

제 3 세대 이동통신 시스템을 위한 예약 위주의 매체 접속 제어 프로토콜

정회원 양순성*, 이균하*

Reserve Based Medium Access Control(RB-MAC): A new multiple access scheme for third generation mobile communication system

Soon-Sung Yang*, Kyoon-Ha Lee* *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 International Mobile Telecommunication System-2000(IMT-2000)에서 음성 서비스와 데이터 서비스를 지원하기 위한 매체 접근 제어 (MAC) 프로토콜을 제안한다. 제안된 프로토콜에서는 음성 트래픽과 데이터 트래픽 모두 예약 모드에서 전송된다. 본래 예약 모드는 음성 트래픽 전송을 위해 제안된 것이지만, 데이터 트래픽을 예약 모드를 사용해 전송함으로써 각 데이터 터미널이 예약 절차를 수행하는 빈도를 줄일 수 있다. 시스템 변수들을 찾고, 시스템 성능을 평가하기 위해 모의 실험을 하였으며 그 결과, 제안된 프로토콜이 음성 서비스와 데이터 서비스를 함께 지원하는 시스템에서 적당하며, 데이터 트래픽 전송을 위해 예약 모드를 사용하지 않는 다른 시스템들에 비해 성능이 우수함이 나타났다.

ABSTRACT

In this paper, we propose medium access control(MAC) protocol for international mobile telecommunication system-2000(IMT-2000) that can support both voice and data services. In the proposed protocol, both voice and data traffic transmitted in reservation mode, which is originally proposed for voice traffic transmission. Transmitting data traffic in reservation mode can reduce the frequency of reservation procedure of each data terminal. Simulation is performed to find system parameters and to evaluate system performance. Simulation result shows that proposed protocol is appropriate for integrated voice/data system and is superior to other systems which are not using reservation scheme for data traffic transmission.

I. 서 론

무선 시스템은 다가오는 21세기의 통신 수요를 만족시키는데 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대되고 있으며^{1), 2)}, 이에 따라, 현존하는 다양한 이동통신 네트워크에서 사용되고 있는 서로 다른 무선 기술들을 수렴하고, 사용자의 다양한 서비스 요구를 충족시킬 수 있는 차세대 무선 기술이 필요함은 명확하다.

이러한 요구 사항을 만족하기 위하여, ITU에서는 1990년대 초반부터 International Mobile Telecommunications-2000(IMT-2000) 시스템에 대한 표준화 작업을 시작하였으며, 이미 stage 2에 해당하는 기능 개체 및 정보 흐름의 정의가 종료되고 현재는 stage 3에 대한 표준화가 진행 중에 있다. 현재의 무선 시스템에서와 마찬가지로 IMT-2000 시스템에서도 음성 서비스가 주요 트래픽 발생 요인이 될 것이지만, 서비스의 질에 있어서는 유선 시스템에서

* 인하대학교(ssyang@amadeus.etri.re.kr)

논문번호 : 98517-1127, 접수일자 : 1998년 11월 27일

의 음성 서비스와 견줄만한 수준이 될 것이다. 이밖에도, IMT-2000 시스템에서는 데이터, 멀티미디어, 인터넷 서비스, 가상 홈 환경, 국제적 로밍 등과 같은 서비스의 제공을 목표로 하고있다^[2].

보다 많은 이동통신 사용자에게 양질의 서비스를 제공하는데 있어서, 제한된 무선 대역 폭은 IMT-2000 시스템을 설계·구현하는데 있어서의 주요 난항 중 하나로 작용하고 있으며, 이를 해결하기 위해 효율적인 다중 접속 방식 또는 매체 접근 제어(MAC) 프로토콜을 사용하는 것이 필수적이다. 지금까지 접근망에의 무선 접속에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으며 특히, 음성 서비스와 데이터 서비스를 함께 제공하기 위해 PRMA^[3, 4]의 확장된 방법들인, Integrated Packet Reservation Multiple Access(IPRMA)^[3, 4, 5], Joint CDMA/PRMA^[6], Dynamic-TDMA^[7] 등이 제안되었다.

이와 같은 MAC 프로토콜에서는 하나의 채널이 시간적으로 연속된 프레임들로 구성되어지며, 각 프레임은 다시 고정된 크기의 슬롯들로 나뉘어진다. 슬롯은 용도에 따라서 예약 슬롯과 전송 슬롯으로 구분되는데, 예약 슬롯은 채널 예약 절차동안 사용되며 전송 슬롯은 예약 절차에 의하여 각각의 이동 단말이 획득한 슬롯으로서 실제 트래픽 전송에 사용된다. 이동 단말이 트래픽을 전송하는 방법에는 사용하는 슬롯의 성격에 따라서 두 가지 모드로 구분된다:

1) 예약 모드: 음성 트래픽을 생성하는 단말의 경우, talkspurt가 시작될 때 하나의 전송 슬롯을 예약하기 위해 수행하는 일련의 과정을 예약 절차라고 하며, 이를 수행중인 단말은 경쟁 모드에 있다. 전송 슬롯의 예약에 성공한 단말은 경쟁 상태에서 전송 상태로 전이하게 되며, talkspurt가 끝날 때까지 매 프레임마다 자신이 예약한 전송슬롯을 사용해 패킷을 전송한다.

2) 경쟁 모드: 랜덤 데이터 트래픽을 생성하는 단말의 경우, 예약 모드에서와 유사한 방법으로 전송 슬롯을 예약한다. 예약 모드에서는 한 프레임 내에서 하나의 전송 슬롯을 예약할 수 있는 반면, 경쟁 모드에서는 여러 개의 전송 슬롯을 예약 할 수 있다. 그러나 예약한 전송 슬롯은 1회에 한하여 사용되며, 전송할 트래픽이 남아 있는 경우 경쟁 모드 절차를 반복해야 한다.

위와 같은 기존의 채널 접근 방식은 데이터 단말의 빈번한 예약 절차 수행을 초래하며, 단말의 예약 절차 시, 잦은 충돌로 시스템 성능을 저하를 초래하게

된다^[8]. 이러한 문제는 트래픽 부하가 높고, 시스템 내에 데이터 단말이 많은 경우에 더욱 심각해지게 된다.

본 논문에서는 제 3세대 이동 통신 시스템에서 음성 및 데이터 트래픽의 효율적 전송을 위해 새로운 매체 접근 제어 프로토콜인 Reserve Based MAC (RB-MAC)을 제안한다. RB-MAC은 PRMA를 기반으로 하고 있으며 프로토콜들과는 달리 데이터 단말의 트래픽이 일정 시간동안 발생되지 않았다고 판단될 때까지 전송 슬롯을 연속된 프레임에서 사용한다. 결과적으로, RB-MAC 프로토콜은 데이터 단말의 예약 절차 회수를 줄임으로써, 채널 접근 시 충돌 발생 빈도를 감소시켜 시스템의 성능을 개선시킬 수 있다.

II. 시스템 구조

RB-MAC 시스템은 단일 셀 환경을 가정하고 있고, 하나의 기지국과 여러 개의 이동 단말들로 구성된다. 기지국은 고정 백본망의 한 부분이며, 이동 단말간의 모든 트래픽을 중계해 준다. 이 시스템은 순방향 채널과 역방향 채널이 서로 다른 주파수 대역을 사용한다.

시스템 내에는 음성 단말과 데이터 단말이 존재한다. 음성 단말은 고정 비트율(Constant Bit Rate)로 음성 패킷을 발생시키고, 전송되지 않았거나 폐기되지 않은 패킷들을 저장하기 위해 작은 용량의 버퍼를 가지고 있다. 데이터 단말은 랜덤하게 트래픽을 발생시키며, 전송되지 않은 패킷들을 저장하기 위해 큰 용량의 버퍼를 가지고 있다. 음성 서비스는 시간에 종속적인 서비스 특성 때문에 일정 시간동안 전송이 지연된 패킷은 폐기되어 진다. 따라서 음성 단말은 작은 용량의 버퍼로도 동작이 가능하다.

RB-MAC 시스템의 채널 구조는 패킷 전송을 지원 하는 CDMA 시스템^[9]에 근거를 두고 있다. 음성 트래픽 전송만을 지원하는 시스템에서는 서킷 스위칭 네트워크를 사용하는 것이 패킷 스위칭 네트워크를 사용하는 것 보다 더 적당하다. 하지만 전자는 랜덤한 데이터 트래픽을 전송하기에는 효과적이지 못하다. 패킷 스위칭 네트워크는 음성과 같은 CBR 서비스를 지원하기 위해 가상 서킷 모드를 지원한다. 가상 서킷 모드는 단말이 매 프레임마다 패킷을 전송할 수 있도록 보장해 줌으로써 제공되며, 본 시스템에서는 음성 트래픽의 전송뿐 아니라 데이터 트래픽의 전송을 위해서도 가상 서킷 모드를 사용한다.

III. RB-MAC 프로토콜

1. 채널 구조

시스템의 순방향 채널과 역방향 채널은 각각 제어 채널과 전송 채널로 나뉘어 진다. 각 채널은 연속된 프레임들로 이루어지며, 순방향 제어 채널과 역방향 제어 채널의 프레임은 예약 슬롯들로 이루어지고, 역방향 전송채널의 프레임은 전송 슬롯들로 이루어진다. 순방향 전송 채널은 기지국에 의해 제어되므로 특별한 채널 접속 방법이 필요 없다. 그림 1은 역방향 채널 구조를 나타내며, 순방향 채널 구조도 동일한 구조를 갖는다.

전송 슬롯은 패킷 전송에 사용되며 음성 단말이나 데이터 단말은 하나의 전송 슬롯을 사용해 한 개의 패킷을 전송한다. 예약 슬롯은 예약 절차를 위하여 사용되며, 이에 대한 설명은 다음 절에서 다루도록다. 제어 채널 프레임의 마지막 슬롯은 기지국이 예약 슬롯 사용 확률 등과 같은 시스템 변수들을 이동 단말들에 방송하기 위하여 사용된다.

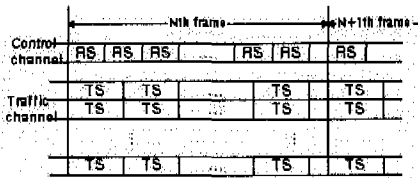


그림 1. 역방향 채널 구조 (RS: 예약 슬롯, TS: 전송 슬롯)

2. 예약 절차

음성 단말이나 데이터 단말이 패킷을 전송하기 위해서는 반드시 전송 슬롯을 예약해야 한다. 이 예약 절차가 그림 2에 보여지고 있다. 예약을 하기 위해 경쟁 단말은 확률 β 로 예약 슬롯을 사용해 예약 프레임(Resv)을 보낸다. 프레임 형식이 그림 3에 보여지고 있다. 예약 프레임은 단말 식별 번호(SID) 필드와 터미널 종류(COT) 필드를 가진다. COT는 음성 단말인 경우 0, 데이터 단말인 경우 1로 채워지며, 이는 기지국이 채널 접근을 위해 쓰이는 변수들을 갱신하는데 사용된다. 예약 프레임을 수신한 기지국은 유휴 전송 슬롯이 있는가를 검사한다. 유휴 전송 슬롯이 있는 경우, 기지국은 SID와 할당된 전송 슬롯 번호를 전송함으로써 수신한 예약 프레임에 대한 응답을 한다. 유휴 전송 슬롯이 없는 경우, 기지국은 수신한 예약 프레임에 대한 응답을 하

지 않으며 채널 예약은 실패하게 된다. 경쟁 단말은 예약 슬롯 동안 자신이 보낸 예약 프레임에 대한 응답을 기다린다. 경쟁 단말은 이 응답을 받음으로써 채널 예약에 성공했다는 것과 어느 전송 슬롯을 사용할지 알게된다.

둘 이상의 이동 단말이 같은 예약 슬롯에서 예약 프레임을 보낸 경우, 충돌이 발생하게 된다. 이 경우 경쟁 단말은 자신이 보낸 예약 프레임에 대한 응답을 받을 수 없으며, 자신이 사용한 예약 슬롯이 끝날 때까지 응답을 받지 못하면 예약이 실패했다고 간주한다. 한 예약 슬롯에서 채널 예약에 실패한 경쟁 단말은 계속해서 다음 예약 슬롯의 사용을 시도한다.

단말들이 한 예약 슬롯에서 예약 작업을 수행한 후, 기지국과 시스템내의 모든 이동 단말들은 다음 예약 슬롯의 사용 확률 β 를 갱신하기 위해 백오프 절차를 수행한다. 본 논문에서는 [10]에서 사용된 간단한 백오프 방법을 사용했으며, 그 방법은 다음과 같다. 예약이 성공적으로 되었을 경우, β 는 변하지 않는다; 충돌이 발생했을 경우, β 는 2로 나누어진다; 시스템 내의 모든 이동 단말이 예약 프레임을 전송하지 않았을 경우, β 는 2로 곱해진다.

음성 단말은 한 프레임에서 하나의 전송 슬롯만 예약할 수 있다. 그러나, 데이터 단말은 한 프레임 내에서 최대 R_{max} 개까지 전송 슬롯을 예약할 수 있다. 데이터 단말은 R_{max} 개의 슬롯을 예약할 때까지 예약 절차를 계속해서 수행한다. 하지만, 이런 데이터 단말의 예약 슬롯 사용 확률은 각 단말들이 이미 예약한 전송 슬롯의 개수와 반비례하게 된다.

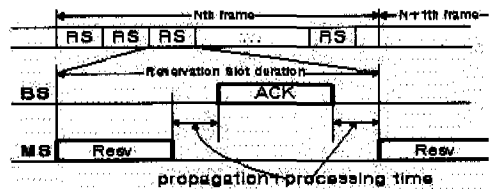


그림 2. 예약 절차 (BS: 기지국, MS: 이동 단말, Resv: 예약 프레임, ACK: 예약 프레임에 대한 응답)

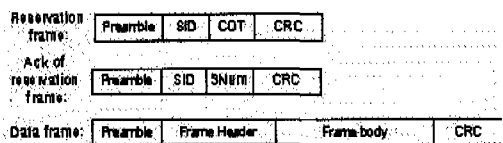


그림 3. 프레임 형식

3. 음성 트래픽 모델

본 논문에서는 음성 단말이 음성 활동 검출기(VAD)에 의해 talkspurt와 silence의 패턴을 생성하는 모델을 사용하였다^[10, 11]. 음성 단말의 트래픽은 talkspurt 상태와 silence 상태를 교대로 반복하는 패턴을 따르며, 또한, talkspurt 상태 내에서 mini-spurt 상태와 mini-gap 상태를 반복한다. silence 상태에 있던 단말은 트래픽 생성이 시작되면 mini-spurt 상태로 전이하며, mini-spurt 상태에 있던 단말은 mini-spurt가 끝나면 silence 상태로 전이한다. silence에서 mini-spurt로, mini-spurt에서 mini-gap으로, mini-spurt에서 silence로, mini-gap에서 mini-spurt로의 전이 확률은 각각 식 (1), (2), (3), (4)와 같으며, 이 식들에서 F 는 프레임 주기, t_1, t_2, t_3, t_4 는 각각 음성단말이 silence, mini-spurt, talkspurt, mini-gap 상태에 머무르는 시간이다.

$$a1 = 1 - e^{-F/t_1} \tag{1}$$

$$a2 = 1 - e^{-F/t_2} \tag{2}$$

$$\beta1 = 1 - e^{-F/t_3} \tag{3}$$

$$\beta2 = 1 - e^{-F/t_4} \tag{4}$$

4. 음성 트래픽 전송

Talkspurt 상태에 있는 음성 단말은 silence 상태로 전이할 때까지 매 프레임마다 패킷을 하나씩 생성한다. 이런 음성 트래픽 생성의 주기적 특성 때문에 음성 단말은 talkspurt가 시작될 때 전송 슬롯을 예약하기 위해 시도하며, 이런 단말들은 경쟁 단말이라 불린다. 예약에 성공한 경쟁 단말은 전송 상태로 전이하고, 매 프레임마다 패킷을 전송하게 되는데, 이를 음성 채널이라 한다. 전송 상태에 있던 음성 단말이 silence 상태로 전이하는 경우, 사용하던 예약 슬롯에 아무 것도 전송하지 않음으로써 채널을 놓아주게 된다. 음성 단말의 상태 전이가 그림 4에 보여지고 있다.

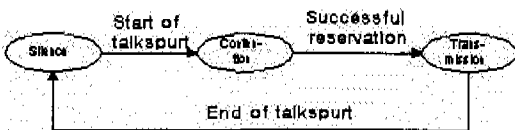


그림 4. 음성 단말의 상태 전이도

5. 데이터 트래픽 전송

링크 접근 제어(Link Access Control) 계층으로부터 LAC 프레임은 수신한 RB-MAC은 물리 계층에서 정의한 데이터 슬롯의 크기에 따라서 프레임을 고정 크기의 패킷들로 단편화 한다. 각 데이터 단말은 이러한 패킷들을 저장하기 위하여 버퍼를 가지고 있으며, 버퍼가 비어있는 단말은 유휴(Idle) 상태에 있다고 한다. 유휴 상태에 있던 데이터 단말이 사용자로부터 데이터 전송을 요청 받으면, 단말은 기지국으로부터 전송 슬롯을 획득하기 위하여 경쟁 상태로 전이한다. 각각의 데이터 단말은 한 프레임 내에서 최대 개까지 전송 슬롯을 예약할 수 있으며, 전송 슬롯 예약에 성공한 데이터 단말은 매 프레임마다 자신이 예약한 전송 슬롯을 사용해 패킷을 전송한다. 보다 적은 수의 전송 슬롯을 예약한 데이터 단말은 전송 상태를 유지하면서 예약 절차를 계속적으로 수행할 수 있다.

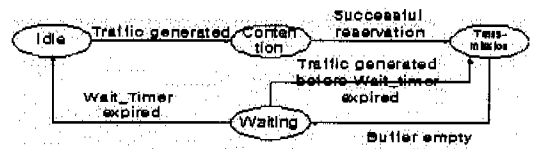


그림 5. 데이터 단말의 상태 전이도

버퍼에 전송할 패킷이 없으면 전송 상태에 있던 데이터 단말은 대기 상태로 전이하고, WaitTimer를 구동한다. WaitTimer가 WaitTmax에 도달하기 전에 새로운 패킷이 생성되면 단말은 다시 전송 상태로 전이하며, WaitTimer가 WaitTmax에 도달할 때까지 패킷이 발생하지 않으면 단말은 유휴 상태로 전이한다. 결과적으로, WaitTimer에 의하여 제공되는 입계치는 데이터 단말의 잦은 상태 전이를 방지할 뿐 아니라 전송 슬롯을 예약하기 위해 경쟁하는 빈도를 줄일 수 있다. 그림 5는 데이터 단말의 상태 전이를 나타낸다.

IV. 모의 실험 및 성능 평가

1. 모의 실험 모델

RB-MAC 프로토콜의 성능 분석을 위한 모의 실험을 위하여 표 1에 나타난 변수들을 사용하였다.

음성 트래픽은 II. 3 절에서 설명된 대로 생성되며, $t_1=1.00, t_2=1.35, t_3=0.275, t_4=0.05$ 값을 갖는다. 예약 절차에서의 지속적인 실패로 인해 전송되지 못한 패킷들은 특정 시간(본 모의 실험의 경우

32 ms)이 지나면 폐기된다. 본 모의 실험에서는 음성 패킷의 폐기율이 음성 단말의 성능 평가 척도로 쓰였다. 각 데이터 단말은 포아송 과정에 의해 데이터 트래픽을 생성하며, 데이터 트래픽의 길이는 평균이 L_m 인 기하 분포를 따른다. X 가 기하 분포를 따르는 랜덤 변수이고, $E[X]=L_m$ 이면, X 의 누적확률밀도함수(CDF)는 아래와 같다.

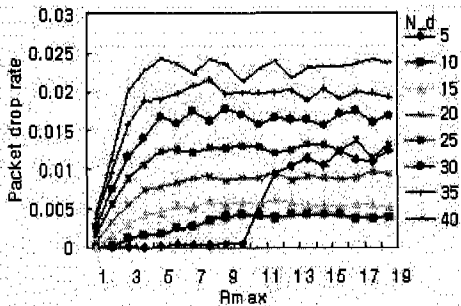
$$F_x(a) = 1 - (1 - 1/L_m)^{|a|}, \quad (a \geq 1)$$

데이터 단말의 경우, 평균 메시지 지연이 성능 평가 척도로 쓰였다.

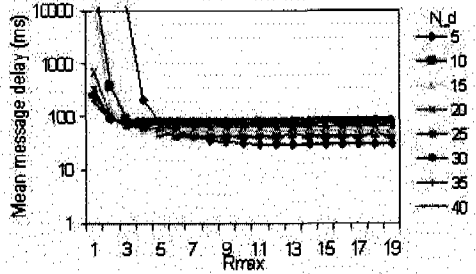
표 1. 모의 실험에 사용된 변수들

변수명	값
시스템 대역폭, B	2 Mbps
Vocoder Rate, V_R	32 kbps
예약 프레임 크기	6 bytes
예약 프레임에 대한 응답 프레임 크기	6 bytes
전파시간 + 처리시간	32 μ s
예약 슬롯 크기, L_{RS}	Variable (bytes)
프레임 길이, F	16 ms
데이터 프레임의 프레임 바디 필드 크기, V_RF	64 bytes
전송 슬롯 크기, L_{TS}	72 bytes
프레임당 예약 슬롯 개수, N_{RS}	Variable
프레임당 전송 슬롯 개수, L_{TS}	Variable
$WaitT_{mas}$	Variable (ms)

2. 모의 실험 결과 및 평가



(a)



(b)

그림 6. R_{max} 에 따른 음성 패킷 폐기율과 평균 데이터 메시지 지연 ($N_{RS} = 12$, 트래픽 부하 = 0.6 Mbps, $N_d = 30$, $L_m = 384$ bytes) (a)음성 패킷 폐기율 (b)평균 데이터 메시지 지연

첫 번째 모의 실험은 시스템내의 데이터 단말 수 (N_d)에 따라 각 데이터 단말들이 예약할 수 있는 전송 슬롯의 최대 개수(R_{max})를 결정하기 위해 수행되었다. 음성 단말의 개수(N_v)는 30, 데이터 트래픽 부하는 0.6 Mbps인 경우의 실험 결과가 그림 6에 보여지고 있다. R_{max} 가 증가함에 따라 음성 패킷 폐기율이 증가하게 되는데, 이는 R_{max} 가 증가하면, 유휴 전송 슬롯의 개수가 줄어들기 때문이다. 반면에 R_{max} 가 증가하게 되면 데이터 메시지의 평균 전송 지연은 감소하게 되는데, 이는 R_{max} 가 증가함에 따라 데이터 단말이 사용할 수 있는 전송 슬롯의 개수가 증가하기 때문이다. 그림 6 (a)와 그림 6 (b)를 사용해 적당한 R_{max} 값을 정한 결과 표 2 (a)에 보여지고 있다. 같은 방법을 사용해 데이터 트래픽 부하가 0.8인 경우 적당한 R_{max} 값을 정한 것이 표 2 (b)에 보여지고 있다.

표 2. 데이터 단말의 개수에 따른 R_{max} 값 (a) 트래픽 부하 = 0.6 Mbps (b) 트래픽 부하 = 0.8 Mbps

N_d	5	10	15	20	25	30	35	40	...
R_{max}	11	8	7	3	2	2	1	1	...

(a)

N_d	5	10	15	20	25	30	35	40	...
R_{max}	10	7	6	3	2	2	1	1	...

(b)

그림 7은 기존의 시스템과 RB-MAC 시스템에서 제한된 시간동안(160초) 동안 경쟁이 일어난 회수를 N_d 에 따라 보여주고 있다. 모의 실험은 $N_{RS}=12$, 데이터 트래픽 부하=0.8 Mbps, $N_c=30$, $L_m=384$ byte인 경우를 가정해 수행되었고, RB-MAC 시스템의 경우 표 2 (b)에 있는 R_{max} 값이 사용되었다. 실험 결과 RB-MAC 시스템의 경쟁 빈도가 기존 시스템의 경쟁 빈도보다 전반적으로 작았다.

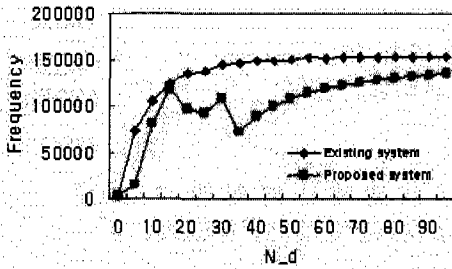
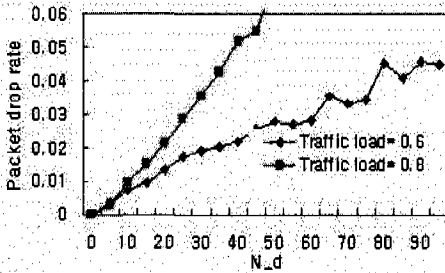
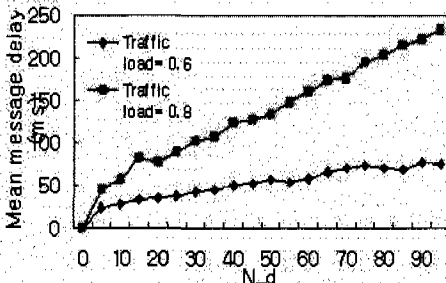


그림 7. 기존 시스템과 제안된 시스템간의 경쟁 빈도 비교 ($N_{RS} = 12$, 트래픽 부하 = 0.8 Mbps, $N_c = 30$, $L_m = 384$ bytes, BER = 0.001)



(a)



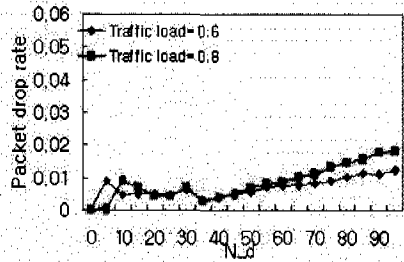
(b)

그림 8. 기존 시스템에서 데이터 단말의 개수에 따른 음성

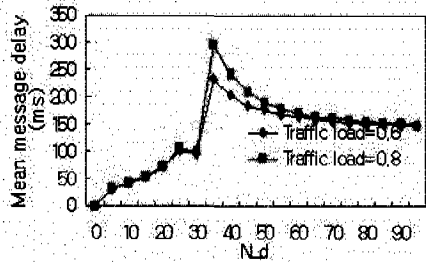
패킷 폐기율과 평균 데이터 메시지 지연($N_c = 30$, $L_m = 384$ bytes, BER = 0.001)

(a) 음성 패킷 폐기율 (b) 평균 데이터 메시지 지연

그림 8과 9는 기존의 시스템과 RB-MAC 시스템에서 음성 패킷 폐기율과 평균 데이터 메시지 지연을 보여주고 있다. 기존 시스템의 경우 데이터 트래픽은 경쟁 모드에서 전송되나, RB-MAC 시스템을 위한 R_{max} 값은 표 2를 기반으로 결정 되었다. 실험 결과, 기존 시스템의 경우 데이터의 평균 지연 측면에서는 좋은 성능을 보였으나 시스템내의 데이터 단말이 증가함에 따라 음성 패킷 폐기율이 허용 한계를 넘게 되었다. 음성 서비스 특성상 패킷 폐기율이 1%를 초과하면 그 내용을 인식하기 어려워지는 데[10], 그림 8(a)에 나타난 바와 같이 데이터 단말의 개수가 15개에 도달하면서 음성 패킷 폐기율이 0.01을 초과함을 알 수 있다. RB-MAC 시스템의 경우, 그림 10(a)에 나타난 바와 같이 데이터 단말의 개수가 65에 이를 때까지 음성 패킷 폐기율이 허용 한도 내에 있으며, 데이터의 평균 전송 지연도 적절한 수준을 유지하고 있다.



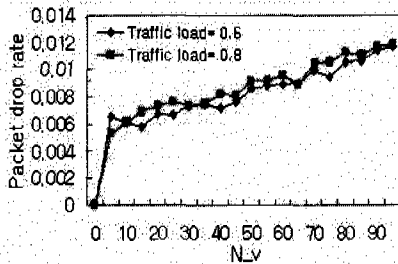
(a)



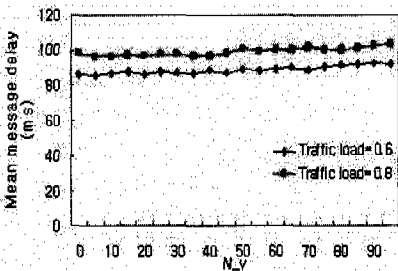
(b)

그림 9. 제안된 시스템에서 데이터 단말의 개수에 따른 음성 패킷 폐기율과 평균 데이터 메시지 지연 ($N_c = 30$, $L_m = 384$ bytes, BER = 0.001) (a) 음성 패킷 폐기율 (b) 평균 데이터 메시지 지연

그림 10은 음성 단말의 개수와 시스템 성능간의 관계를 나타내고 있다. 음성 단말의 개수는 평균 데이터 전송 지연에 큰 영향을 미치지 않았으며, 30개의 데이터 단말이 0.8 Mbps로 트래픽을 생성할 경우, 동시에 70개까지의 음성 단말이 서비스될 수 있음을 보여준다. 데이터 단말의 트래픽 생성률이 0.6 Mbps일 경우, 동시에 서비스 가능한 음성 단말의 개수는 데이터 단말들 트래픽 생성률이 0.8 Mbps일 경우와 유사했으며, 평균 데이터 전송 지연은 감소하였다.



(a)



(b)

그림 10. 음성 단말의 개수에 따른 음성 패킷 폐기율과 평균 데이터 메시지 지연 ($N_d = 30$, $L_m = 384$ bytes, BER = 0.001)

(a) 음성 패킷 폐기율
(b) 평균 데이터 메시지 지연

V. 결론

본 논문에서는 음성 트래픽과 데이터 트래픽을 효과적으로 전송할 수 있는 RB-MAC 프로토콜을 제안하였다. RB-MAC 프로토콜은 음성 단말뿐만 아니라 데이터 단말도 예약 모드를 사용하여 트래픽을 전송할 수 있는 방안을 제공한다.

IMT-2000 시스템과 같은 제 3세대 이동통신 시스템의 LAC 프로토콜은 무선 접속 기술과 독립적

으로 설계되고 있으며, 일반적으로 LAC 프로토콜 프레임의 크기는 MAC 프로토콜 프레임의 크기에 비해 상대적으로 크다. 따라서 하나의 LAC 프레임은 여러 개의 MAC 프레임으로 분할되어 전송될 것이며, 이러한 MAC 프레임의 전송을 위해 예약 모드를 사용하는 것은 데이터 단말의 예약 절차 수행 빈도 및 예약 절차에서의 충돌 빈도를 줄일 수 있다.

본 논문에서는 제안된 RB-MAC 프로토콜이 기존의 프로토콜보다 시스템 성능을 개선시킬 수 있음을 보이기 위하여, 실험을 통해 적절한 시스템 변수 값들을 결정하였다. 음성 단말과 데이터 단말이 공존하는 시스템에 대하여 결정된 변수 값을 이용하여 모의 실험을 한 결과, 동시에 서비스 지원 가능한 단말의 개수, 음성 패킷의 폐기율, 데이터 패킷의 전송 지연 등 여러 가지 측면에서 우수한 성능을 나타냄을 증명 하였다.

참고 문헌

- [1] M. H. Callendar, IMT-2000 (FPLMTS) Standardization, presented at the ITU Malaysia Seminar, Kuala Lumpur, Mar. 1997.
- [2] Mansoor Shafi, Akira Hashimoto, Masahiro Umehira, Shigeaki Ogose, and Takehiro Murase, Wireless communications in the twenty-first century: a perspective, *Proceedings of the IEEE*, vol. 85, no. 10, pp. 1622-1638, October. 1997
- [3] D. J. Goodman, et al., Packet reservation multiple access for local wireless communications, *IEEE Trans. Commun.*, vol. 37, no. 8, pp 885-890, Aug. 1989.
- [4] S. Nanda, Analysis of packet reservation multiple access: Voice and data integration for wireless network, *IEEE Globecom*, pp. 1984-1988, 1991.
- [5] Wai-Choong Wong and D. J. Goodman, Integrated data and speech transmission using packet reservation multiple access, *ICC93*, pp. 172-176, May. 1993.
- [6] Alex E. Brand and A. Hamid Aghvami, Performance of a joint CDMA/PRMA

