

論文98-35S-1-1

무선 ATM 망에서 멀티미디어 지원을 위한 슬롯 할당에 관한 연구

(A study on slot allocation for supporting multimedia on wireless ATM network)

安鎔華*, 張景訓*, 朴相炫*, 金惠鎮*

(Younghwa Ahn, Kyunghun Jang, Sanghyun Park, and Duckjin Kim)

요 약

차세대 무선통신은 Asynchronous Transfer Mode(ATM) 기반의 멀티미디어 통신을 구현하는 이동통신으로 발전할 것으로 보이며, 무선 망에서 다양한 Quality of Service(QoS) 특성을 가지는 멀티미디어 트래픽을 지원하기 위하여 효과적인 Medium Access Control(MAC) 프로토콜의 개발이 필요하다. 본 논문에서는 전송할 셀을 가지는 모든 단말기가 요청 슬롯을 통하여 기지국에 슬롯을 요청하면, 기지국은 모든 단말기로부터 수신한 파라미터를 분석하여 우선순위에 따라 슬롯을 할당하는 프로토콜을 제안한다. 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜은 응용서비스를 실시간/일정성, 실시간/가변성 및 비 실시간 서비스로 구분한다. 그리고, 프레임의 전체 슬롯은 구분된 세가지 형태 서비스의 평균 대역폭 크기에 따라 비례적으로 나누어 관련 서비스가 우선적으로 사용할 수 있도록 한다. 기지국에서 슬롯을 할당하는 알고리즘은 비 실시간성을 위하여 정해진 슬롯을 실시간성인 서비스가 공유함으로써 실시간성을 보장한다. 시뮬레이션에서는 제안된 프로토콜을 사용하고 서비스에 따라 슬롯을 구분하는 알고리즘(알고리즘 A) 및 구분하지 않는 알고리즘(알고리즘 B)에 대하여 단말수의 증가에 따른 실시간성 및 비 실시간성인 서비스에 관하여 평균지연시간 및 셀 손실률을 비교한다. 실시간 서비스에 대한 결과는 알고리즘 A의 평균지연시간 및 셀 손실률이 알고리즘 B보다 우수하다는 것을 보여준다.

Abstract

The next generation of wireless network will be probably developed as a mobile communications which will support ATM-based multiMedium traffic. We need to develop an effective MAC protocol in order to support multimedia traffic having variety of QoS characteristics on wireless networks. In this paper, we propose a MAC protocol where mobile terminals having cells to transmit, request slots to base station through requested slot then the base station analyze parameters from mobile and allocate slots to mobile according to priority. The multimedia slot allocation(MSA) protocol divides multimedia applications into real-time/constant, real-time/variant and non real-time services. Entire slots of the frame are partitioned proportionally by size of bandwidth according to three types of services, so that related services can use allocated-slots in priority. The proposed algorithm guarantees real time operation since real-time services share slots allocated for non real-time services. The algorithm which divides slots of the frame is called as an Algorithm A, otherwise as an Algorithm B. The simulation compares by average delay time and cell loss probability between Algorithm A and Algorithm B by increasing number of mobile terminal using the proposed MAC protocol. The simulation result for real-time services shows that average delay time and cell loss probability of Algorithm A is better than those of Algorithm B.

* 正會員, 高麗大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Korea Univ.)

接受日字: 1997年8月11日, 수정완료일: 1998年1月5日

I. 서 론

휴대단말의 멀티미디어 응용이 요구됨에 따라 유선 광대역 망에서 제공하는 다양한 서비스를 무선에까지 확장하여 제공하는 수십 Mbps 급까지의 Asynchronous Transfer Mode(ATM) 셀 기반 무선 멀티미디어 서비스의 필요성이 증대되고 있다. Broadband-Integrated Service Digital Network(B-ISDN) 신호 기능을 가진 ATM은 모든 형태의 서비스와 망에 대해 공통으로 추천되는 기술이다. ATM은 단일 User Network Interface(UNI)에서 Constant Bit Rate(CBR), Variable Bit Rate(VBR), Available Bit Rate(ABR) 및 Unspecified Bit Rate(UBR) 등의 다양한 형태의 서비스를 제공해 줄 수 있을 뿐만 아니라 광범위한 비트율의 접속을 지원하는데 유연하기 때문에 멀티미디어 서비스에 적절한 전송방식이다. 따라서 무선통신은 현재 상용되는 음성위주의 셀룰라 이동통신 및 휴대통신에서 ATM 기반의 멀티미디어 통신을 구현하는 차세대 이동통신으로 발전할 것으로 보인다.

그러나 차세대 이동통신이 다양한 형태의 서비스 및 QoS, 서비스에 따른 다른 전송속도 및 버스트를 갖는 멀티미디어 전송을 지원하기 위하여는 효율적인 MAC 기술이 개발되어야 한다. 현재까지의 MAC 기술은 음성전송을 위주로 개발되고, 여러 단말이 기지국으로 데이터 전송 방식이 'random access' 및 비동기 방식의 전송을 하는 Pure-Aloha^{[1] [2]} MAC 프로토콜이 개발된 이래로 Aloha 프로토콜을 변형시킨 수많은 프로토콜이 제안되고 상용화 되었다. 예를 들면, 비동기 전송대신 동기 전송방식을 도입하여 성능을 향상시킨 Slotted-Aloha^[3] 및 예약 방식을 도입한 Packet Reservation Multiple Access(PRMA)^{[4] [5]} 프로토콜 등이 제안되었다. 최근에는 AT&T Bell Lab.에 의하여 개발된 Adaptive Digital Access Protocol(ADAPT)^[6] 및 Illinois Institutes of Technology에 의하여 개발된 Extended Distributed Queuing Random Access Protocol(XDQRAP)^[7] 및 RACE II의 Mobile Broadband System(MBS) 프로젝트에서 MAC 프로토콜로 개발된 Dynamic Slot Allocation(DSA) 및 DSA** 등의 멀티미디어 전송에 적합한 MAC 프로토콜이 제안되어 관련 IEEE Working Group에 의하여 검토되고 표준화가

예상된다.

DSA 프로토콜은 단말의 데이터 전송률에 따라 버퍼길이 및 처리지연시간 등의 파라미터만을 고려하여 기지국에서 단말에 슬롯 할당을 하였다. 그러나 멀티미디어 서비스들은 특성상 CBR, VBR 및 ABR로 클래스를 분류할 수 있으므로 이들을 고려한 메카니즘이 필요하다. 논문^[12]은 이러한 클래스 분류에 따라 polling 방식과 leaky bucket을 사용한 메카니즘을 제안하였으나 같은 클래스에서도 QoS에 따라서 실시간/비실시간의 특성을 고려하지 않았다. 따라서 본 논문에서는 멀티미디어 트래픽을 RT-CBR, RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR으로 세분하고 이에 따라 프레임을 분할하는 방식을 제안하였다. 또한 각 트래픽 특성에 따라서 DSA 프로토콜과 예약 및 polling 방식을 하이브리드한, 멀티미디어 트래픽 전송에 적합한 MAC 프로토콜을 제안한다.

본 논문의 구성은 미디어 접속 제어 계층에서 별도의 슬롯 할당에 사용될 현재까지 정의된 B-ISDN 서비스 트래픽을 구분하는 내용을 II장에서 보여준다. III장에서는 연결 설정 승인 단계에서 새로운 호 설정 및 통화중 단절을 줄이고, MAC 계층의 과중 업무를 줄이기 위한 연결 설정 승인 알고리즘을 제안하며, IV 장에서는 서비스 특성에 따른 슬롯 할당 구성 및 단말기와 기지국 사이의 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜을 제안한다. V장에서 제안한 프로토콜에 따른 전송 지연 및 셀 손실률 등의 시뮬레이션 결과를 고찰하며 마지막 VI장에서 결론을 맺는다.

II. WATM 프로토콜 구조 및 트래픽 서비스

그림 1은 ATM Forum Wireless ATM Working Group(WATM WG)에서 제안된 WATM 프로토콜 표준 모델을 보여준다. 유선 망과 비교할 때 무선 망은 서비스 품질 측면에서 보면 일반적으로 무선 인터페이스 상에서 서비스 품질은 더 나쁘게 나타나므로 무선 링크상에서 ATM 전송 링크에서와 같은 서비스 품질을 만족하는 것이 또 다른 큰 문제로 남는다. ATM 서비스 품질 파라미터는 셀 손실, 지연시간 및 지연 variation 등인데, 무선 링크상에서 비트 에러율은 무선수용영역 등의 응용 시나리오에 달려있지

만 상대적으로 빈약할 수 있다. 따라서 무선 망에서 이와 같은 문제점과 서비스 품질을 달성하기 위하여 그림 1의 회색 부분에서 보여주는 물리, 미디어 접속 제어 및 데이터 링크 계층으로 구성된 새로운 무선 접속 계층의 개발은 필수적이다. 특히, 공유 미디어 접속은 무선 망에서 낮은 성능을 초래하므로 무선 ATM의 주요 문제중 하나는 데이터 링크 계층에서 적절한 채널 공유/미디어 접속 제어(MAC) 기술을 찾는 것이다.

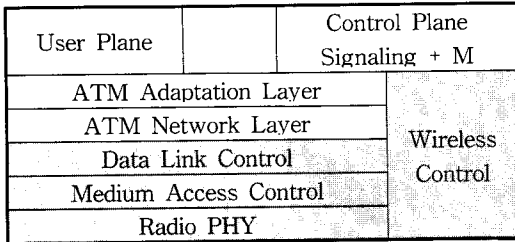


그림 1. 무선 ATM 프로토콜 구조
Fig. 1. Structure of wireless ATM protocol.

또한, 멀티미디어 서비스를 지원하기 위하여 미디어 접속 제어 계층은 음성 및 비디오(CBR 트래픽), 압축된 음성 및 비디오(VBR 트래픽) 및 버스트 데이터(ABR 트래픽)와 같이 다른 형태의 트래픽을 지원해야 한다. 그러므로 본 논문에서는 B-ISDN 네트워크에서 현재 및 미래의 응용 서비스를 고려하여 대표적인 서비스 트래픽을 표 1과 같이 구분한다. 제안하는 멀티미디어 슬롯 할당(MSA) 프로토콜은 표 1과 같이 서비스의 형태를 실시간성이며 일정성(RT-CBR), 실시간성이며 가변성(RT-VBR) 및 비 실시간성(NRT-VBR/ABR)인 서비스로 구분하여 프레임의 슬롯을 각 서비스의 평균 전송속도에 따라 할당한다. 예를 들면, 무선 ATM 망의 목표 전송속도를 155.52Mbps로 가정할 때, 일 차적으로 각 서비스의 평균대역폭에 따라 슬롯을 할당하고 단말로부터 요청된 서비스에 따라 기지국에서 서비스간의 효율적인 슬롯 할당을 해준다. 그리고 세가지 형태의 서비스를 요구하는 단말의 수가 일정하게 증가할 때, 각 서비스 트래픽의 셀 지연시간 및 손실률을 슬롯을 구분하지 않은 경우와 비교한다. 또한, RT-CBR의 서비스는 우선순위가 가장 높고 통계적으로 발생하는 빈도의 수가 가장 크므로 RT-CBR 서비스 단말의 수를 증가시키고, 다른 두가지 서비스 단말의 수는 고정하고 서비스

에 따라 슬롯을 구분한 경우 및 슬롯을 구분하지 않은 경우의 셀 지연시간 및 손실률을 고찰한다.

표 1. 서비스 트래픽
Table 1. Traffics of services.

서비스종류	예 제	대역폭	셀 손실률	셀 지연시간	버스트률
RT-CBR	음성	8 - 64Kbps	$10^{-4} - 10^{-6}$	10 - 150ms	1
	고품질 오디오	1.4Mbps	10^{-6}	500ms - 2s	1
	화상전화	64K - 2Mbps	10^{-9}	150 - 350ms	2 - 5
RT-VBR	화상전화	64K - 2Mbps	10^{-9}	150 - 350ms	2 - 5
	화상회의	128K - 14Mbps	10^{-9}	150 - 350ms	2 - 5
	의료 X-ray	1.5 - 10Mbps	10^{-12}	2s	25
NRT-VBR /ABR	H-H화일 전송	64K - 1.5Mbps	10^{-12}	1 - 500s	1
	PC 화일전송	9.6 - 64Kbps	10^{-9}	10 - 100s	1
	전자신문	2.4K - 2Mbps	10^{-6}	200ms - 10s	2 - 5

III. 제안된 연결 설정 알고리즘

무선 망은 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위하여 작은 크기의 셀(마이크로 셀 또는 피코 셀)에 기반을 둔 구조^[11]를 사용함으로써 구현된다. 마이크로 및 피코 셀룰라 구조는 각 기지국이 제어하는 영역이 작기 때문에 핸드오버 확률을 증가시킨다. 자주 발생하는 핸드오버는 QoS 보장을 어렵게하면서네트워크 트래픽 부하에 급격한 변화를 발생시킨다. 그러므로 새로운 또는 핸드오버 호의 처리는 자원 할당을 극대화하고 더 좋은 QoS 보장을 제공하기 위하여 연결 설정 승인 단계 동안 수행되어야 한다는 것을 보여준다^{[8] [9]}.

무선 ATM 망에서 새로운 또는 핸드오버 연결을 요구하는 휴대단말 사용자는 관련 기지국에 트래픽 클래스, 요구 대역폭 및 최소 요구 대역폭에 관한 정보를 연결 설정 단계 동안 제공한다고 가정한다. 실시간 특성을 갖는 서비스 트래픽의 연결을 위한 최소 요구 대역폭은 허용 가능한 최소한의 QoS 값으로 동작하기 위하여 요구되는 최소한의 대역폭 크기이며, 사용자가

이 정보를 제공한다고 가정한다. 비 실시간 특성을 갖는 서비스 트래픽의 최소 요구 대역폭은 크기에 관계없이 허용 가능한 대역폭이며 망에 의하여 설정된다.

새로운 또는 핸드오버 연결 요청시 기지국에서는 요청하는 서비스의 특성에 따라 연결 설정을 통화중에 전송이 단절되는 것을 가능한 최소화하기 위하여 새로운 연결 요청보다 핸드오버 연결 요청에 우선권을 준다. 즉, 가능한 대역폭이 요구되는 대역폭보다 작은 경우 새로운 연결은 항상 거절되지만 핸드오버는 최소 요구 대역폭이 만족되면 연결이 설정된다. 본 논문의 주제는 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜이나 위와 같이 핸드오버 및 새로운 호에 관한 우선순위 부여, 실시간 또는 비 실시간 트래픽 특성을 고려한 연결 설정 알고리즘(Pseudo code)은 다음과 같다.

```

IF available bandwidth > Request bandwidth
THEN
  accept connection
  allocate requested bandwidth
ELSE /* not enough bandwidth */
  IF new connection THEN
    reject connection
  ELSE /* handoff */
    IF real-time service THEN /* real time
      RT-CBR or real time RT-VBR */
      IF available bandwidth > minimum allowed
        bandwidth THEN
        accept connection
        allocate minimum allowed bandwidth
      ELSE
        reject connection
    ELSE /* non-real time NRT-VBR/ABR */
      IF available bandwidth > 0 THEN
        accept connection
        allocate available bandwidth
      ELSE
        reject connection

```

IV. 멀티미디어 지원을 위한 슬롯 할당 알고리즘

무선 ATM 망에서 MAC 프로토콜이 무선 구간의 데이터 처리율 및 전송 지연에 미치는 영향은 매우 크다. 무선 ATM 망에서는 다수 개의 단말기가 상향 채널을 공동으로 사용하므로 각 단말기는 정보의 전송을 위해서 서로 경쟁한다. 각 단말기의 경쟁적인 전송은 채널에서의 충돌을 발생시키며 충돌이 발생한 패킷은 재 전송을 해야 한다. 최근에는 앞 절에서 언급된

RT-CBR, RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR과 같이 다양한 형태의 멀티미디어 트래픽 전송을 요구한다. 지금까지 수많은 MAC 프로토콜이 제안되어 개발되고 있으나 대부분이 음성을 전송하기 위한 프로토콜이었으며 트래픽에 따라 다른 특성(지연 및 버스트)을 갖는 멀티미디어 데이터 전송에는 적합하지 않았다. 따라서 본 논문에서는 멀티미디어 데이터 전송을 위한 새로운 MAC 프로토콜인 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜을 제안한다.

1. 채널 다중화 및 프레임의 구성

멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜은 각각의 단말기와 관련된 다수의 트래픽 채널이 다중화된 무선 인터페이스인 하나의 물리 채널을 사용한다. 그림 2는 하나의 물리 채널에 다수의 트래픽 채널 다중화를 보여준다.

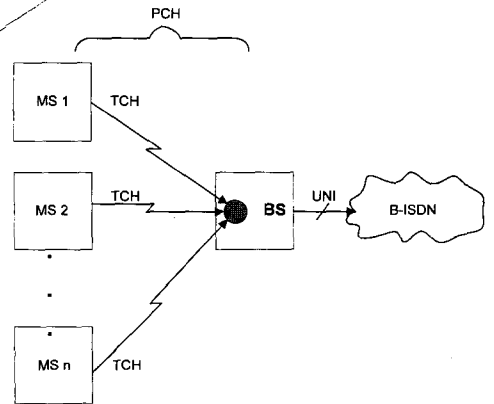


그림 2. 무선 채널의 다중화
Fig. 2. Multiplexing of radio channel.

기지국은 상향 및 하향 링크의 다중화를 관리한다. 즉, 기지국은 관리하는 모든 이동 단말기가 상향 링크의 신호 채널을 통하여 전송한 QoS 파라미터를 검토한 후, 알고리즘에서 정한 우선순위에 의하여 예약 및 polling 신호를 통하여 단말기에 예약된 슬롯을 통하여 데이터 패킷의 전송을 허용한다. 단말기에서 기지국에 전송하는 동적 파라미터는 서비스의 형태 (RT-CBR, RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR), 현재 버퍼에 저장된 ATM 셀의 수 및 첫 번째 셀의 기다린 시간 등이다.

그림 3은 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜에서 사용하는 한 프레임의 구조를 보여준다. 그림에서처럼 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜은 상향 및 하향 링크 사이의 고정된 시간 관계를 가정한다. 이것은 상향링크

각각의 슬롯을 하향 링크의 신호 메시지에 의하여 적절한 트래픽 채널로 할당되는 것을 허용한다. 상향 링크의 한 프레임에서 고정된 특정 슬롯은 요청 슬롯으로 사용되며, 단말은 이 슬롯을 통하여 기지국에 동적 파라미터를 전송한다. 기지국은 단말기로부터 동적 파라미터를 수신하면, 제안된 알고리즘에 의하여 허용된 단말기에 예약 신호 또는 단말기로부터 수신한 마지막 패킷에 관한 승인 신호를 하향 링크 프레임의 고정된 슬롯(예약 및 승인 슬롯)을 통하여 단말기에 전송한다. 그림 3에서 한 슬롯은 한 개의 ATM 셀 크기이고 한 프레임은 5 개의 슬롯으로 구성된다고 가정하고, 한 슬롯을 통하여 4 개의 신호 패킷(4개의 단말기가 동시 슬롯 요청)을 전송할 수 있는 구조를 보여준다. 물론 신호 패킷에는 데이터가 포함되지 않으며, 총 대역폭 및 지원하는 단말의 수에 따라 프레임당 요청 슬롯수를 결정할 수 있다. 위의 경우에 예약 및 승인 메시지는 해당 단말기에 브로드 캐스트 되어야 한다.

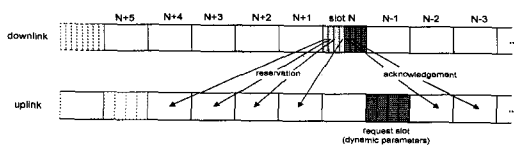


그림 3. MAC 신호 메시지
Fig. 3. Signalling message of MAC.

제안된 프로토콜은 다양한 서비스 트래픽을 지원하고, 3 절에서 언급된 연결 요청에 의하여 승인된 호는 그림 1의 무선 ATM 망 프로토콜 스택에서 보는 것처럼 ATM Adaptation Layer(AAL) 및 ATM 계층을 거쳐 MAC 계층에서는 프로코콜에 의하여 슬롯을 할당하여 각 서비스 트래픽에 대한 ATM 셀 전송을 시작한다. 대역폭 할당시 RT-CBR 특성을 갖는 트래픽은 일정한 데이터가 응용 계층으로부터 전송되지만, RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 특성을 갖는 트래픽은 일정하지 않은 데이터가 MAC 계층으로 전송된다.

표 1에서 정의된 각 서비스의 슬롯 할당을 위한 최대 전송속도는 무선 ATM 망에서 정의한 155.52 Mbps [10]를 가정한다. 한 프레임은 125μs마다 발생하므로 1초에 8000개의 프레임이 발생하며, 최대 전송속도 155.52 Mbps를 구현하기 위하여 프레임당 2430 바이트로 구성해야 한다. 따라서 한 바이트를 한 슬롯으로 가정할 때 프레임은 2430개의 슬롯으로 구

성된다. 표 1에서 RT-CBR 서비스를 위한 평균 전송속도는 823 Kbps, RT-VBR 서비스를 위한 평균 전송속도는 4.62 Mbps이고 NRT-VBR/ABR 서비스를 위한 평균 전송속도는 607 Kbps이다. 그러므로 각 서비스의 평균속도에 의한 비율로 프레임을 구성할 때 각 서비스의 슬롯 수는 그림 4와 같다.

1 frame (2430)			
RT-CBR (338)	RT-VBR (1848)	CABR (180)	NRT-ABR (64)

그림 4. 프레임의 구성(슬롯수)
Fig. 4. Structure of frame(Number of slot).

트래픽 특성에 따라 NRT-VBR/ABR 서비스는 비실시간이므로 그림 4와 같이 다시 두 부분으로 분리한다. Common NRT-VBR/ABR(CABR)은 실시간 서비스인 RT-CBR 및 RT-VBR 서비스 슬롯 할당시 이미 다른 단말이 관련 서비스에 할당된 슬롯을 모두 사용할 때, CABR의 슬롯을 사용할 수 있도록 하며 나머지 NRT-VBR/ABR 슬롯 할당은 NRT-VBR/ABR 서비스만을 위한 최소한의 슬롯이다. 또한, NRT-VBR/ABR 서비스의 효율을 높이기 위하여 기지국에서 polling 방식을 통하여 사용되지 않는 RT-CBR 및 RT-VBR 슬롯을 이용할 수 있도록 한다. 위와 같이 대역폭 할당을 항상 일정한 데이터를 주기적인 시간으로 보내야 하는 RT-CBR 서비스 및 전송해야 하는 데이터가 시간에 따라 변하는 특성을 가지는 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR로 나누어 대역폭 할당 메카니즘을 간단하게 할 뿐만 아니라, 가변적인 데이터의 전송 효율을 높인다. 이에 대한 자세한 알고리즘은 다음 절에서 설명한다.

2. 기지국의 슬롯 예약 알고리즘

그림 5는 RT-CBR 및 RT-VBR 트래픽을 전송하기 위한 단말기의 모드 변환을 보여준다. 트래픽 채널은 어떤 단말을 기지국과의 패킷 전송에 이용된다. 어느 단말이 패킷을 전송하는가를 지시하기 위하여 각 패킷의 MAC 헤더는 단말의 ID를 포함한다. 그림 5에서처럼 단말이 전송할 패킷이 없으면 해당 단말은 경쟁 모드에 있고, 전송할 패킷이 발생하면 해당 프레임의 요청 슬롯을 다른 단말과 경쟁하여 동적 파라미터를 기지국에 전송한다. 기지국은 단말로부터 신호 패킷을 수신하면, 동적 파라미터를 분석하여 서비스

형태, 버퍼의 길이 및 현재 사용 가능한 슬롯등에 따라서 예약 및 승인 슬롯을 통하여 요청한 단말에 예약 신호를 전송한다. 단말이 예약 신호를 기지국으로부터 수신하면, 해당 단말은 경쟁 모드에서 예약 모드로 바뀌며 모든 패킷이 전송할 때까지 예약된 슬롯을 통하여 패킷을 전송한다. 모든 패킷의 전송 후에는 다시 단말은 경쟁모드로 바뀐다. 이와 같이 모드 변환을 통하여 단말은 기지국에 패킷을 전송한다. RT-CBR 서

비스는 고정적으로 할당된 슬롯이 기지국으로부터 예약되며, 고정적으로 할당된 슬롯이 다른 단말기에 의하여 모두 사용되어 가용 슬롯이 없다면, CABR 슬롯을 할당 받는다. 그림 5는 RT-CBR 및 RT-VBR 서비스의 모드 변환을 보여주나 RT-VBR의 서비스는 CABR 슬롯의 할당이 RT-CBR서비스보다 우선순위가 낮은 차이가 있다.

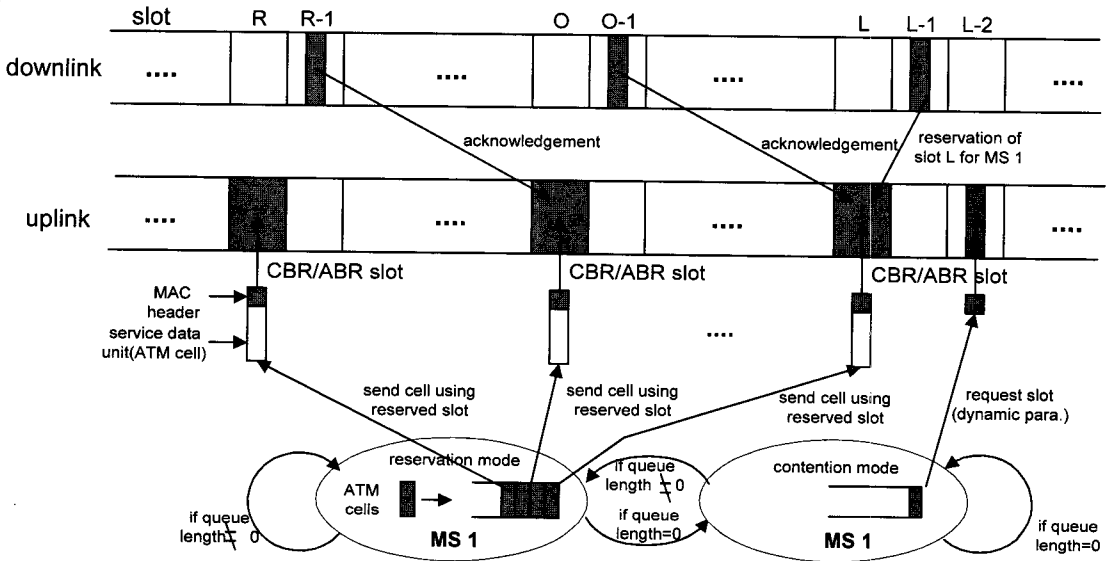


그림 5. RT-CBR/VBR 트래픽의 모드 변환

Fig. 5. Mode transitions of RT-CBR/VBR traffic channel.

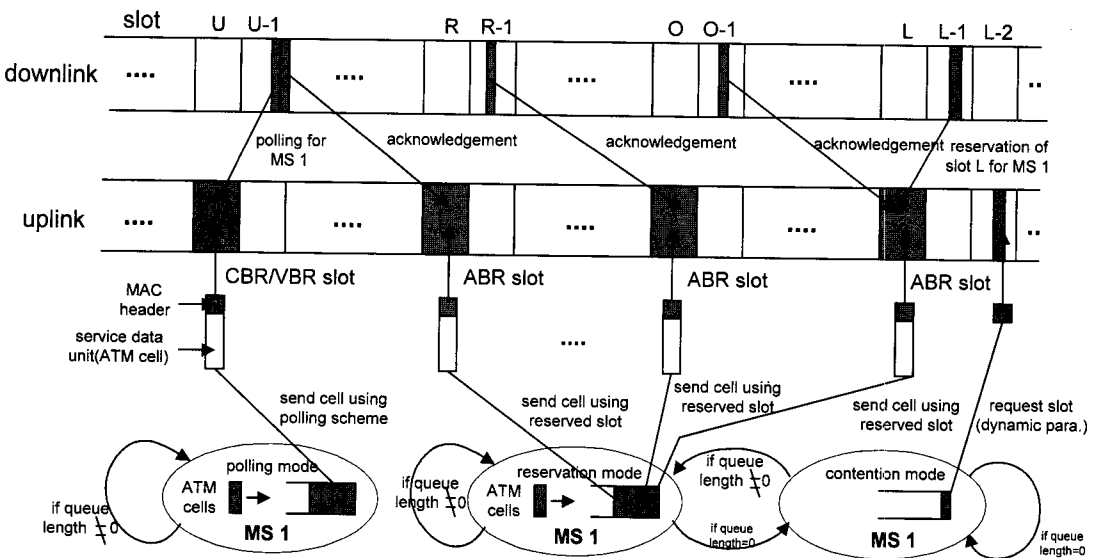


그림 6. NRT-VBR/ABR 트래픽의 모드 변환

Fig. 6. Mode transitions of NRT-VBR/ABR traffic channel.

그림 6은 NRT-VBR/ABR 트래픽을 전송하고자 하는 단말의 모드 변환을 보여준다. 트래픽을 전송하는 단말의 경쟁 및 예약 모드의 변환은 RT-CBR/RT-VBR 트래픽과 같고, 기지국에서 예약하는 슬롯이 프레임 중에서 고정적으로 NRT-VBR/ABR 서비스를 위하여 할당된 슬롯(CABR 및 NRT-VBR/ABR 슬롯)을 사용하는 것이 다르다.

또한 우선 순위에 따라서 CABR 슬롯은 RT-CBR 및 RT-VBR 서비스가 우선적으로 사용한다. 즉, NRT-VBR/ABR 서비스는 비 실시간 서비스이므로 우선 순위가 낮고 고정된 슬롯 할당을 최소한으로 보장한다. 그러나 기지국은 항상 관장하는 단말기의 상태를 알고 있다. 그러므로 만일 사용 가능한 NRT-VBR/ABR 슬롯이 없어서 슬롯 할당을 받지 못한 단말이 있고 RT-CBR 및 RT-VBR 서비스를 위한 고정된 슬롯이 사용 가능할 때, 기지국은 예약 받지 못한 단말에 polling 신호를 전송하여 RT-CBR 및 RT-VBR의 고정된 슬롯을 통하여 NRT-VBR/ABR 서비스를 지원한다. 그러나 polling 신호에 의하여 전송되는 슬롯은 예약된 슬롯이 아니다. 위의 내용에 관한 기지국의 슬롯 예약 알고리즘을 RT-CBR 서비스에 관하여 예를 들며 해당 알고리즘(Pseudo code)은 다음과 같다.

```

START:
Receive packets from mobiles
IF request packets THEN
select RT-CBR services of all services /* select
highest priority services */
LOOP:
select mobile which has the highest queue length
IF available RT-CBR slots THEN
reserve RT-CBR slots
delete request processed
ELSE IF available CABR slots THEN
reserve CABR slots /* reserve common
NRT-VBR/ABR slots */
delete request processed
ELSE no reservation /* no slot available */
GO TO TERM:
END IF
IF is there request THEN
goto LOOP: /* if it is next service requested
*/
END IF
IF available RT-CBR slots THEN
end polling signal to mobile requested
NRT-VBR/ABR services

```

```

ELSE GO TO TERM:
END IF
ELSE /* it is not request packet */
process data packets
END IF
TERM:
END

```

3. 이동 단말기의 슬롯 요청 알고리즘

앞 절에서 설명한 것처럼 단말기는 전송할 패킷이 발생할 때 프레임에 고정적으로 할당된 요청 슬롯을 다른 단말기와 경쟁하여 기지국에 동적 파라미터를 전송함으로써 기지국으로부터 슬롯을 예약 받는다. 만일 슬롯을 기지국으로부터 예약받지 못한 경우는 현재 버퍼에 저장된 셀의 경쟁번호를 한 프레임의 전송마다 1씩 증가시킨다. 경쟁번호가 어느 특정한 값을 가지면 해당 셀을 버퍼에서 제거하여 다음 셀의 전송을 보장하며, 셀을 버퍼에서 제거하는 경쟁번호의 특정값은 각 서비스의 특성에 따라 다른 값을 가질수 있다. 단말기는 마지막 셀을 전송하는 경우 예약된 슬롯을 해지하기 위하여 'last packet' 메시지를 기지국에 전송한다. 위의 알고리즘은 RT-CBR, RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스를 요청하는 모든 단말기에 적용되며, NRT-VBR/ABR 서비스를 요청하는 단말기는 polling 방식을 이용하여 셀을 전송하는 메커니즘이 추가된다. 위의 내용에 관한 RT-CBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스를 요구하는 단말의 슬롯 요청 알고리즘(Pseudo code)은 다음과 같다.

RT-CBR 서비스 단말의 요청 알고리즘

```

START:
IF is there packets THEN /* if mobile has packets
to send */
REQS:
IF available req. slots THEN
send dynamic parameters to BS
IF reserved slots THEN /* if mobile has
received reserve signal from BS */
SEND:
send packets using reserved slots
IF last packet THEN
END
ELSE
GOTO SEND:
END IF
ELSE /* if mobile has not received reserve
signal from BS */
INCC:
increment contention number
IF contention No. > 3 THEN
drop packets
ELSE
GO TO REQS:

```

```

    END IF
  END IF
ELSE
  GO TO INCC:
END IF
ELSE
  GOTO START:
END IF

```

NRT-VBR/ABR 서비스 단말의 요청 알고리즘

```

START:
IF is there packets THEN /* if mobile has packets
to send */
REQS:  IF available req. slots THEN
        send dynamic parameters to BS
        IF reserved slots THEN /* if mobile has
        received reserve signal from BS */
SEND:  send packets using reserved slots
        IF last packet THEN
            END /* if mobile has completed
            sending packets */
        ELSE
            GOTO SEND:
        END IF
    ELSE /* if mobile has not received reserve
    signal from BS */
        IF is there polling signal THEN
            send packets by polling signal
            IF last packet THEN
                GO TO END
            ELSE
                GO TO REQS: /* wait for next
                request slot */
            END IF
        ELSE
            GO TO REQS
        END IF
    END IF
ELSE /* if it is not request slot */
INCC:  increment contention number
        IF contention No. > 7 THEN
            drop packets
        ELSE
            GO TO REQS:
        END IF
    END IF
ELSE
  GOTO START:
END IF

```

V. 시뮬레이션 및 결과분석

1. 시뮬레이션 환경 및 파라미터

본 논문에서 제안된 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜을 사용하고 서비스에 따라 슬롯을 구분한 경우를 알고리즘 A라 하고, 슬롯을 구분하지 않은 경우를 알고리즘 B라 한다. 즉, 알고리즘 B는 프레임의 슬롯을 서비스에 따라 구분하지 않고, 단말의 서비스 요청 순

서에 따라서 기지국으로부터 전체 슬롯중에 가용 슬롯을 할당 받는다. 두 개의 알고리즘에 관하여 단말수의 증가에 따른 평균지연시간 및 셀 손실률에 관한 결과를 비교 분석하기 위하여 시뮬레이션 언어인 SLAM II 언어를 이용하였다. 제안된 MAC 프로토콜에서 요청 및 승인을 위하여 사용되는 신호 슬롯은 제외하여야 하나, 본 시뮬레이션에서는 모든 슬롯이 셀 전송에 사용된다고 가정한다. 그러므로 전체 대역폭을 세가지 형태의 서비스의 평균 대역폭의 합으로 나누면 (155.52Mbps/6.05Mbps) 각 서비스에 대하여 이론적으로 최대 26대의 단말을 셀 손실 없이 전송할 수 있다.

RT-CBR 서비스의 경우는 실시간성이며 일정성의 특성을 가지므로 본 시뮬레이션에서는 RT-CBR 서비스를 요구하는 단말(13 슬롯/프레임)은 할당된 자체 슬롯 및 CABR 슬롯의 크기까지는 항상 슬롯이 할당된다고 가정함으로써 평균전송시간은 125 μ s이며 셀 손실은 없는 것으로 가정하고 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스의 셀 손실 및 평균지연시간을 비교하였다. RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스 단말기가 생성하는 셀의 도착 간격 분포는 Phase-Type Markov Renewal Process(PH-MRPC)의 일종인 Markov Modulated Poisson Process(MMPP) 모델을 가정하였다. 위의 모델을 기본으로 하나의 RT-VBR 서비스 트래픽의 셀은 1초에 577,500 바이트(셀)가 랜덤하게 발생하고, 버스트률(최대 셀 발생수/최소 셀 발생수)은 8로 하였다. 마찬가지로 NRT-VBR/ABR 서비스 트래픽의 셀은 1초에 75,875개의 셀이 랜덤하게 발생하고, 버스트률은 4로 하였다.

표 2. 시뮬레이션 파라미터

Table 2. Parameters of simulation.

	RT-CBR	RT-VBR	NRT-ABR
평균대역폭	0.823 Mbps	4.62 Mbps	0.607 Mbps
슬롯수/프레임	338	1848	244
경쟁번호	0	3	7
셀수/초	104,000	577,500	75,875
버스트률	1	8	4

슬롯 할당을 위하여 버퍼에서 대기중인 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스가 현재 프레임의 슬롯 할당을 받지 못한 경우, 경쟁번호 변수를 두어 1씩 증

가하여 특정한 수에 도달할 때까지 슬롯을 할당 받지 못하면 셀을 버린다. RT-VBR 서비스는 실시간성이므로 경쟁번호를 3으로 하고 NRT-VBR/ABR 서비스는 비 실시간성이므로 경쟁번호를 7로 하였다. 본 시뮬레이션에서는 한 바이트를 하나의 셀로 가정하였으며 한 개의 단말을 기준으로 평균대역폭 및 슬롯 수를 포함한 시뮬레이션 파라미터를 표 2에서 보여준다.

2. 결과분석

본 절에서는 각 서비스 단말의 일정한 증가 및 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR의 수는 고정하고 RT-CBR 단말의 수를 증가시킬 때 평균지연시간 및 셀 손실률을 알고리즘 A 및 알고리즘 B에 적용하여 비교한다.

1) 각각의 서비스 단말이 일정하게 증가하는 경우

RT-CBR, RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스를 요구하는 단말의 수가 똑같이 일정하게 증가할 때 알고리즘 A 및 알고리즘 B를 적용한 경우에 평균지연시간을 그림 7 및 그림 8에서 보여준다.

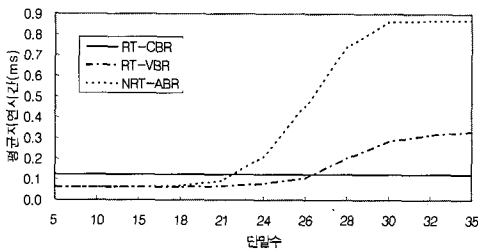


그림 7. 일정한 단말의 증가에 따른 평균지연시간(알고리즘 A)

Fig. 7. Average delay time with increase of constant mobile terminal(Algorithm A).

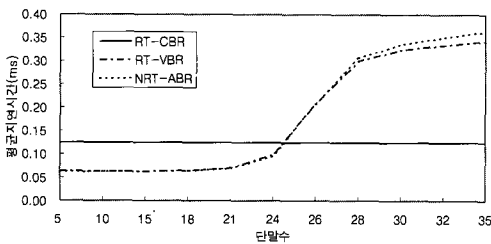


그림 8. 일정한 단말의 증가에 따른 평균지연시간(알고리즘 B)

Fig. 8. Average delay time with increase of constant mobile terminal(Algorithm B).

실시간성인 RT-VBR 서비스의 단말의 수가 35대인 경우 평균지연시간이 알고리즘 A는 0.3ms, 알고리즘 B는 0.35ms로 알고리즘 A가 지연시간이 낮으며, 반대로 비 실시간성인 NRT-VBR/ABR 서비스의 단말의 수가 35대인 경우 평균지연시간이 알고리즘 A는 0.88ms, 알고리즘 B는 0.36ms로 알고리즘 B의 지연시간이 낮다.

그림 9 및 10은 셀 손실률을 보여준다. 셀 손실에 영향을 주는 경쟁번호 파라미터는 RT-VBR 서비스인 경우는 3, NRT-VBR/ABR 서비스는 7이다. 실시간성인 RT-VBR 서비스의 셀 손실률 허용 손실률을 $P_{loss} \leq 1\%$ (cutoff point)로 설정하면, 알고리즘 B는 25대 까지 허용 손실률을 보장하나 알고리즘 A는 27대 까지 보장하여 2대의 단말기를 더 사용할 수 있다는 것을 보여준다. 비실시간 서비스인 경우는 알고리즘 A의 셀 손실률이 높으나 이는 비 실시간성인 특성을 고려하여 경쟁번호를 크게 한다면 셀 손실률을 적게 할 수 있을 것으로 보인다.

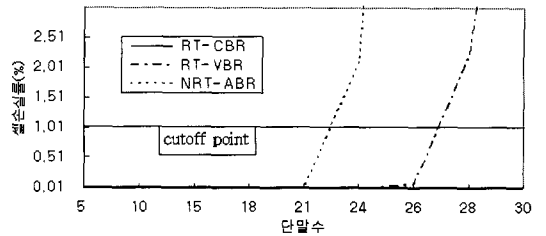


그림 9. 일정한 단말의 증가에 따른 셀 손실률(알고리즘 A)

Fig. 9. Cell loss probability with increase of constant mobile terminal(Algorithm A).

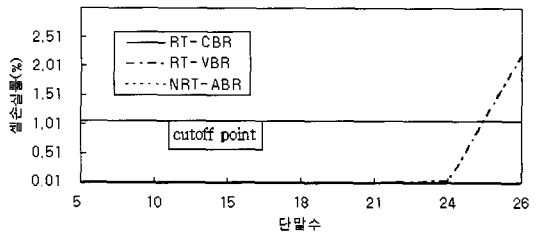


그림 10. 일정한 단말의 증가에 따른 셀 손실률(알고리즘 B)

Fig. 10. Cell loss probability with increase of constant mobile terminal(Algorithm B).

2) RT-CBR 단말이 일정하게 증가하는 경우

정의된 서비스중에서 대부분 전화와 같이 음성만을 전송하는 RT-CBR 서비스의 요청이 많을 것으로 보인다

다. 따라서 본 시뮬레이션에서는 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스 단말의 수는 고정하고 RT-CBR 서비스 단말의 수를 증가시키면서 각 서비스의 평균 지연시간 및 셀 손실률을 비교한다. 고정된 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스 단말의 수는 이론적으로 셀 손실 없이 전송할 수 있는 26대 및 그보다 작은 21대를 지원하는 것으로 가정하였다.

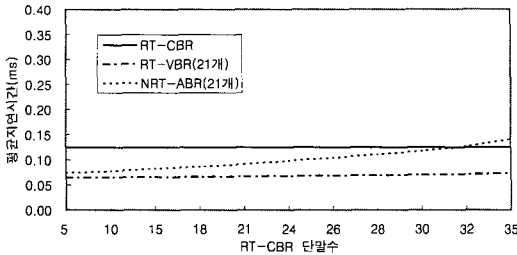


그림 11. RT-CBR 단말의 증가에 따른 평균지연시간 (알고리즘 A : RT-VBR=21대, NRT-VBR/ABR=21대)

Fig. 11. Average delay time with increase of constant mobile terminal. (Algorithm A : RT-VBR=21대, NRT-VBR/ABR=21대)

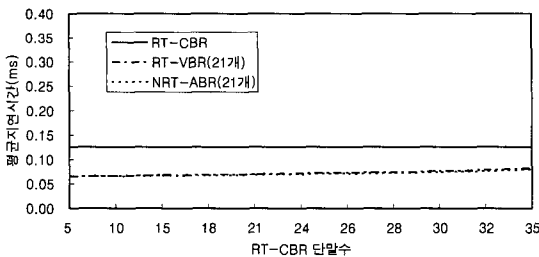


그림 12. RT-CBR 단말의 증가에 따른 평균지연시간(알고리즘 B : RT-VBR=21대, NRT-VBR/ABR=21대)

Fig. 12. Average delay time with increase of constant mobile terminal. (Algorithm B : RT-VBR=21대, NRT-VBR/ABR=21대)

그림 11 및 12는 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스 단말의 수가 21대이며, 그림 13 및 14는 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스 단말의 수가 26대인 경우 알고리즘 A 및 B에 대한 평균지연시간을 보여준다. 단말의 수가 21대인 경우는 NRT-VBR/ABR 서비스의 평균지연시간이 알고리즘 B가 약간 낮으나, 그림 14와 같이 알고리즘 B는 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스 단말의 수가 26대로 증가되면 RT-VBR 서비스의 평균지연시간

은 완만하게 증가하여 RT-CBR 단말의 수가 35대인 경우 0.28ms(알고리즘 A는 0.12ms)로 실시간성을 보장하지 못한다.

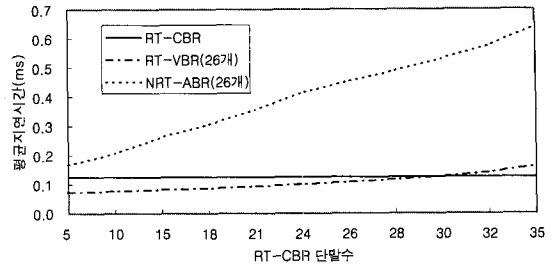


그림 13. RT-CBR 단말의 증가에 따른 평균지연시간 (알고리즘 A : RT-VBR=26대, NRT-VBR/ABR=26대)

Fig. 13. Average delay time with increase of constant mobile terminal. (Algorithm A : RT-VBR=26대, NRT-VBR/ABR=26대)

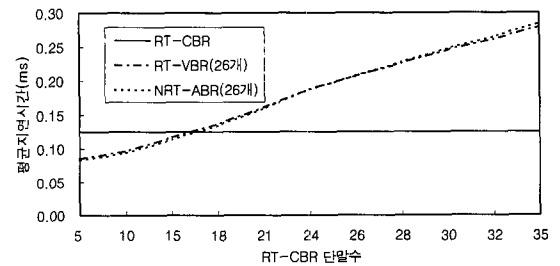


그림 14. RT-CBR 단말의 증가에 따른 평균지연시간(알고리즘 B : RT-VBR=26대, NRT-VBR/ABR=26대)

Fig. 14. Average delay time with increase of constant mobile terminal. (Algorithm B : RT-VBR=26대, NRT-VBR/ABR=26대)

그림 15 및 16은 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스 단말의 수가 21대이며, 그림 17 및 18은 RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 서비스 단말의 수가 26대인 경우 알고리즘 A 및 B에 대한 셀 손실률을 보여준다. RT-VBR 및 NRT-VBR/ABR 단말의 수가 21대인 경우는 알고리즘 A 및 알고리즘 B는 최대 사용 가능한 RT-CBR 단말의 수가 39대 까지 셀의 허용 손실률 ($P_{loss} \leq 1\%$)를 만족하나, 단말의 수가 26대인 경우는 알고리즘 B는 RT-CBR 단말의 수가 22대 까지만 허용 손실률을 보장하고 알고리즘 A는 26대의 RT-VBR 서비스의 허용 손실률을 보장하면서 36대의 RT-CBR 단말을 사용할 수 있는 것을 보여준다.

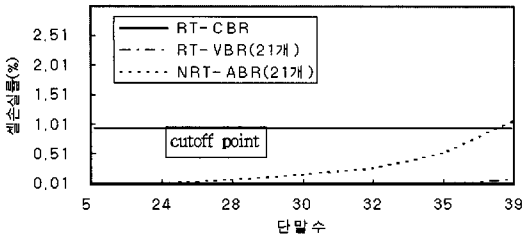


그림 15. RT-CBR 단말의 증가에 따른 셀 손실률(알고리즘 A : RT-VBR=21대, NRT-VBR/ABR=21대)

Fig. 15. Cell loss probability with increase of constant mobile terminal. (Algorithm A : RT-VBR=21대, NRT-VBR/ABR=21대)

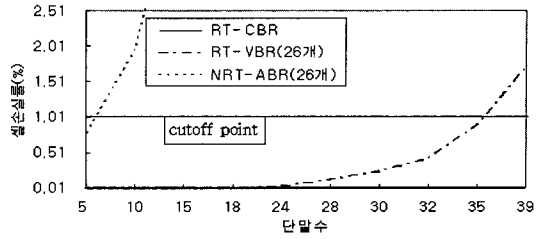


그림 17. RT-CBR 단말의 증가에 따른 셀 손실률(알고리즘 A : RT-VBR=26대, NRT-VBR/ABR=26대)

Fig. 17. Cell loss probability with increase of constant mobile terminal. (Algorithm A : RT-VBR=26대, NRT-VBR/ABR=26대)

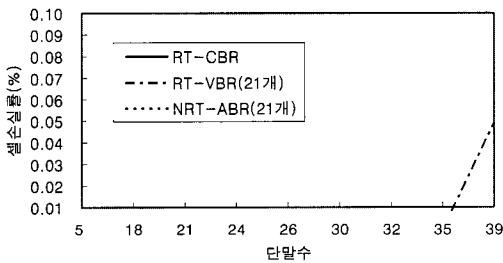


그림 16. RT-CBR 단말의 증가에 따른 셀 손실률(알고리즘 B : RT-VBR=21대, NRT-VBR/ABR=21대)

Fig. 16. Cell loss probability with increase of constant mobile terminal. (Algorithm B : RT-VBR=21대, NRT-VBR/ABR=21대)

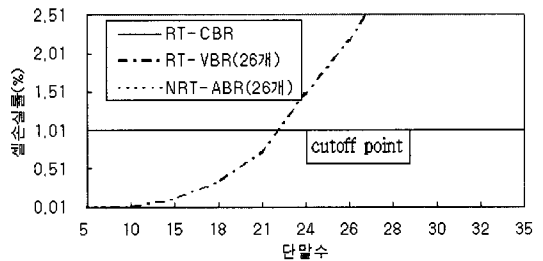


그림 18. RT-CBR 단말의 증가에 따른 셀 손실률(알고리즘 B : RT-VBR=26대, NRT-VBR/ABR=26대)

Fig. 18. Cell loss probability with increase of constant mobile terminal. (Algorithm B : RT-VBR=26대, NRT-VBR/ABR=26대)

위의 시뮬레이션 결과와 같이 비 실시간성인 NRT-VBR/ABR 서비스의 특성을 고려하여 멀티미디어 슬롯 할당 알고리즘은 향후 많은 서비스가 있을 것으로 보이는 RT-VBR 서비스의 단말을 더 많이 사용하면서 지연시간 및 셀 손실률의 QoS를 보장하는 것을 볼 수 있다. 아울러 본 시뮬레이션 프로그램에서는 셀을 생성하는 발생시간 및 네트워크에서 발생하는 지연시간은 고려하지 않고, 단지 전송시간만을 지연시간으로 고려하였다.

VI. 결론

본 논문에서는 차세대 무선 ATM 망이 멀티미디어 트래픽을 지원하기 위하여 다양한 서비스의 특성을 고려한 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜을 제안하였다.

B-ISDN 네트워크에서 현재 및 미래의 응용 서비스를 실시간/일정성, 실시간/가변성 및 비 실시간성인 서비스들로 구분하여 특성에 따라 슬롯 할당을 함으로써 균형있는 QoS 보장을 하는 것을 시뮬레이션을 통하여 보여주었다.

제안한 멀티미디어 슬롯 할당 프로토콜은 멀티미디어 서비스중 수요가 급격하게 증가할 것으로 보이는 화상회의 등과 같은 실시간적이며 가변성을 가지는 서비스에 고정적인 슬롯을 할당하고, 비 실시간성인 서비스에 할당된 슬롯을 공유함으로써 효율적으로 멀티미디어 트래픽을 지원할 수 있다. 또한 본 논문에서 제안한 기지국과 단말기간의 프로토콜은 모든 단말기는 전송할 패킷이 발생하면 관련 파라미터를 기지국에 요청 슬롯을 통하여 전송하기 때문에 기지국은 모든 단말의 상태를 알 수 있으므로 우선순위가 높은 단말기

의 서비스를 처리할 수 있다.

본 논문에서는 기지국과 단말기 사이의 프로토콜 성능 분석은 제공하지 않았으나 향후 이에 대한 수학적 분석이 필요하며, 아울러 서비스의 평균속도에 의한 절대적인 슬롯 구분보다는 실제 사용되는 서비스의 통계자료에 의하여 슬롯 할당을 한다면 제안된 프로토콜은 차세대 무선 망에서 효과적인 MAC 프로토콜로 적용될 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] S. Bellini and P. Borgonovo, "On the Throughput of an ALOHA Channel with Variable Length Packets," IEEE Transactions on Comm., 28:1932-1935, November 1980.
- [2] R. Binder et al, "ALOHA packet broadcasting -a retrospect" Proceedings of the National Computer Conference, 1975.
- [3] L. Kleinrock and S. S. Lam, "Packet Switching in Slotted Satellite Channel," AFIPS Conf. Proc., 42:703-710, 1973.
- [4] S. S. Lam, "An Analysis of R-ALOHA Protocol for Satellite Packet Switching," Conf., Rec., ICC 78, June 1978.
- [5] S. S. Lam, "Packet broadcast networks - A Performance Analysis of the R-ALOHA Protocol" IEEE Transactions on Compu-
ters, 29(7):596-603, July 1980.
- [6] James E, Dail, Miguel A Dajer, Etc., "Adaptive Digital Access Protocol: A MAC Protocol for Multiservice Broadband Access Networks," IEEE Communication Magazine, March 1996.
- [7] Chien-Ting Wu, Graham Campbell, "CBR Channels on a DQRAP-based HFC Network," SPIE Proceedings, Volume 2609, 1995.
- [8] Mischa Schwartz, "Network Management and Control Issues in Multimedia Wireless Networks," IEEE Personal Communications, 2(3), June 1995.
- [9] Carlos Oliveira, Jaime Bae Kim and Tatsuya Suda, "Quality-of-Service Guarantee in High-Speed Multimedia Wireless Networks," IEEE ICC, pp728-734, 1996.
- [10] 한국전자통신연구소, "유.무선 통합 교환기술 연구," pp60, 1996년 12월
- [11] 장경훈, 심재정, 김덕진, 강경훈, "ATM-based PCN에서의 연결 재라우팅을 위한 유선망자원 예약방안", 대한전자공학회 논문지, 제 34권 S편 제2호, 1997.
- [12] Cheng-Shang Chang, Kwang-Cheng Chen, "Guaranteed Quality-of Service Wireless Access to ATM Networks," IEEE JSAC, VOL., 15, pp106-118, January 1997.

저 자 소 개



安 鎔 華(正會員)

1959년 11월 18일생. 1982년 2월 고려대학교 전기공학과 졸업 (공학사). 1984년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1997년 2월 고려대학교 박사과정 수료. 1984년 1월~1994년 2월

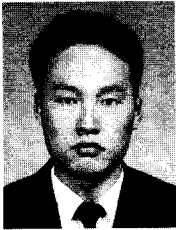
LG전자 책임연구원. 1994년 3월~현재 수원전문대학 전산학과 전임강사. 주관심 분야는 개인이동통신망, 프로토콜, B-ISDN/ATM



張 景 訓(正會員)

1970년 2월 28일생. 1993년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1995년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1998년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사). 1997년

3월~현재 고려대학교 부설 정보·통신기술공동연구소 선임연구원. 주관심 분야는 개인이동통신망, IMT-2000, AIN, B-ISDN/ATM



朴 相 炫(正會員)

1972년 2월 27일생. 1995년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1997년 2월 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1997년 3월~현재 고려대학교 대학원 전자공학과 박사과정. 주관심

분야는 개인이동통신망, IMT-2000, AIN, B-ISDN/ATM

金 惠 鎮(正會員) 第 30卷 A編 第 12號 參照

현재 고려대학교 전자공학과 교수