

무선 ATM망에서 QoS 향상을 위한 동적 자원 할당 방식

김 승 환[†] · 이 선 숙^{††} · 이 재 홍^{†††} · 장 동 혁^{††††}

요 약

무선 ATM 환경에서 다양한 멀티미디어 트래픽을 지원하기 위해서는 매체 접근 제어(MAC) 프로토콜이 필요하다. MAC 프로토콜은 다양한 트래픽 클래스에 대한 QoS를 보장하면서 제한된 무선 대역폭을 효율적으로 활용할 수 있도록 설계되어야 한다. 본 논문에서는 서로 다른 종류의 트래픽이 혼재된 무선 ATM 환경에서 각 서비스 클래스의 QoS를 만족할 수 있는 동적 자원 할당 방식 기반의 MAC 프로토콜을 제안하였다. CBR이나 VBR에 비해 낮은 우선 순위를 가지는 ABR 트래픽에 대해서는 최소 대역폭을 확보함으로써 지연을 크게 개선하였으며, 실시간 VBR 트래픽의 경우에는 대역폭이 초기에 경쟁을 통해 할당되고 이후로는 경쟁 없이 대역폭을 할당함으로써 처리율을 증가시켰다.

Dynamic Resource Allocation Method to improve QoS in the Wireless ATM Networks

Seung-Hwan Kim[†] · Sun-Sook Lee^{††} · Jae-Hong Lee^{†††} · Dong-Heyok Jang^{††††}

ABSTRACT

In the wireless ATM networks, a Medium Access Control (MAC) protocol is required to support an integrated mix of multimedia traffic services. The MAC protocol should be designed in a way that the limited wireless bandwidth can be efficiently utilized maximizing the Quality of Service (QoS) guarantees for various traffic service classes. In this paper, a Dynamic Resource Allocation-based MAC protocol, which satisfies QoS of each traffic service class in the wireless ATM environment, is proposed. The proposed MAC protocol adopts the dynamic channel allocation schemes for a mix of different traffic service classes. The suggested MAC protocol is designed to provide the QoS guarantees for Constant Bit Rate (CBR) or real-time Variable Bit Rate (VBR) traffic through fixed or dynamic reservation. For Available Bit Rate (ABR) traffic, which has the lowest priority among the traffic classes, large improvement in delay by reserving the minimum bandwidth is shown. And for real-time VBR traffic, increase in throughput of transmission is demonstrated because of bandwidth, which is allocated through contention at the initial phase and without contention thereafter.

1. 서 론

ATM 전송 방식을 기반으로 하는 초고속 정보 통신

망의 출현으로 다양한 환경에서의 멀티미디어 응용 서비스에 대한 수요가 증가하고 있으며, 이동 환경에서도 ATM 방식으로 유선 ATM 망과 호환하여 접속시킬 수 있는 새로운 기술로 무선 ATM 방식이 제안되었다[1-6]. 무선 ATM은 무선 매체를 통해 20Mbps~155Mbps의 전송 속도를 지원하는 것을 목표로 다양한 트래픽 클래스들을 지원하면서 각 클래스의 서비스 품질(QoS)을 보장할 수 있는 효율적인 대역폭을 할당하

* 본 연구는 과학기술부 한국과학재단 지정 청주대학교 정보통신 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

† 정 회 원 : 충청대학 컴퓨터학부 교수

†† 정 회 원 : 대전대학교 교육정보학과 교수

††† 정 회 원 : 전남도립담양대학 전산·정보통신공학부 교수

†††† 준 회 원 : 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정 수료

논문접수: 2000년 4월 21일, 심사완료: 2000년 8월 24일

기 위한 매체 접근 제어 (MAC : Medium Access Control) 프로토콜이 필요하다.

무선 ATM 망에서는 기존의 MAC 프로토콜과는 달리 CBR, VBR, ABR 등의 모든 ATM 트래픽 클래스의 QoS를 지원하고 독립적으로 분산된 이동국(mobile terminal)의 접속에 대한 경쟁 상황을 고려해야 하므로 다양한 트래픽 발생 특성에 적합한 동적 대역폭 할당과 QoS를 보장할 수 있는 무선 ATM의 MAC 프로토콜이 구현되어야 한다.

무선 매체에 대한 일반적인 MAC 방식은 분산 방식과 중앙 집중 방식으로 구분된다[2]. 분산 방식은 각 이동국이 독립적인 매체 접속을 시도하므로 구현이 쉽다. 그러나, 무선 ATM에서는 실시간 트래픽을 포함한 멀티미디어 서비스를 지원하는 측면에서 지연 시간 등의 엄격한 QoS를 보장해야 하므로, 분산 방식은 무선 ATM에는 적합하지 않은 것으로 판단된다. 따라서, 무선 ATM에서의 MAC 프로토콜은 중앙 집중식에 기반을 두고 있는데, 접속점 중심의 제어를 통해 각 이동국의 분산성을 극복하고 중앙에서 채널을 총체적으로 관리함으로써 채널의 사용률을 극대화하는데 그 특징이 있다.

지금까지 제안된 무선 ATM MAC 프로토콜 중에서 WATMnet의 MDR-TDMA (Multi-service Dynamic Reservation TDMA) [7], MBS (Mobile Broadband System)의 DSA (Dynamic Slot Assignment) [8], Magic WAND의 MASCARA(Mobile Access Scheme based on Contention And Reservation for ATM) [9,10], BAHAMA (Broadband Ad-Hoc Wireless ATM Local-Area Network) [11]의 DQRUMA(Distributed-Queuing Request Update Multiple Access) [12,13] 등은 슬롯 할당 방식, 프레임 구조, 신호 형태 등에 다소 차이가 있으나 기본적으로 동적 예약의 시분할 다원 접속(TDMA : Time Division Multiple Access) 방식에 기초를 두고 있다. 또한 상·하향 무선 링크간의 시간에 따른 비대칭적인 트래픽 부하의 변동에 따라 상·하향 프레임 경계를 동적으로 결정하는 TDD(Time Division Duplexing) 방식을 적용하는 것이 일반적인 형태이다.

초기에 제안된 무선 ATM MAC 프로토콜은 주로 저속 데이터 서비스를 위해 설계된 것으로서 멀티미디어에 대한 다양한 서비스의 요구를 충족시킬 수 없었다. 또한, 기존의 제안된 대부분의 무선 ATM MAC 프로토콜은 고속의 무선 전송에 초점을 맞추고 있거나,

유선 ATM망으로부터 무선 ATM망으로의 ATM 셀 스케줄링 알고리즘에 대한 확장 방안, 또는 고속의 실시간 트래픽을 지원할 수 있도록 기존의 무선 MAC 프로토콜의 개선에 초점을 맞추고 있다[14, 15]. 따라서, 기존의 무선 MAC 프로토콜에서는 VBR 트래픽의 평균 셀 속도(MCR : Mean Cell Rate)와 최대 셀 속도(PCR : Peak Cell Rate)의 특성을 효과적으로 지원할 수 없다. 그러므로 평균 셀 속도를 고려한 VBR 수용 방식에서는 셀 손실 문제가 심각하고, 최대 셀 속도로 고정 대역폭을 할당한 VBR 수용 방식에서는 사용되지 않는 슬롯으로 인하여 낮은 대역폭 사용 효율을 보인다[6].

본 논문에서는 CBR, VBR, ABR 등의 각 트래픽 클래스에 대해 ATM의 QoS 요구를 보장할 수 있는 효과적인 무선 ATM망의 MAC 프로토콜을 제안하고 그 성능을 분석해 본다. 제안된 MAC 프로토콜에서는 트래픽 클래스 별로 적절한 방안을 이용하고 있다. CBR 트래픽의 경우, 단순화시킨 고정적인 슬롯 할당을 적용하여 별도의 복잡한 동적 슬롯 할당 알고리즘이 필요하지 않다. VBR 트래픽의 경우, 슬롯 할당 구현의 단순화와 QoS의 보장 문제를 동시에 고려하여 프레임 별로 동적 예약을 실시하여 우선권을 기반으로 실시간으로 처리하며 대역 할당에 필요한 동적 변수(dynamic parameter)를 사용하여 전송의 효율을 높인다. 또한, ABR 트래픽의 경우, 상향 링크에서 접속을 위한 슬롯 경쟁 방식에 따른 지연과 망의 처리율(throughput)을 개선하기 위해 최소 ABR 대역폭을 설정하고 이동국의 트래픽 발생률과 버퍼에서의 대기 상태 등의 대역 할당에 필요한 동적 변수를 전송하여 우선권 기반의 실시간 서비스 트래픽에 대한 성능을 보장해 주면서 ABR 트래픽의 성능을 극대화할 수 있는 방안을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 무선 ATM에서의 제안된 동적 자원 할당 방식의 MAC 프로토콜을 설명하고, 3장에서는 동적 자원 할당 방식을 기술한다. 4장에서는 제안된 프로토콜에 대해 시뮬레이션 및 성능 분석을 수행하고, 5장에서 결론을 맺는다.

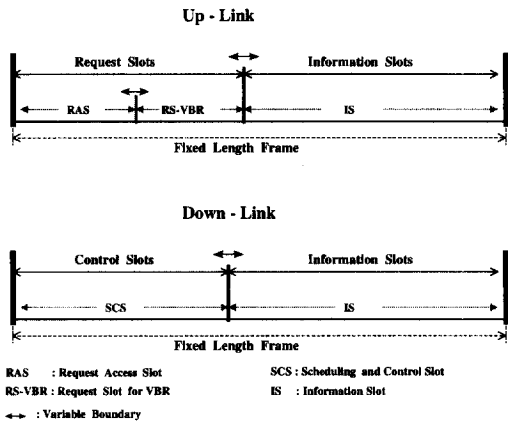
2. 제안된 동적 자원 할당 방식의 MAC 프로토콜

2.1 제안된 MAC 프로토콜의 구조

제안된 MAC 프로토콜은 다원 접속 방식으로 TDMA

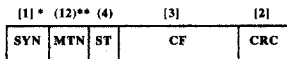
를 사용하고 있다.

(그림 1)은 제안된 프로토콜의 프레임 구조를 나타낸다.

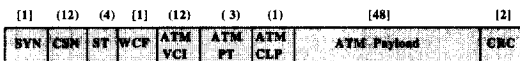


(그림 1) 제안된 MAC 프로토콜의 프레임 구조

(그림 1)에서 상·하향 링크의 프레임 내 ATM 패킷의 전송에 사용되는 MAC-PDU (Medium Access Control- Protocol Data Unit)는 1개의 ATM 셀을 포함한다고 가정하며, 정보 슬롯(IS : Information Slot)이라 부른다. 반면에, 상향 링크 상에서 슬롯 예약을 하는 경우에 경쟁(contention)에 사용되는 예약 슬롯(RAS : Random Access Slot)과 경쟁을 하지 않는 VBR 서비스를 위한 요구 슬롯(RS-VBR : Request Slot for VBR), 그리고 하향 링크상의 기지국으로부터 이동국으로의 스케줄링 및 제어 슬롯(SCS : Scheduling and Control Slot) 등은 크기가 작은 미니 슬롯(mini-slot)



(a) RAS (Request Access Slot) / SCS (Schedule and Control Slot)



(b) IS (Information Transmission Slot)

SYN : Synchronization bits MTN : Mobile Terminal Number
 ST : Service Type CF : Control Field
 CRC : Cyclic Redundancy Checksum CSN : Cell Sequence Number
 WCF : Wireless Control Function VCI : Virtual Circuit Identifier
 PT : Payload Type CLP : Cell Loss Priority

* : Bytes ** : Bits

(a) 요구/제어 슬롯 (RAS, SCS) (b) 정보 슬롯 (IS)

(그림 2) MAC 프로토콜의 슬롯 구조

으로 요구/제어(request/control)를 위해 구성된다.

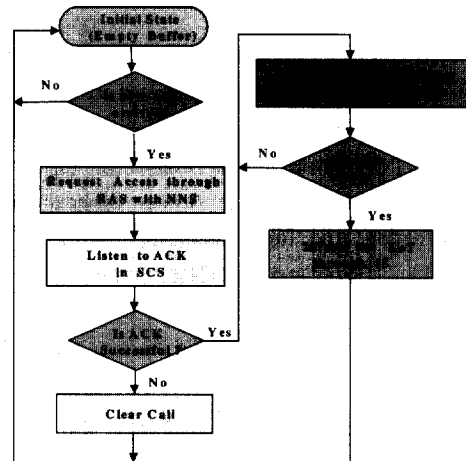
(그림 2)는 제안된 MAC 프로토콜을 위한 슬롯 구조를 보여 준다.

(그림 2)에서 상향 링크상의 요구 슬롯 중에서 RAS는 우선 순위를 갖는 슬롯형(slotted) ALOHA 프로토콜을 이용하여 모든 트래픽 클래스에 대해 초기에 상향 링크를 접속하기 위한 경쟁에 사용된다. 한편, RS-VBR은 VBR 트래픽을 프레임 단위로 예약하기 위해 이동국에서 기지국으로 필요한 대역폭을 요청하는 데 사용되며 경쟁을 하지 않는 요구 슬롯이다.

2.2 제안된 MAC 프로토콜의 동작 메커니즘

기지국은 이동국들에 대한 정보를 수집하고 이용하여 주기 및 슬롯 할당을 결정하며, 하향 링크의 SCS를 통해 각 이동국에게 슬롯 할당 정보, 확인(acknowledgement) 신호, 재전송 요구, 무선 제어 신호 등을 전송한다.

(그림 3)은 CBR 트래픽에 대한 상향 링크상의 MAC 프로토콜의 동작을 설명하고 있다.



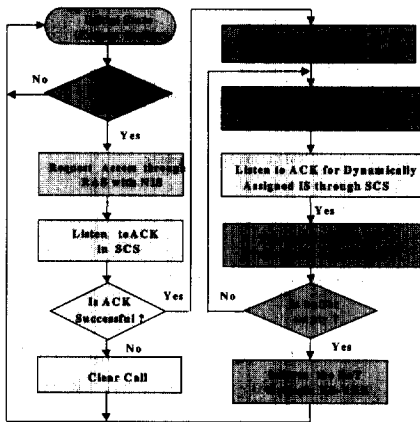
NNS : Number of Needed Slots RAS : Request Access Slot
 SCS : Scheduling and Control Slot IS : Information Slot
 EoT : End of Transmission

(그림 3) CBR에 대한 상향 링크상의 MAC 프로토콜의 동작

CBR의 새로운 호가 도착하면 해당 이동국은 초기에 상향 링크상의 RAS의 경쟁을 통해 접속을 요구한다. 접속 요구가 성공하면 기지국은 요구된 대역폭을 상향 링크상의 IS에 할당하며 할당된 상태를 하향 링크상의 SCS를 통해 확인 신호를 전달한다. 접속 요구 후 해

당 이동국은 하향 링크상의 SCS를 검사하여 접속 요구의 성공으로 IS의 슬롯이 할당되었는지를 확인한다. CBR의 접속 요구가 성공하면 프레임 당 요구된 대역폭이 고정 할당되어 서비스가 끝날 때까지 프레임 단위로 예약되므로 이동국은 상향 링크상의 IS에 할당된 슬롯으로 ATM 셀을 전송한다.

(그림 4)는 VBR 트래픽에 대한 상향 링크상의 MAC 프로토콜의 동작을 설명하고 있다.



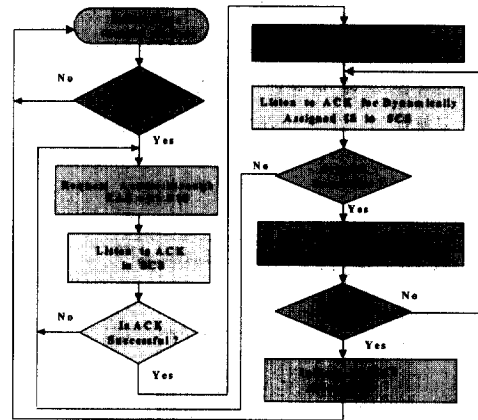
NIS : Number of Initial Slots RAS : Request Access Slot
 SCS : Scheduling and Control Slot IS : Information Slot
 NDS : Number of Dynamic Slots RS-VBR : Request Slot for VBR
 EoT : End of Transmission

(그림 4) VBR에 대한 상향 링크상의 MAC 프로토콜의 동작

VBR의 새로운 호가 도착하면 해당 이동국은 초기에 상향 링크상의 RAS의 경쟁을 통해 접속을 요구한다. 접속 요구가 성공하면 기지국은 요구된 대역폭을 상향 링크상의 IS에 할당하고 하향 링크상의 SCS를 통해 확인 신호를 전달한다. 접속 요구 후 해당 이동국은 하향 링크상의 SCS를 검사하여 접속 요구의 성공을 확인한 후 ITS의 슬롯에 ATM 셀을 전송하면서 다음 프레임에 필요한 대역폭의 크기를 RS-VBR을 통해 기지국에 알린다. 경쟁이 없는 이러한 대역폭 할당의 요구는 프레임마다 RS-VBR을 통해 VBR 서비스가 종료될 때까지 이루어지므로 실시간으로 VBR의 ATM 셀을 전송할 수 있다.

(그림 5)는 ABR 트래픽에 대한 상향 링크상의 MAC 프로토콜의 동작을 설명하고 있다.

ABR의 새로운 호가 도착하면 이동국은 상향 링크상의 RAS의 경쟁을 통해 역시 접속을 요구한다. 접속



NIS : Number of Initial Slots RAS : Request Access Slot
 SCS : Scheduling and Control Slot IS : Information Slot
 EoT : End of Transmission

(그림 5) ABR에 대한 상향 링크상의 MAC 프로토콜의 동작

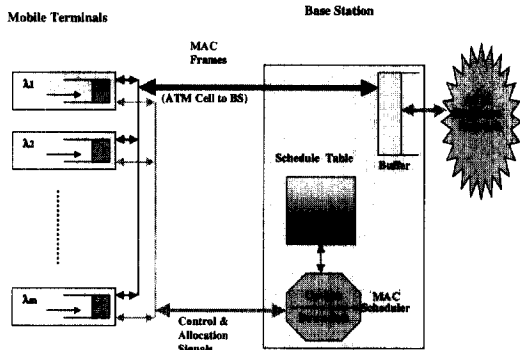
요구가 성공하면 기지국은 요구된 대역폭을 상향 링크상의 ITS에 할당하며 하향 링크상의 SCS를 통해 확인 신호를 전달한다. 접속 요구 후 해당 이동국은 하향 링크상의 SCS를 검사하여 접속 요구의 성공을 확인한 후 성공이면 이동국은 상향 링크상의 할당된 IS 슬롯에 ABR의 ATM 셀을 전송한다.

이때 기지국에서는 CBR과 VBR 서비스에 대한 대역폭을 할당한 후 ABR을 위한 여분의 대역폭이 있다면 이동국의 버퍼 길이나 허용 지연 등의 서비스 등급에 따라 하향 링크의 SCS를 통해 ABR 트래픽에 대한 슬롯 할당을 계속한다. 따라서, 한번 접속에 성공한 ABR 트래픽의 경우에는 이동국에서 다음 프레임의 ATM 셀 전송을 위해 프레임마다 RAS를 통한 경쟁을 하지 않고 하향 링크상의 SCS를 검사하여 자신에게 할당된 슬롯을 확인하여 할당된 슬롯이 있으면 ATM 셀을 전송한다. 만약 할당된 슬롯이 없으면 다시 RAS의 경쟁을 통해 대역폭 할당을 다시 요구한다. 이러한 방식은 ABR 트래픽의 매 프레임마다 접속 요구의 경쟁에 의한 처리율 저하를 방지할 수 있다.

3. 동적 자원 할당 방식

무선 ATM에서는 동적 예약 기법의 MAC 프로토콜을 통해 기존의 ATM망에서 정의된 다양한 서비스에 대한 QoS를 보장하기 위한 통계적 다중화를 구현할 수 있어야 한다. 그러나 분산된 이동국으로부터 직접

트래픽 상황을 파악하기가 어렵기 때문에 실제적인 통계적 다중화는 어렵다. 따라서, (그림 6)과 같이 중앙의 기지국을 통해 다양한 트래픽에 따른 동적 슬롯 할당을 수행할 수 있는 스케줄링 기능이 필요하다.

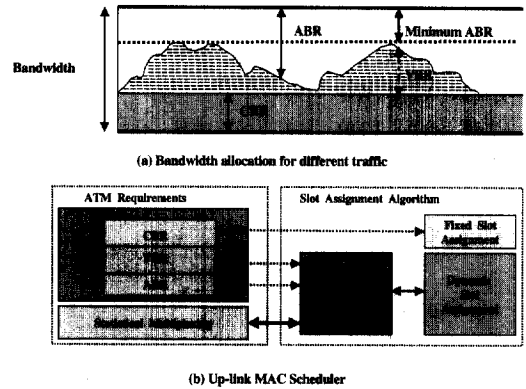


(그림 6) 동적 슬롯할당을 위한 신호체계

(그림 6)에서 기지국은 분산된 이동국의 트래픽 상황을 나타내는 변수와 이에 관련된 제어 정보를 통해 최대 처리율과 최소 지연을 성취할 수 있는 동적 슬롯 할당을 구현할 수 있다. 호 설정 시 얻을 수 있는 정적 변수나 버퍼 길이와 잔여 수명 등의 동적 변수를 대역내(in-band) 또는 대역외(out-of-band) 신호를 통해 무선 ATM 접속 점에 전달하여 동적 스케줄링에 의해 이동국에 필요한 대역폭을 할당한다. 본 논문에서 제안한 MAC 프로토콜은 동적 스케줄링에 따라 실시간 트래픽 서비스에 대해 프레임 별로 상향 링크 상에 전송할 수 있다.

(그림 7)은 제안된 MAC 프로토콜에서 트래픽 별 대역폭 할당 방안을 나타내고 있다. CBR 트래픽에 대해서는 셀 전송 속도에 따라 대역폭의 완전 예약(full reservation)을 실시하여 해당 슬롯을 주기적으로 고정하여 할당한다. 실시간 VBR 트래픽에 대해서는 프레임 별로 RS-VBR을 통해 전달되는 VBR의 대역폭 요구 변수를 사용하여 실시간으로 ATM 셀을 전송하는 동적 예약 할당을 실시한다. ABR 트래픽에 대해서는 동적 할당을 실시하며, 기지국의 MAC 스케줄러는 최소 ABR 대역폭을 설정하여 이동국의 ABR 서비스의 연결에 대한 최소 보장(minimum guarantee)을 확보해 준다[10]. 따라서, CBR과 VBR 트래픽에 대한 총 대역폭 요구가 최소 ABR 대역폭을 제외한 총 잔여 대역폭을 초과한다면, 새로 도착한 CBR 호는 호 수락 제어

에 의해 거절되어 손실되며, 이 기간 동안의 VBR 트래픽은 넘친 양(overflow)이 발생되어 손실될 것이다.



(그림 7) 트래픽별 대역폭 할당방안

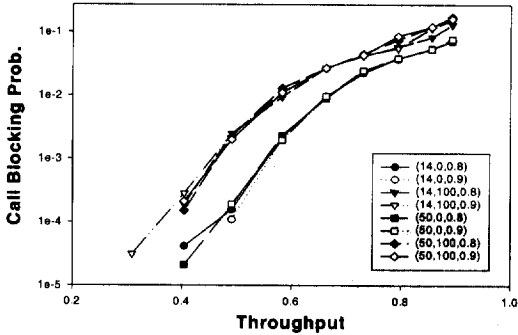
4. 시뮬레이션 및 성능분석

본 장에서는 제안된 MAC 프로토콜의 성능을 시뮬레이션을 통해 분석하였다. CBR, VBR, ABR의 세 가지 형태의 트래픽 원 을 사용하였으며, 통신 채널은 프레임 단위로 분할되어 운영되며, 한 프레임 당 1,000 개의 무선 ATM 셀 슬롯이 있다고 가정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 총 시뮬레이션 시간은 2,000,000 프레임 동안 수행되었다.

새로운 CBR 호는 포아손 과정에 따라 도착되며, 호의 지속 시간은 평균 3분의 지수 분포를 가지고 프레임 당 5개의 셀을 발생시키는 대역폭을 갖는다고 가정하였다. 또한 VBR 트래픽 원은 초당 25프레임으로 구성된 VBR MPEG-1으로 부호화된 비트열 데이터[16] 중에서 "lamb", "term", "race"를 사용하였다. VBR의 경우에는 3개의 트래픽 원이 시뮬레이션 구간 동안 지속된다. 새로운 ABR 호는 평균 패킷 길이가 14 또는 50의 지수 분포를 가지고 포아손 과정에 따라 도착되며, 각 이동국과 기지국은 충분한 용량의 버퍼 길이를 가지며 전송 중에는 오류가 없는 이상적인 통신 채널이라고 가정하였다.

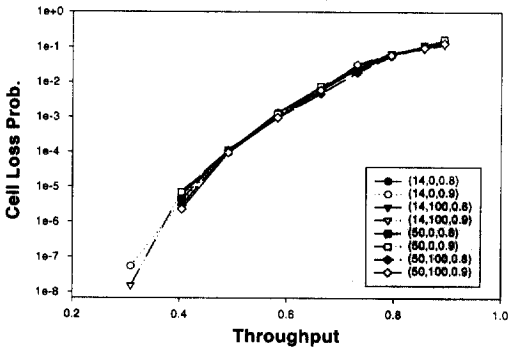
(그림 8)은 CBR 호의 처리율에 대한 호 손실율(call loss probability)을 나타낸 것이며, $M.L.$, $L.SR$, λ_2 는 각각 ABR의 평균 패킷 길이, 최소 ABR 대역폭, ABR 호의 도착율을 의미한다. (그림 8)에서, 최소 ABR 대

역폭의 설정에 따라 CBR 호의 호 손실율에 대한 영향이 크게 나타남을 볼 수 있다.

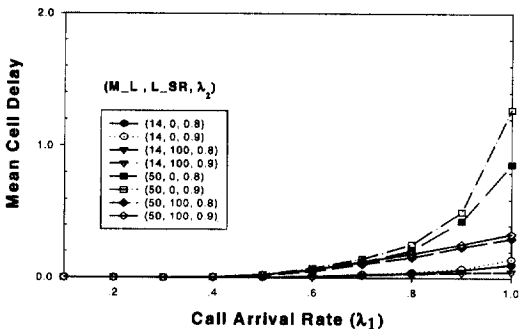


(그림 8) 처리율에 따른 CBR의 호 손실율

(그림 9)는 처리율에 따른 VBR의 셀 손실율을 나타낸다. (그림 9)에서 VBR은 ABR 보다는 우선적으로 서비스되므로 ABR의 트래픽 변수에 따른 변화가 적음을 볼 수 있다.



(그림 9) 처리율에 따른 VBR의 셀 손실율



(그림 10) CBR의 도착율에 따른 ABR의 평균 셀 지연

(그림 10)은 CBR의 도착율에 따른 ABR의 평균 셀 지연을 나타낸다. CBR의 호 도착율이 커져서 총 부가된 트래픽 양이 커진 부분에서는 ABR의 평균 패킷 길이와 최소 ABR 대역폭의 크기에 따라 평균 지연이 큰 차이를 보여 주고 있다. 따라서, ABR 서비스에서 최소 품질을 보장하기 위해서는 최소 ABR 대역폭을 설정해 줄 필요가 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 CBR, VBR, ABR의 각 트래픽 클래스에 대해 ATM의 QoS 요구 사항을 보장할 수 있는 효과적인 무선 ATM망에의 동적 자원 할당 방식의 MAC 프로토콜을 제안하였다. 제안된 방식에서는 CBR과 VBR의 실시간 트래픽의 경우에는 고정 또는 동적 예약을 통해 QoS를 보장해 줄 수 있도록 구현하였으며, ABR 트래픽의 경우에는 MAC 프레임마다 접속요구의 경쟁에 의한 처리율 저하를 방지할 수 있는 방안을 제안하였다.

제안된 프로토콜에 대하여 시뮬레이션을 이용하여 성능을 분석한 결과, 실시간 서비스인 CBR과 VBR 트래픽 클래스보다 우선 순위가 낮은 ABR 트래픽 클래스에 대해서는 최소한의 QoS를 보장하기 위해 최소 ABR 대역폭을 설정해줄 필요가 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] Geert A. Awater and Jan Kruys, "Wireless ATM—an overview," Mobile Networks and Applications, Vol. 1, pp.235-243, 1996.
- [2] 한국전자통신연구원, '무선 ATM 기술 개론', 진한도서, 1999.
- [3] Osama Kubbar, Hussein T. Mouftah, "Multiple Access Control Protocol for Wireless ATM : Problems Definitions and Design Objectives," IEEE Communications Magazine, pp.93-99, Nov.1997.
- [4] D. Raychaudhuri, "Current Topics in Wireless & Mobile ATM Networks : QoS Control, IP Support and Legacy Service Integration," Proc. of PRIMRC '98, pp.38-44, 1998.

[5] NiKos Passas, Dimitra Vali. "Quality of Service Oriented Medium Access Control for Wireless ATM Networks," IEEE Communications Magazine, pp. 60-69, Nov. 1997.

[6] S. W. Lee, et al., "Wireless ATM MAC Layer Protocol for Near Optimal Quality of Service Support," Proc. of GLOBECOM'98, pp.2264-2269, 1998.

[7] D. Raychaudhuri et al., "WATMnet : A Prototype Wireless ATM System for Multimedia Personal Communication," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.15, No.1, pp.83-95, Jan. 1997.

[8] Ralf Holtkamp, Jean-Pierre Ebert, Adam Wolisz and Louis Ramel, "A Distributed Media Access Control (DMAC) for Wireless ATM Networks," Proc. of Systems Modeling and Analysis, March 1997.

[9] Jouni Mikkonen, "The Magic WAND : Overview," Proc. of Wireless ATM Workshop, Sept. 1996.

[10] Nikos Passas, Lazaros Merakos, Dimitris Skyrianoglou, Frederic Bauchot, Gerard Marmigere and Stephane Decrauzat, "MAC protocol and traffic scheduling for wireless ATM networks," Mobile Networks and Applications, Vol.3, pp.275-292, 1998.

[11] K. Y. Eng et al., "BAHAMA : A Broadband ad-hoc wireless ATM local area network," Proc. of ICC'95, pp.1216-1223, June 1995.

[12] 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.224-1231, June 1995.

[13] Mark J. Karol, Zhao Liu and Kai Y. Eng, "An efficient demand-assignment multiple access protocol for wireless packet(ATM) networks," Wireless Networks, Vol.1, pp.267-279, 1995.

[14] D. Petras, "Medium Access Control Protocol for Wireless, Transparent ATM Access," Proc. of Wireless Communication Systems Symposium, pp.79-89, Nov. 1995.

[15] Xiaoxin Qiu, Victor O. K. Li and Ji-Her Ju, "A

multiple access scheme for multimedia traffic in wireless ATM," Mobile Networks and Applications, Vol.1, pp.259-272, 1996.

[16] O. Rose, "Statistical properties of MPEG video traffic and their impact on traffic modeling in ATM systems," Proc. of IEEE 20th Conference on Local Computer Networks, pp.397-406, Oct. 1995.



김 승 환

e-mail : shkim@chch.ac.kr

1983년 충남대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사)

1988년 충남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

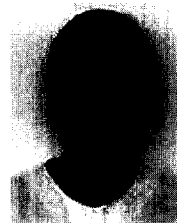
1994년 청주대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1989년~1990년 한국전자통신연구원 연구원

1997년~1998년 미국 펜실바니아대학교 객원연구원

1990년~현재 충청대학 컴퓨터학부 부교수

관심분야 : 무선 ATM, 초고속정보통신, 인터넷 구축, 웹 프로그래밍



이 선 속

e-mail : sslee@expoapt.net

1979년 Bernard M. Baruch College/CUNY 회계학과 졸업(B.B.A.)

1983년 Hunter College/CUNY 전자계산학과 졸업(B.A.)

1984년 Hofstra University 대학원 전자계산학과 졸업(M.A.)

1999년 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

1979년~1987년 Brandvein, Kirschner & Pasternack, CPAs 및 Kim & Pecker, CPAs 회계사, 컴퓨터 프로그래머

1990년~1996년 목원대학교 경리과장, 구매과장, 수서과장

2000년~현재 대전대학교 교육대학원 교육정보학과 컴퓨터전담교수

관심분야 : 무선 ATM, ATM 트래픽 제어, 멀티미디어 통신



이 재 흥

e-mail : jhlee@damyang.damyang.ac.kr

1986년 충남대학교 공과대학 전자
공학과 졸업(학사)

1988년 충남대학교 대학원 전자공
학과 졸업(공학석사)

1999년 충남대학교 대학원 컴퓨터
공학과 졸업(공학박사)

1988년~1994년 국방과학연구소 연구원

1994년~1995년, 1999년 (주)한국인식기술 개발실장

2000년~현재 전남도립담양대학 전산·정보통신공학부
전임강사

관심분야 : 멀티미디어 통신, 무선 ATM, 전자상거래



장 동 혁

e-mail : dhjang@ce.cnu.ac.kr

1995년 충남대학교 공과대학 컴퓨
터공학과 졸업(학사)

1997년 충남대학교 대학원 컴퓨터
공학과 졸업(공학석사)

2000년 충남대학교 대학원 컴퓨터
공학과 박사과정 수료

관심분야 : 무선 ATM, 초고속통신망, Mobile IP