

ATM 트래픽 특성을 고려한 무선 ATM 매체접근제어

전인수, 조영중
아주대학교 정보및컴퓨터공학부

A Wireless ATM Medium Access Control Protocol Accommodating Various ATM Traffic Characteristics

In-Su Jun, Young-Jong Cho
Division of Information and Computer Engineering, Ajou University

요 약

본 논문에서는 광대역 통신망의 표준인 ATM 서비스를 무선 환경에서 지원하기 위한 무선 ATM MAC 프로토콜을 제안하였다. 유선 환경에 비하여 조건이 좋지 않은 무선 환경에서는 값비싼 무선 자원을 효율적으로 이용하면서 ATM 서비스 클래스의 QoS를 만족시키는 것이 중요하다. 따라서 대역폭이 가변적인 VBR 서비스의 대역 할당 요구 채널과 VBR 이외의 트래픽의 대역 할당 요구 채널을 분리함으로써 무선 자원의 효율적 이용과 ATM 서비스의 모든 클래스의 QoS를 동시에 지원할 수 있는 효율적인 MAC 프로토콜을 제안하였고 모의 실험을 통하여 성능을 평가하였다.

1. 서 론

회선 모드와 패킷 모드의 통신 방식을 통합한 ATM 방식은 다양한 QoS(Quality of Service)를 가진 서로 다른 트래픽을 하나의 망으로 지원 가능하다는 장점으로 인해 광대역 통신의 표준으로 자리잡았다. 이러한 ATM 서비스를 무선 영역으로 확장하기 위한 WATM(Wireless ATM)은 1992년에 처음으로 제안된 이후 QoS에 기반한 통합 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있는 차세대 무선 통신망으로 현재까지 활발히 연구되고 있다[1].

WATM을 설계하는데 있어 중요한 요소 중의 하나는 단말들간의 무선 채널 공유를 효율적으로 지원하는 MAC(Medium Access Control) 프로토콜을 선택하는 것이다. WATM MAC 프로토콜은 유선 ATM의 연장이기 때문에 ATM 표준에서 정의하고 있는 CBR, VBR, ABR, UBR 서비스를 모두 지원해야 한다. 이러한 MAC 프로토콜의 설계에 있어 가장 중요한 요소는 값비싼 무선 자원을 효율적으로 이용하면서 ATM 트래픽 클래스의 QoS를 만족시키는 것이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 ATM 트래픽을 수용하기 위한 고려사항을 정리하고, 3장에서는 본 논문에서 제안된 MAC 프로토콜을 상세히 소개한다. 4장에서는 모의 실험 결과를 통하여 제안된 MAC 프로토콜의 성능을 분석하며 5장에서 결론을 맺는다.

2. ATM 트래픽 고려사항

WATM의 MAC 프로토콜이 ATM 트래픽 클래스의 모든 서비스

본 논문은 한국과학기술원 지원(과제번호 : 97-0100-1401-5)에 의해 수행되었음

를 지원하기 위해서는 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다. 먼저 CBR 연결은 최초 연결 설정 후 지속적으로 동일 전송률의 패킷을 생성해낸다. 따라서 추가적인 대역 요구 절차 없이 기지국이 최초 계약된 트래픽 파라미터에 따라 상향 채널을 스케줄하여 단말에게 할당해야 한다.

VBR 연결은 CBR과 동일하게 지원에 민감한 트래픽 특성을 가지고 있다. 더불어 단말의 트래픽 변화에 의해 대역폭에 대한 요구가 변화하므로 연결 도중에도 대역 요구 절차를 통해 기지국으로 요구되는 대역폭의 변화를 알려야 한다.

ABR 연결은 RM셀에 포함되어 있는 망의 적체 상태에 대한 정보에 의해 목표 전송 속도를 결정한 후 기지국에 요구되는 대역폭을 알려야 하므로 대역 요구 절차가 필요하다.

UBR 연결은 서비스의 품질을 보장하지 않아도 되는 응용을 위한 것이다. 또한 트래픽 파라미터로 PCR(Peak Cell Rate)만 정의되어 있으므로 기지국에 의해 잉여 대역폭을 할당함으로써 지원이 가능하다.

무선 환경에서 위와 같은 CBR, VBR, ABR 서비스의 QoS를 만족시키면서 무선 자원을 효율적으로 사용하기 위해서는 기지국이 단말의 채널 사용 요구를 정확히 파악하여야 한다. 그러나 기존의 무선 데이터 통신을 위한 PRMA(Packet Reservation Multiple Access)[2], DQRUMA(Distributed-Queueing Request Update Multiple Access)[3] 등의 프로토콜은 음성과 같은 주기적인 트래픽을 전송하기에는 적합하지만 대역폭이 고정되어 있지 않고 지원에 민감한 VBR 서비스를 지원하는 데는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 위와 같은 필요성을 충족시키기 위해 기지국이 단말의 대역 요

구를 보다 효율적으로 수용할 수 있는 TDMA/TDD 기반의 MAC 프로토콜을 제안한다.

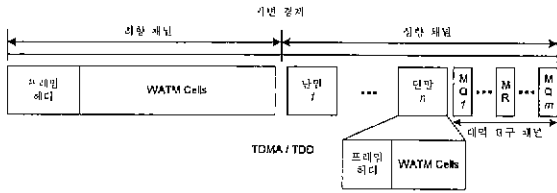


그림 1. 프레임 구조

3. 프로토콜 설명

이 장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 MAC 프로토콜의 프레임 구조와 동작에 대해 설명한다.

시스템내의 모든 단말들은 등록 절차와 대역 요구 절차를 거친 후 데이터 패킷을 기지국으로 전송할 수 있다. 단말이 최초 기지국의 영역 내에서 기지국과 통신을 위해 호를 설립하고자 한다면 등록 절차를 통해 기지국과 연결(VP, VC)을 설정하게 된다. 등록 절차를 성공적으로 끝낸 단말은 기지국으로부터 임시 단말 ID 혹은 VPI, VCI를 할당받게 되고, 이것을 이용하여 기지국에 데이터 채널을 요청하는 대역 요구 절차를 거친 후, 기지국의 지시에 의해 할당된 슬롯을 통해 데이터 패킷을 전송한다

3.1 프레임 구조

그림 1은 상향과 하향 채널의 프레임 구조를 도시한 것이다. 상향과 하향 채널은 TDD를 이용하여 기지국과 단말들 사이에 공유되고 상향 채널은 TDMA를 이용하여 단말들 사이에 공유된다. 상/하향 채널의 듀플렉싱 방식으로 TDD를 사용함으로써 트래픽 부하의 변화에 따라 상/하향 채널의 동적 대역 할당이 가능하게 된다.

하향 채널은 프레임 헤더와 WATM 셀들로 구성된다. 프레임 헤더에는 프리앰블과 단말에게 전송될 여러 제어 정보가 포함된다. 프레임 헤더 뒤에는 다수의 단말들에게 전송될 WATM 셀들이 위치하게 된다.

상향채널은 단말들이 기지국으로 전송한 데이터 패킷들과 대역 요구 채널로 이루어진다. 대역 요구 채널은 등록 절차에서 사용되는 MR(Mini-Registration) 제어 패킷과 대역 요구 절차에서 사용되는 MQ(Mini-request) 제어 패킷으로 구성된다. MR 제어 패킷과 MQ 제어 패킷은 같은 크기를 가진다

데이터 패킷은 하향 채널에서와 동일하게 프레임 헤더와 WATM 셀들로 구성된다. 프레임 헤더 부분에는 프리앰블과 기지국으로 전송되어야 하는 여러 가지 제어 정보 - 단말의 버퍼 상태, 연결의 지속 여부 등 - 들이 포함된다(Piggybacking). 이때 단말이 전송하는 패킷의 길이는 트래픽의 종류, 단말의 버퍼 상태 등의 정보에 따라 기지국에 의해 제어된다

그림 2는 대역 요구 채널의 구조를 도시한 것이다. 대역 요구 채널은 기본적으로 Slotted Aloha[4] 방식을 사용한다.

채널을 요구하는 단말의 수가 증가하게 되면 대역 요구 채널의 상

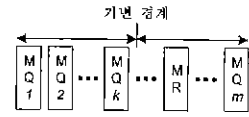


그림 2. 대역 요구 채널

대는 불안정하게 되므로 단말에서의 Back-off 방식과 더불어 기지국은 데이터 채널의 수를 줄임으로써 대역 요구 채널의 개수를 증가시키는 방식을 사용한다. 또한 실시간 서비스를 제공하는 VBR 트래픽에 대역 요구의 우선권을 주기 위해 MQ₁ ~ MQ_k까지의 슬롯이 VBR 연결들에게 1:1로 할당하고 MQ_{k+1} ~ MQ_m는 ABR 단말과 등록 절차의 단말이 공유하도록 한다. 따라서 VBR 서비스는 등록 절차의 단말이나 ABR 단말들과 경쟁 없이 기지국에 대역 할당을 요구할 수 있게 된다.

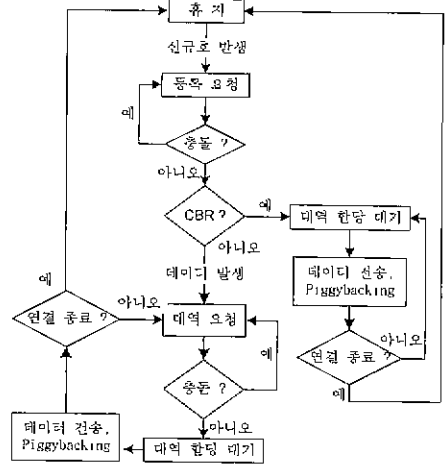


그림 3. 프로토콜 순서도

3.2 프로토콜 동작

그림 3은 프로토콜의 동작을 순서도로 도식화한 것이다. 신규호가 발생하게 되면 단말은 MR 제어 패킷을 대역 요구 채널로 전송함으로써 등록 절차를 시작하게 된다. 만약 MR 제어 패킷이 충돌 없이 기지국에 수신된다면 단말은 성공적으로 등록 절차를 마치게 된다. 충돌이 발생하였다면 단말은 무작위 시간동안 지연 후 다시 등록 절차를 개시한다. 이때 기지국은 제어 패킷의 충돌 여부를 하향 채널의 프레임 헤더 부분에 포함되는 제어 정보 필드에 표시한다. 위의 같이 MR 제어 패킷을 사용함으로써 [5]에서와 같이 단말의 등록 절차를 위한 별도의 채널을 트래픽 채널과 통합하는 것이 가능하다.

등록 절차에 성공한 단말은 데이터 슬롯을 할당받기 위해 대역 요구 절차를 수행한다. 만약 단말이 CBR 연결을 가지고 있다면 대역 요구 절차 없이 기지국의 대역 할당을 대기하여 주기적으로 데이터를 전송한다.

CBR이 아닌 연결을 가진 단말은 데이터가 버퍼에 도착하면 MQ 제어 패킷을 대역 요구 채널로 전송함으로써 데이터 채널을 요청한다. MQ가 기지국에 성공적으로 도착하였다면 단말은 기지국에 의한

대역 할당을 대기한 후 데이터 패킷을 전송한다.

연결의 종료를 원하는 단말은 데이터 패킷에 연결 종료 요청을 Piggyback함으로써 추가적인 제어 패킷 없이 연결을 종료할 수 있다.

4. 모의 실험

표 1은 모의 실험에 사용된 파라미터들을 정리한 것이다. 시스템 내의 전체 단말은 CBR 50%, ABR 40%, VBR 10%로 구성되어다고 가정하고 단말 개수의 최대치를 600으로 설정하였다.

파라미터	설정치
CBR 평균 연결 시간	180 초
CBR 평균 트래픽 발생률	5 calls / sec
VBR 평균 트래픽 발생률	0.1 message / sec
ABR 평균 연결시간	1800 초
ABR 평균 트래픽 발생률	0.1 session / sec
프레임의 길이	1.5 ms

표 1. 모의 실험 파라미터

그림 4는 ABR 트래픽의 평균 대역 요청 지연을 대역 요구 채널의 슬롯 개수별로 모의 실험한 결과를 비교한 것이다. 그림에서 평균적인 지연은 대역 요구에 할당된 슬롯의 개수를 증가시킴으로써 감소시킬 수 있다는 것을 관찰할 수 있다. 즉 기지국은 단말의 개수나 시스템의 부하 상황에 따라 대역 요구 채널의 수를 조절함으로써 ABR 트래픽의 대역 할당 요구 지연을 감소시킬 수 있다.

그림 5는 CBR과 VBR 트래픽 등록 요청의 평균적인 지연을 비교한 것이다. 이 결과를 그림 4와 비교해 보면 평균적인 등록 요청의 지연이 대역 요청의 지연에 비해 낮다는 것을 알 수 있다. 이것은 CBR과 VBR 단말들은 대역 요구 채널을 등록 절차에만 한정하여 사용하고 있기 때문인데 이 점에 의해 시스템의 전체적인 효율이 높아지게 된다.

5. 결론

본 논문에서 제안한 ATM 트래픽 특성을 고려한 MAC 프로토콜은 기존의 무선 MAC 프로토콜의 장점을 수용하였으며 ATM VBR 서비스의 가변적인 대역폭을 고려하여 설계되었다. VBR 트래픽의 대역 요구 채널을 VBR 이외의 트래픽과 분리함으로써 VBR 트래픽의 QoS를 보장하였고, 대역 요구 채널의 크기를 변화시킴으로써 트래픽 상황에 보다 유연하게 적용할 수 있게 하였고 동시에 단말의 등록 요청과 VBR 서비스의 대역 할당 요구의 지연을 최소화하였다.

6. 참고문헌

[1] D. Raychaudhuri, "Wireless ATM Networks : Architecture, System Design and Prototyping", *IEEE Personal Communications*, pp. 42 ~ 49, August 1996.
 [2] D. J. Goodman and S. X. Wei, "Efficiency of packet reservation multiple access", *IEEE Trans. Vehic. Technol.*, vol 40, no. 1, pp. 170 ~ 176, 1991.

[3] Mark J. Karol, Zhao Liu and Kai Y. Eng, "Distributed-Queueing Request Update Multiple Access (DQRUMA) for Wireless Packet (ATM) Networks", *Proc. of ICC '95*, pp. 1224 ~ 1231, 1995.
 [4] L. Kleinrock, *Queueing Systems Vol 2*, New York : Wiley, 1976.
 [5] W. L. Chan, K. T. Ko, K. Yeung, Sammy Chan and Eric W. M. Wong, "A New Multiple Access Scheme for Wireless Packet (ATM) Networks", *Proc. of ICT '97*, pp. 1079 ~ 1084, 1997

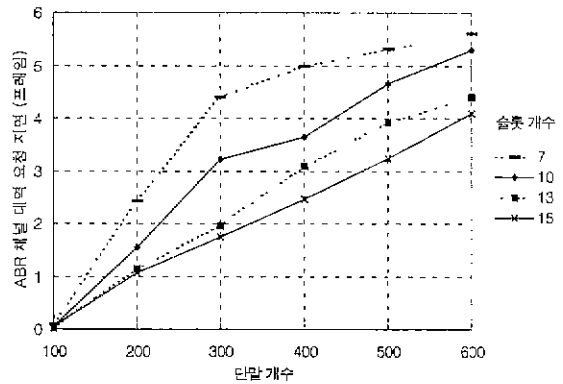


그림 4 ABR 트래픽의 대역 요청 지연

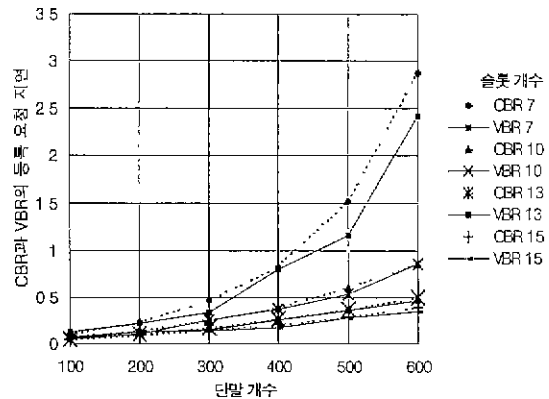


그림 5. VBR과 CBR 트래픽의 등록 요청 지연