

다중 클래스 멀티미디어 서비스 지원을 위한 우선 순위 기반 적용형 패킷 예약 매체 접속 접속 프로토콜

정다위, 조영중
아주대학교 정보및컴퓨터공학부

An Adaptive Packet Reservation Multiple Access Protocol with Priority(APRMA_P) for Supporting Multi-Class Multimedia Services

Da-Wi Jeong, Young-Jong Cho
Division of Information and Computer Engineering, Ajou University

요 약

유선 통신과 다르게 무선 통신은 자원의 한정성이란 매체의 특성을 가지고 있어 다중의 사용자가 서로 다른 QoS를 요구하는 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서는 각각의 서비스에 따른 트래픽에 차별화를 두어 매체 접속을 제어하는 것이 효과적인 방법이 될 것이다. 현재, 음성과 데이터를 통합하여 매체 접속 제어를 하는 패킷 예약 다중 접속 방식은 많은 연구가 이루어진 상태이고, 특히, 멀티미디어 지원을 위해 적용형 패킷 예약 다중 접속(APRMA: Adaptive Packet Reservation Multiple Access) 방식의 연구가 진행되었다. 본 논문에서는 멀티미디어 지원을 위한 다른 한가지 방법으로 패킷이 경쟁에 참여할 수 있는 파라미터를 서비스의 종류와 활성중인 슬롯의 수에 따라 조정하여 채널의 효율을 보다 향상시키고 패킷 충돌이 일어날 확률도 감소시킬수 있는 우선 순위 기반 적용형 패킷 예약 매체 접속 방법(APRMA_P: APRMA with Priority)을 제시한다. 제안된 APRMA_P의 성능을 분석하기 위해 시뮬레이션을 통해서 채널 효율을 기존의 APRMA와 비교 분석한다.

1. 서 론

미래의 광대역 이동 통신망과 B-ISDN의 통합은 다양한 종류의 멀티미디어 서비스를 지원하게 되고, 필요한 서비스의 품질을 효과적으로 보장받을 수 있게 만든다. 사용자 입장에서는 유선에서 사용하던 서비스를 이동 무선망과 통합해서 사용할 수 있게 되므로 끈질긴 연결성을 보장받게 되고 공급자 입장에서 B-ISDN이 이동 무선망의 근간으로 사용되므로 무선망의 계획과 전개, 그리고 관리 측면에서 유동적이고 비용면에서도 매우 효과적으로 이득을 얻게 된다.

ATM(Asynchronous Transfer Mode)이 B-ISDN의 스위칭과 트래픽 전송 기술에 사용되게 될 것이라고 ITU-T는 권고하고 있다. 그러면 이동 무선망과 B-ISDN의 통합은 이동 무선망과 ATM기술의 통합이라 할 수 있을 것이다. 이러한 측면이 무선 ATM 접속 시스템과 무선 접속 프로토콜의 발전을 요구하게 되었다. 최근에는 이러한 무선 ATM의 구현을 위한 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 이동 무선망이 ATM을 기본 기술로 하는 유선망에서 지원하는 서비스를 모두 적용할 수 있는 새로운 무선 ATM 매체 접속 제어 방법을 제안한다

데이터와 음성을 통합하여 서비스를 지원하는 매체 접속 접속 제어 방식으로서 패킷 예약 다중 접속(PRMA: Packet Reservation Multiple Access)을 들 수 있다. PRMA에서 음성 서비스는 경쟁에서 이겨 일단 슬롯을 예약한 패킷은 다음 프레임에서도 예약한 슬롯을 계속적으로 사용할 수 있고 데이터 서비스는 매 프레임마다 경쟁하여 슬롯을 할당받는다[1]. 멀티미디어 서비스의 지원을 위해 다양한 서비스를 통합하는 형태의 매체 접속 제어 방식이 대두되었다. 실질적으로 사용자에게 할당되는 채널 용량을 조절하기 위해 다중 입체치 유도 제어 알고리즘을 사용하여 트래픽의 생성속도와 채널 할당량을 동적으로 일치시키는 동적 PRMA(DPRMA: Dynamic PRMA) 방식 연구되었으며[2], 사용자가 요구하는 다양한 서비스에 우선권을 부여해 다중 접속을 허용하는 우선권 기반의 다중 접속(PBMA Priority-Based Multiple Access) 제어 방식이 연구되었다[3][4]. 그리고, 멀티미디어 ATM 서비스를 효과적으로 지원하기 위해 적용형 슬롯 예약 방식과 활성중인 단말의 수에 따라 허가 확률 P를 변화시켜주는 적응적 경쟁 제어 방식을 사용하는 적용형 PRMA(APRMA: Adaptive PRMA) 방식이 연구되었다[5][6]. 본 논문에서는 APRMA를 근간으로 하여 패킷이 경쟁에 참여할 수 있는 확률을 서비스의 종류에 따라 조정함에 의해 채널의 효율을 보다 향상시키고

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

패킷 충돌이 일어날 확률도 감소시킬 수 있는 우선 순위 기반 적용형 패킷 예약 매체 접속 방법(APRMA_P, APRMA with Priority)을 제시한다.

2장에서는 APRMA_P의 근간이 되는 APRMA에 다루고, 3장에서는 APRMA의 성능을 향상시키는 APRMA_P에 대해 다루며, 4장에서는 시뮬레이션을 통해서 채널 효율이 향상됨을 보이고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 적용형 패킷 예약 다중 접속 방식

무선 채널상에서 멀티미디어 ATM 트래픽을 효과적으로 지원하기 위해 동적 매체 접속 제어가 필요하게 되었다. APRMA는 무선상으로 멀티미디어 ATM 트래픽을 전송함에 있어 채널의 효율을 최대한 높게 만들때 초점을 두고 있다. PRMA에 근간을 두고 있는 APRMA의 특징은 다음과 같다[5][6].

- 패킷 전송 : 무선 패킷의 기본 단위로서 ATM 셀이 사용된다.
- 경쟁에 의한 채널 접속 허가 확률 P를 기본으로 한 경쟁 메카니즘을 사용한다
- 적응적 슬롯 예약 : 현재 필요로 하는 대역폭에 따라 동적으로 채널을 예약한다
- 적응적 경쟁 제어 : 현재 활성 중인 슬롯의 수와 관계하여 p-파라미터를 변화시켜 적용적으로 경쟁을 제어한다.

단말기는 경쟁에 참여할 시점에서 p-파라미터를 생성하여 채널의 상태에 따라 주어진 허가 확률 P와 비교하여 경쟁에 참여할 수 있다. APRMA에서의 적용형 알고리즘은 서로 다른 가변적 비트율을 가지는 멀티미디어 트래픽을 완전하게 지원하기 위해 사용되어진다. 이 알고리즘은 트래픽의 변화에 따라 단말기에게 채널을 동적으로 할당한다. 결론적으로 APRMA는 일반적인 모든 트래픽을 지원할 수 있고 적응적 슬롯 할당 방법으로 채널의 효율을 향상시키는 매우 유용하고 탄력적인 매체 접속 방식이다.

APRMA의 채널은 기본적으로 TDM이고 N개의 타임슬롯을 가지는 프레임 구조로 되어 있다. 각 타임슬롯은 한개의 ATM 셀과 제어 정보를 위한 프로토콜 오버헤드가 포함된 하나의 패킷을 전송한다. 상향 채널과 하향 채널의 구분은 TDD나 FDD를 모두 사용할 수 있다. 본 논문에서는 적용의 편의를 위해 FDD를 고려하였다.

기본적으로 상향 타임슬롯은 이미 사용중인 예약(R: Reservation) 상태와 전송할 정보를 가진 단말들이 경쟁하기 위해서 가용(A: Available)한 상태로 나뉜다. 슬롯의 예약은 기지국에 의해서 제어되고, 각 상향 슬롯의 상태 정보는 하향 트래픽에 포함되어 단말에게 전송된다. 슬롯 예약은 상향 프레임 상에서 가용한 타임 슬롯들을 경쟁하여 얻을 수 있다. 단말로부터 전송하기 전에 ATM 셀은 일시적으로 단말의 출력 버퍼에 저장되어진다. 각 단말은 저장된 셀의 수에 따라서 프레임의 가용한 슬롯을 예약하기 위해 경쟁한다. 하나의 단말은 다음 세가지지를 모두 만족할 경우에 경쟁이 허가되어진다.

- 슬롯은 경쟁을 위해 가용한 상태이어야 한다.
- 단말기는 예약할 슬롯보다 더 많은 ATM 셀을 버퍼에 저장하고 있어야 한다
- 단말기에 의해 생성된 p-파라미터는 0과 1사이의 값을 가져야

하며 허가 확률 P보다 작은 값을 가져야 한다.

위의 두번째 조건은 단말기가 자신의 대역폭을 자동적으로 증가시키는 것을 허용하며, 세번째 조건은 충돌 확률을 줄여주고 두 개 이상의 단말이 계속적으로 모든 가용한 채널을 요구하므로써 생기는 교착 상태를 막아준다. 만약 한 단말로 부터 전송된 패킷이 충돌없이 받아진다면 기지국은 슬롯을 예약한다. 예약된 슬롯은 단말기가 계속적으로 예약된 슬롯에 보낼 패킷이 있는 한 다음 프레임에서도 계속 유지된다. 만약 슬롯이 사용되지 않으면 기지국은 예약을 해제한다. APRMA에 대한 프레임 구조를 그림 1(a)에 도시하였다.

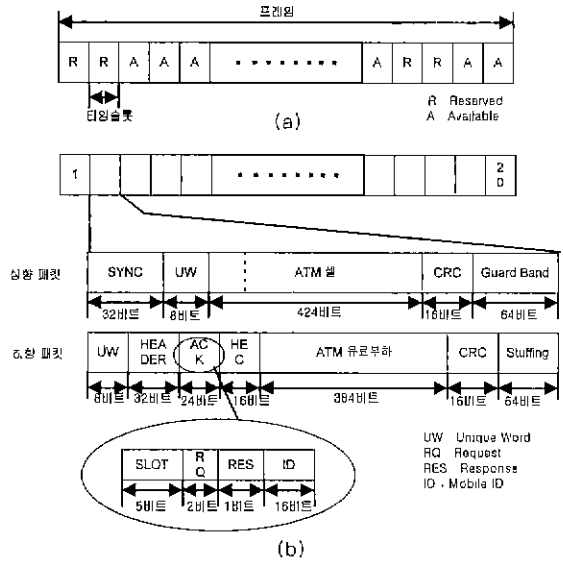


그림 1. (a) APRMA의 프레임 구조, (b) APRMA의 패킷 구조

그림 1(b)는 APRMA의 패킷 구조를 도시하고 있다. 프레임당 슬롯의 수는 채널의 부하 정도, 셀 전송 지연, 패킷 생성율, 그리고 트래픽 종류에 따라 고려되어야 한다. 하나의 프레임당 20개의 타임슬롯을 포함하는 경우가 지연이 적고 채널의 효율이 좋은 결과를 나타낸다고 참고 문헌[6]에서 기술하고 있다.

3. 제안된 우선 순위 기반 적용형 패킷 예약 다중 접속 방식

APRMA 매체 접속 제어의 특징은 적응적인 방법에 의해 다양한 비트율을 요구하는 서비스를 지원할 수 있고 활성중인 슬롯의 갯수에 따라 허가 확률을 변화시키므로 경쟁 확률을 줄이고 채널의 효율을 높일 수 있다. 그러나, 일정한 프레임 구조를 가지고 다양한 멀티미디어 서비스를 지원하는데는 한계가 있다. 따라서 서비스의 종류와 활성중인 슬롯의 수에 따라 우선권을 결정하고 이 결정된 우선권을 가지고 경쟁에 참여하므로 충돌이 일어날 확률을 최소화할 수 있다. 이러한 방식을 우선 순위 기반 적용형 패킷 예약 다중 접속 (APRMA_P) 이라고 부른다.

우선권을 고려한 적응적 패킷 예약 다중 접속 방식을 위해 다음과 같이 가정한다. 하나의 프레임은 총 N개의 타임 슬롯으로 구성되어 있다. 단말이 한개 이상의 슬롯을 요구할 수 있으면 단말이 요구하는 슬롯의 수를 α 라 하고, 이 α 는 $N/2$ 를 넘지 않는다고 가정한다. 현재 사용중인 슬롯의 갯수를 n개라 한다. 그리고, 서비스의 종류를 요구하

는 슬롯의 수에 따라 분류하는 것만이 아니라 요구하는 QoS를 포함하여 구분한다. 정확한 품질을 원하지만 지연을 견딜 수 있는 서비스를 타입 I 이라고 하고 품질의 지하는 견딜 수 있어도 지연에 민감한 서비스를 타입 II 라고 구분한다. 이에 따라 다음과 같이 표 1에 따라 우선권을 결정한다.

표 1. 우선권 부여를 위한 지표

	타입 II	타입 I
$\alpha < N/4$	우선권 I	우선권 II
$\alpha \geq N/4$	우선권 III	우선권 IV

그리고 활성중인 슬롯의 수에 따라 우선권 부여의 순서를 다음과 같이 바꾼다.

만약 $N - n < \frac{N}{2}$ 이면 우선권 I, II, III, IV의 순서로 p-파라미터를 높게 책정하고, $N - n \geq \frac{N}{2}$ 이면 우선권 IV, III, II, I의 순서로 p-파라미터를 높게 책정한다. 따라서 우선권에 따라 결정된 p-파라미터를 허가 확률 P와 비교함으로써 경쟁에 참여할 수 있게 된다. 즉, 활성중인 슬롯의 수가 많으면 슬롯을 적게 요구하는 단말중에서 보다 높은 서비스 품질을 요구하는 단말에게 높은 p-파라미터 값을 주고, 활성중인 슬롯의 수가 적은 경우에는 이와 반대로 p-파라미터 값을 할당한다. 이렇게 함으로써 경쟁에 참여하는 단말의 수를 조정하게 되어 채널의 효율을 최대한으로 높게 되고, 요구하는 서비스의 질에 따라 합리적인 지연이 이루어지게 된다.

본 논문에서 제시하는 APRMA_P프로토콜은 기존에 존재하는 APRMA에서 p-파라미터를 다양한 조건을 갖는 우선권에 따라 결정하므로 채널의 효율과 요구되어지는 QoS를 만족시키고자 하였다. 따라서 위에서 제시한 정책외의 것은 기존의 APRMA와 같다.

4. 시뮬레이션을 통한 성능 분석

APRMA와 APRMA_P의 채널 효율을 비교하기 위한 성능 요소들 식(1)과 같이 정의하였다.

$$\text{채널 효율} = \frac{\text{패킷 전송에 성공한 슬롯 수}}{\text{전체 슬롯 수}} \quad (1)$$

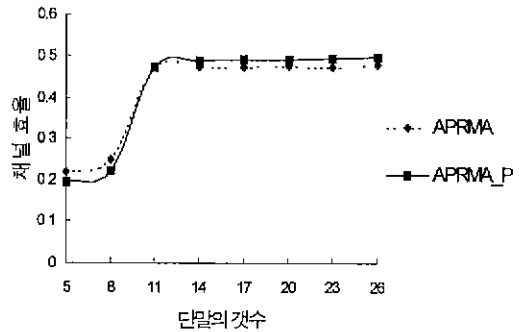
표 2. 시뮬레이션을 위한 파라미터

패킷당 슬롯 수	20 개
슬롯 길이(시간)	60 나이트(260 μsec)
전파 지연 시간	1 μsec
패킷 생성 분포	지수 분포
재전송 지연 시간 분포	지수 분포
우선권 I 서비스를	32kbps
우선권 II 서비스를	20kbps
우선권 III 서비스를	150kbps
우선권 IV 서비스를	150kbps

시뮬레이션을 위해 대가지의 대표적인 서비스를 고려하였다. 3장의 표 1에서 기술한 우선권을 위한 지표에 따라 지연에 민감한 음성을 우선권 I, 정확한 품질을 요구하는 데이터에 우선권 II, 정확한 품질을 요구하지는 않지만 실시간 서비스를 요구하는 화상 회의 서비스

를 우선권III로, 그리고 정확한 품질을 요구하는 원격 진료 서비스를 우선권 IV로 가정하였다. 시뮬레이션에 사용한 시스템 파라미터를 표 2에 기술하였다.

그림 2는 단말 갯수의 변화에 따른 채널 효율을 보여주고 있다. 단말의 갯수가 적은 경우에는 채널 효율이 문제시 되지 않지만 단말의 갯수가 많은 경우의 채널의 효율은 서비스에 직접적인 영향을 미치게 된다. 그림 2에서 보는 것과 같이 단말의 갯수가 10개 이상이면 안정적인 채널 효율을 나타내며, APRMA_P가 APRMA 보다 약간의 성능 향상을 보임을 알 수 있다. 채널 효율만이 아니라 지연 측면에서도 서비스에 따른 지연 시간의 분산이 적게 나타날 것으로 기대된다.



5. 결론

무선 ATM 환경하에서 멀티미디어 서비스의 지원과 필요한 서비스 품질을 효과적으로 보장하기 위한 매체 접속 제어의 한 방법인 APRMA에 대해 알아보고, 다양한 멀티미디어 서비스를 효과적으로 지원하고 APRMA의 채널 성능을 향상시키기 위한 방법으로 APRMA_P 프로토콜을 제시하였다. 그리고, 시뮬레이션을 통해 채널 효율이 향상됨을 보였다. 미래 통신의 주된 목표가 QoS를 보장한 다양한 멀티미디어 서비스의 지원이라고 할 때, 이에 적합한 매체 접속 제어 방식에 대한 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다

참고문헌

- [1] X. Qin and V.O.K.Li, "A Unified Performance Model for Reservation-Type Multiple-Access Schemes", *IEEE Trans. on Veh. Tech.*, Vol.47, No.1, February 1998.
- [2] Z. J. Hass and D. A. Dyson, "The Dynamic Packet Reservation Multiple Access Scheme for Multimedia Traffic", *ICUPC'98*, pp 1640-1644, 1998
- [3] F. Khan and D. Zeghlache, "Priority-Based Multiple Access(PBMA) for Statistical Multiplexing of Multiple Services in Wireless PCS", *ICUPC'96*, pp 17-21, 1996.
- [4] P. M. Sales and P. Roberto, "Performance of Priority-Based Multiple Access with Dynamic Permission(PBMA_DP) for Multimedia Wireless Networks", *ICC'98*, pp. 161-165, 1998
- [5] S. Norskov, et. al, "Base Station with APRMA Protocol for Mobile ATM Networks", *ACTS Mobile Communication Summit*, pp 411-416, 1997
- [6] K. H. Le, S. Norskov, L. Dittmann and U. Gliese, "Base Station MAC with APRMA Protocol for Broadband Multimedia ATM in Micro/Pico-Cellular Mobile Networks", *VTC'98*, pp 234-238, 1998