DBpia

논문 00-25-3B-3 한국통신학회논문지 '00-3 Vol.25 No.3B

음성/데이터 통합형 PRMA 프로토콜의 성능개선 기법

정회원 송 재 섭*, 김 연 수*

A Method for the Performance Ehancement of PRMA Protocol for Mobile Voice/Data Integration

Jae-Sub Song*, Yeon-Soo Kim* *Regular Members*

요 약

미래의 마이크로셀룰러 시스템은 분산망 제어를 요구하며, 패킷교환망은 이러한 요구사항에 대하여 적합한 해결책이다. 패킷예약다중접속(Packet Reservation Multiple Access) 기법은 음성패킷을 기지국으로 전송할 수 있는 무선단말기를 위한 예약-ALOHA 유형의 프로토콜이다. 이것은 셀룰러 시스템에서 공간적으로 분포된 사용자들로 하여금 공유된 채널을 이용하여 음성패킷과 및 데이터패킷을 전송할 수 있게 해준다. 기존의 PRMA에서의 문제는 음성패킷이 데이터 패킷과 동시에 채널접속을 시도하기 때문에 서로 충돌할 수 있다는 것이다. 이러한 문제는 음성 및 데이터 혼합 시스템에서 성능열화의 주된 요인이 되고 있다. 본 논문에서는 음성패킷과 데이터패킷간의 충돌문제를 해결함으로써 음성트래픽과 데이터트래픽을 효율적으로 통합하는 새로운 PRMA 방식이 제안된다. 제안된 PRMA 방식은 음성패킷 손실률과 데이터 지연특성의 측면에서 기존의 PRMA 방식보다 성능개선을 제공한다. 수치결과로부터 제안된 PRMA 방식이 기존의 PRMA 방식보다 개선된 성능을 보여주고 있음을 알 수 있다.

ABSTRACT

Future microcellular systems will require distributed network control. A packet-switched network is suitable for this requirement. The packet reservation multiple access (PRMA) is a Reservation-ALOHA like protocol for wireless terminals to transmit packet speech to a base station. It allows spatially distributed users in cellular systems to transmit packetised voice and data to a common base station using a shared channel. In the existing PRMA, the problem is that the voice packets may collide with the data packets due to simultaneous channel access. The problem may be a major performance degradation factor to a voice and data mixed system. We propose a new PRMA method that integrates voice and data traffic efficiently by resolving the collision problem between data and voice packets. The proposed PRMA method gives a performance improvement than the existing PRMA method in terms of voice packet dropping probability and data delay characteristic. From analytic results, we can confirm that the proposed PRMA method shows a performance improvement than the existing PRMA protocol.

I. 서 론

최근 패킷교환기술을 적용한 음성/데이터통합 무선접속방식에 대한 관심이 높아지고 있다. 음성/데이터통합 무선접속방식의 기본적인 문제점은 음성서비스와 데이터서비스의 서로 다른 성능 요구사항에 대한 동시 만족과 함께 제한된 채널의 효율적인 공유가 상당히 어렵다는 것이다. 음성서비스의 경우, 요구되는 음질을 만족시키기 위해서는 미리 제한된

* 한국통신 가입자망연구소(yoonjee@kt.co.kr)
논문번호 : 98246-0618, 접수일자 : 1998년 6월 18일

www.dbpia.co.kr

시간 이하의 지연특성이 보장되어야 하며 제한된 시간 이상으로 지연되는 음성패킷은 시스템에 의해서 폐기된다. 이때 폐기된 음성패킷을 정량적으로 나타내는 패킷손실률은 음성서비스의 성능을 평가하는 주요 지표이다. 이에 비해서 데이터서비스에서는 지연시간의 엄격한 제한을 필요로 하는 실시간 전송이 요구되지 않기 때문에 제한된 시간내의 유효 사용자정보전송량을 정량적으로 나타내는 데이터처리량(data throughput)이 주요 성능평가지표가 된다.

본 논문에서는 음성/데이터통합 무선통신시스템에서 음성트래픽과 데이터트래픽을 효율적으로 결합하는 채널접속기법이 논의된다. 최근 이동통신서비스 사용자들로 하여금 공유된 채널을 사용하여 기지국과 무선단말기간에 패킷화된 음성 및 데이터를 송수신할 수 있게 하는 방법으로서 PRMA 방법이 주목을 받고 있다[1-4]. PRMA의 성능은 음성/데이터통합 무선통신시스템에서의 패킷손실률과 데이터지연특성에 의해서 기술될 수 있다. 기존의 PRMA 방식에는 음성패킷과 데이터패킷이 하나의 채널에 동시에 접속을 시도할 때 충돌을 일으킬 수 있다는 문제점이 있다. 음성과 데이터의 전송성능은 각각 데이터와 음성의 트래픽부하의 연관함수로서 주어지기 때문에, 데이터트래픽이 많을 경우에는 음성패킷 손실률이 나빠지고 음성트래픽이 많을 경우에는 데이터 지연특성이 나빠진다.

본 논문에서 제안되는 PRMA 방식은 세부슬롯(Mini-Slot, MS)에 의해서 구분되는 채널구조를 가지고 있기때문에 음성단말과 데이터단말이 별도의 세부슬롯을 통해 독립적인 접속시도를 할 수 있는 기회를 보장한다. 따라서 본 방식은 음성트래픽과 데이터트래픽을 효율적으로 결합할 수 있고, 기존의 PRMA가 안고 있는 음성패킷과 데이터패킷의 패킷충돌문제를 해결할 수 있다. 또한 데이터단말에 의해 생성되는 데이터패킷과 충돌이 일어나지 않도록 음성단말이 채널을 예약함으로써 음질이 음성서비스 전용시스템과 거의 같은 수준이 되도록 할 수 있다. 그리고 다시 데이터처리량과 데이터지연특성을 개선하는 효과를 갖는다. 수치결과는 [1]에서 제안된 기존의 PRMA 기법에 비해서 본 논문의 방법이 음성패킷손실률과 데이터지연특성에 있어서 개선된 결과를 나타내고 있음을 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 본 논문에서 제안되는 PRMA 방식에 대해 기술하고, III장에서는 제안된 방식이 기존의 PRMA 방식과 상호 비교되며, IV장에서는 제안된 방식의 성능이 분석된다. 그리고 V장에서는 성능분석 결과가 검토되고, VI장에서 결론이 기술된다.

II. 제안된 PRMA 방식

1. 채널모델

제안된 PRMA 방식의 채널구조는 그림 1에서 보여진다. 사용가능한 주파수는 주파수분할이중화(Frequency Division Duplexing)방법으로 두 개의 대역으로 분리되고, 각각의 주파수대역은 각각 T라는 프레임을 갖는 상향링크(단말기에서 기지국으로)와 하향링크(기지국에서 단말기로)로 구성된다. 이때 상향링크는 공유채널을 통한 단말기의 다중접속에 이용되는 TDMA 프레임으로 구성되고, 하향링크는 시분할다중화(Time Division Multiplexing) 프레임으로 구성되며, 각 프레임은 공히 길이 τ의 타임슬롯(Time Slot)으로 구성된다. 사용가능한 타임슬롯은 다시 τ_m의 길이를 갖는 세부슬롯으로 나뉜다. 타임슬롯 내부의 첫 번째 세부슬롯(데이터 MS)은 데이터단말에 의해서 길이 τ_m의 데이터패킷을 전송하기 위해서 사용된다. 한편 두 번째 세부슬롯(음성 MS)은 음성패킷의 전송채널을 예약하기 위하여 길이 τ_m의 예약요청패킷을 전송하기 위해 사용된다. 가드타임은 데이터 세부슬롯과 음성 세부슬롯사이의 간섭효과를 줄이기 위해서 필요하다. 빈 타임슬롯과는 달리 미리 예약된 타임슬롯(Reserved Time-Slot)은 세부슬롯으로 나뉘지 않는다. 예약된 상태에서 각각의 타임슬롯은 음성단말에 의해서 생성된 길이 τ의 음성 정보블럭만을 전송할 수 있다. 따라서 예약된 타임슬롯은 단지 음성패킷만을 전송할 수 있으며, 음성단말에 의해서 독점적으로 사용된다.

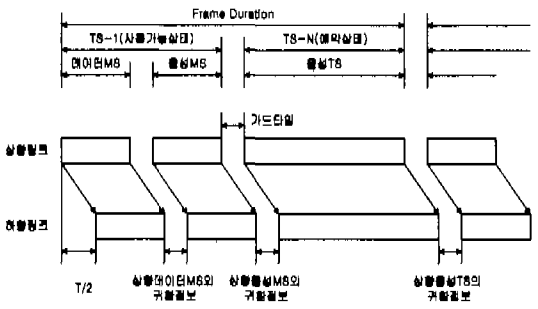


그림 1. 채널 모델

2. 궤환정보(feedback information)방송 방법

기지국은 계속적으로 단말에게 여러 정보를 방송

www.dbpia.co.kr

한다. 하향링크는 TDM 전송의 계속성 때문에 TDMA 전송방식인 상향링크와 달리 가드타임이 필요하지 않다. 따라서 하향링크 타임슬롯의 길이가 상향링크 타임슬롯의 길이와 동일하고, 하향링크는 가드타임만큼의 시간동안 더 많은 정보를 전송할 수 있다. 이러한 하향링크의 추가적인 용량은 하향링크에 다중화로 포함되는 궤환정보들을 전송하기 위해서 사용될 수 있다.

방송 방법은 각 타임슬롯의 상태가 사용가능상태인지 또는 예약상태인지에 따라서 달라진다. 상향링크의 타임슬롯이 사용가능할 때, 음성단말과 데이터단말은 각각 음성 세부슬롯과 데이터 세부슬롯을 통해서 음성예약요청패킷과 사용자데이터패킷을 전송할 수 있다. 기지국은 하향링크 음성 세부슬롯의 끝에서 뿐만 아니라 하향링크 데이터 세부슬롯의 끝에서 복호화된 결과들을 명시하는 궤환정보를 방송한다. 데이터단말은 이 궤환정보에 근거하여 재전송을 결정한다. 이와는 달리 음성 세부슬롯의 궤환정보는 사용가능한 상향링크 타임슬롯이 음성단말에 의해서 예약되었는지의 여부를 통지하는 데에 사용된다.

예약된 상향링크 타임슬롯은 음성패킷을 전송하기 위하여 타임슬롯을 예약하고 있는 단말에 의해서 배타적으로 사용된다. 따라서 예약된 타임슬롯을 통해서는 데이터패킷이 전송될 수 없기 때문에 하향링크 데이터 세부슬롯을 통해서 기지국이 궤환정보를 방송할 필요가 없다. 하향링크 음성 세부슬롯의 끝에서 방송되는 궤환정보는 "ACK" 또는 "NACK"를 가지고 있으며, 궤환정보가 "ACK"인 경우에는 인지된 단말기 ID도 포함하게 된다. 궤환정보가 "ACK"라는 것은 그 타임슬롯이 음성단말에 의해서 예약되어 있음을 의미하며, "NACK"라는 것은 그 타임슬롯이 모든 단말에 의해서 사용가능함을 나타낸다.

3. 패킷전송 방법

1) 확률 P의 전송권한을 갖는 음성단말은 다음의 단계에 따라서 동작한다. i) 사용가능한 상향링크 타임슬롯의 음성 세부슬롯에 길이 τ_m의 예약요청패킷을 보낸다. ii) ACK와 그 단말기 ID를 포함하는 궤환정보를 음성단말이 수신하게 되면 다음 프레임부터 예약상태에서 길이 τ의 음성패킷을 전송한다.

2) 확률 P_d의 전송권한을 갖는 데이터단말은 채널예약없이 slotted ALOHA 방식에 의해서 사용가능한 상향링크 타임슬롯의 데이터 세부슬롯으로 길이 τ_m의 데이터패킷을 전송한다.

4. 기본 가정

1) 단말과 기지국은 정확한 동기에 의해서 각 세부슬롯의 시작을 감지할 수 있다.

2) 음성단말은 기지국으로부터 방송되는 궤환정보에 근거하여 하향링크 음성 세부슬롯의 끝에서 각 타임슬롯이 사용가능한지 아니면 예약되어 있는지의 여부를 판단할 수 있다.

3) 기지국은 상향링크 타임슬롯의 복호화 결과에 근거하여 각 타임슬롯이 사용가능한지 아니면 예약되어 있는지의 여부를 판단할 수 있다.

4) 타임슬롯이 사용가능하여 각각의 세부슬롯이 복호화될 정보를 가지고 있을 때, 상향링크의 음성 세부슬롯과 데이터 세부슬롯에 대해서 기지국은 개별적으로 복호화를 수행한다.

5) 타임슬롯이 예약되어 복호화될 정보를 가지고 있을 때, 기지국은 사용자의 음성패킷을 복호화한다.

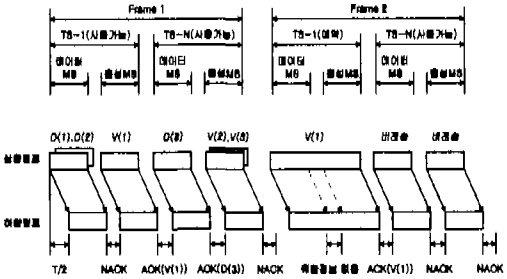
Ⅲ. 기존 PRMA 방식과의 비교

채널구조와 패킷전송방법의 측면에서 기존 PRMA 방식과 제안된 PRMA 방식이 비교되는 차이점은 표 1에서 정리된다. 그리고 그것의 한 예가 그림 2에 도시되며, 그 차이점이 표 2에서 설명된다.

표 1. 기존 PRMA 방식과 제안된 PRMA 방식과의 차이점

	기존 PRMA 방식	제안된 PRMA 방식
세부슬롯	미사용	사용
음성패킷과 데이터패킷의 충돌	사용가능한 타임슬롯에서 발생 가능	발생 불가능
예약요청패킷의 길이	타임슬롯 길이와 동일	세부슬롯 길이와 동일
예약요청패킷의 전송시작시간	사용가능한 각 타임슬롯의 시작시간	사용가능한 각 타임슬롯의 음성세부슬롯의 시작시간
음성패킷의 길이	타임슬롯 길이와 동일	타임슬롯 길이와 동일
데이터패킷의 길이	타임슬롯 길이와 동일	세부슬롯 길이와 동일
데이터패킷의 전송시작시간	사용가능한 각 타임슬롯의 시작시간	사용가능한 각 타임슬롯의 데이터세부슬롯의 시작시간

www.dbpia.co.kr



V(n) : 단말번호 n의 음성단말에 의해서 전송되는 상향패킷
D(n) : 단말번호 n의 데이터단말에 의해서 전송되는 상향패킷
ACK(V(n)) : 상향패킷 V(n)을 감지한 기지국에 의해서 방송되는 하향 궤환패킷
ACK(D(n)) : 상향패킷 D(n)을 감지한 기지국에 의해서 방송되는 하향 궤환패킷

그림 2. 제안된 PRMA 방식의 운용 예

표 2. 그림 2에 기초한 채널접속결과

	기존 PRMA 방식	제안된 PRMA 방식
타임슬롯 1 (TS-1)	D(1) : 전송실패 V(1) : 예약실패	D(1) : 전송성공 V(1) : 예약성공
타임슬롯 2 (TS-2)	D(2) : 전송실패 D(3) : 전송실패 V(2) : 예약실패	D(2) : 전송실패 D(3) : 전송실패 V(2) : 예약성공
타임슬롯 3 (TS-3)	D(4) : 전송실패 V(3) : 예약실패 V(4) : 예약실패	D(4) : 전송성공 V(3) : 예약실패 V(4) : 예약실패
타임슬롯 4 (TS-4)	D(5) : 전송실패 D(6) : 전송실패 V(5) : 예약실패 V(6) : 예약실패	D(5) : 전송실패 D(6) : 전송실패 V(5) : 예약실패 V(6) : 예약실패

Ⅳ. 성능 분석

본 장에서는 본 논문에서 제안되는 PRMA 방식의 시스템 성능이 수학적으로 모델링되고 분석된다. 이를 위하여 기존 PRMA 방식의 시스템 성능 분석에 적용되었던 등가분석기법(equivalent point analysis method)[7]이 고려된다.

1. 음성시스템의 성능 분석

발성(talkspurt) 동안에 음성단말은 R_s라는 정보원 비트 레이트로 음성정보를 생성한다. 만약 채널의 비트 레이트가 R_c, 패킷헤더의 길이가 H, 프레임의 길이가 T라면 타임슬롯의 수 N은 식 (1)과 같이 주어진다.

$$N = \left[\frac{R_c T}{R_s T + H} \right] \tag{1}$$

t_1과 t_2가 각각 발성상태(TLK)와 무음상태(SIL)의 평균지속시간이고, γ가 타임슬롯의 길이라고 하자. 그러면 SIL에서 TLK로의 천이확률 σ와 TLK에서 SIL로의 천이확률 γ는 다음과 같이 주어진다.

$$\sigma = 1 - \exp(-\tau/t_2) \tag{2}$$

$$\gamma = 1 - \exp(-\tau/t_1) \tag{3}$$

경합상태(CON)에 있는 단말은 사용자음성정보를 포함하지 않는 예약요청패킷을 전송하며, 만약 다음 조건이 만족된다면 예약이 성공하게 된다.

i) 슬롯이 예약되어 있지 않고,

ii) 단말이 전송허가를 받았으며,

iii) 다른 경합음성단말이 전송허가를 받지 않았을 것.

음성단말이 채널을 성공적으로 예약했을 때, 프레임길이 T만큼의 시간이 지난 후 단말은 사용자정보를 전송하기 시작하고 예약상태(RES_i, i=N-1,...,0) 상태로 천이한다. 이때 i는 자신의 단말보다 늦게 예약상태에 들어온 단말의 수이다. 따라서 단말은 RES_0의 상태에서 패킷을 전송하게 된다. 예약상태에 있는 단말의 발성이 특정 프레임에서 끝날 확률 γ_f는 다음과 같다.

$$\gamma_f = 1 - (1-\gamma)^N \tag{4}$$

버퍼 내의 마지막 패킷을 전송한 후 단말은 SIL 상태로 다시 돌아간다. 최대허용음성지연을 D_{max}라고 하면, D_{max}보다 오랜 시간 기다리게 되는 음성패킷들은 폐기된다.

음성시스템의 상태는 SIL, CON, RES_i 각 상태에 있는 단말의 수로 나타낼 수 있다. 이것을 상태변수 $\{S, C, R_i,\ 0 \le i \le N-1\}$로 표시하자. 평형상태에서는 어느 상태로 들어오는 단말의 수와 나가는 수가 동일하게 된다[7]. 평형상태에서 앞의 상태변수들의 값을 $\{s, c, r_i,\ 0 \le i \le N-1\}$ 이라고 하면, 각 상태의 평형방정식은 다음과 같다[1].

RES_i 상태에서

$$r_i = r,\ i = 0, 1, \ldots, N-1 \tag{5}$$

www.dbpia.co.kr

SIL 상태에서

$$r\gamma_f + c\gamma - s\sigma = 0 \tag{6}$$

RES_{N-1} 상태에서

$$r(1-\gamma_f) + cpu(1-\gamma) - r = 0 \tag{7}$$

여기서

$$u = (1-p)^{c-1} \tag{8}$$

이때 p는 음성패킷허가확률이고, u는 다른 음성단말이 동일한 음성세부슬롯으로 전송하지 않을 확률이다. 또한 r은 음성단말의 채널예약확률이다. 만약 전체 음성단말의 수가 M이라면, M은 다음과 같이 표현된다.

$$M = s + c + rN \tag{9}$$

이때 음성시스템의 평형값은 다음 식의 근이 된다[4].

$$(1 + \gamma/\sigma)c + (N + \gamma_f/\sigma)r = M \tag{10}$$

여기에서

$$r = \frac{cpu(1-\gamma)}{cpu(1-\gamma) + \gamma_f} \tag{11}$$

W_t, W_c, W_l를 각각 사용자정보음성패킷의 전송을 시작하기 위해 필요한 전체 지연시간, 경합상태에서 성공적으로 채널을 예약하는데 필요한 지연시간, 그리고 채널예약시작시간부터 사용자음성정보의 전송시작시간까지의 지연시간이라고 하자. 전체 지연시간 W_t는 D_{max}보다 작아야 하며 다음과 같다.

$$W_t = W_c + W_l \tag{12}$$

지연시간 W_l는 자연적으로 프레임주기 T로 주어지고, T는 시스템변수로서 $D_{max}/2$로 주어진다(표3 참조).

따라서 지연시간 W_c는 W_t가 D_{max}보다 작아야 하는 제한조건을 만족하기 위해서 $D_{max}/2(=D_{max}-T)$보다 작아야 한다. $W_c = D_{max}/2$일 때 음성패킷손실률 P_{drop}은 [4]에서 주어진 수치해석 결과를 이용함으로써 식 (13)과 같이 주어진다.

$$P_{drop} = \frac{\nu^D \gamma_f (1-\gamma_f)^{B-1}}{1-\nu^N}\left\{1 - \frac{\gamma_f[1-(1-\gamma_f)\nu^{2N}]}{[1-(1-\gamma_f)\nu^N]^2}\right\} + \frac{\gamma_f^2 \nu^N}{[1-(1-\gamma_f)\nu^N]^2} + \gamma_f^2(1-\gamma_f)^{B-1}(\nu^D - \nu^{BN}) \tag{13}$$

여기서

$$\nu = (1-\gamma)[1-(1-r)p(1-p)^c] \tag{14}$$

$$D = D_{max}/2\tau = N \tag{15}$$

$$B = D/N = 1 \tag{16}$$

2. 데이터시스템의 성능 분석

데이터패킷이 데이터단말에 의해서 σ_d의 확률로 생성된다고 하자. 이때 데이터단말의 평균데이터전송률 R_d는 다음과 같다.

$$R_d = (r_m/\tau)\sigma_d R_s N \tag{17}$$

버퍼가 비어있지 않은 단말을 축적단말(backlogged terminal)이라고 할 때, 다음의 조건이 만족된다면 축적데이터단말은 성공적으로 데이터를 전송하게 된다. i) 슬롯이 예약되어 있지 않고, ii) 단말이 전송허가를 받았으며, iii) 다른 축적데이터단말이 전송허가를 받지 않았을 것. 이때 w가 성공적으로 데이터패킷을 전송할 확률, P_d가 데이터패킷허가확률, u_d가 다른 데이터단말이 동일한 데이터세부슬롯으로 전송하지 않을 확률, r이 음성단말의 채널예약확률이라고 하면, w는 다음과 같이 주어진다.

$$w = P_d u_d (1-r) \tag{18}$$

여기서

$$u_d = (1-P_d)^{b-1} \tag{19}$$

음성단말의 채널예약이 데이터단말에 의해서 방해받지 않기 때문에 음성단말의 채널예약확률 r은 축적데이터단말의 수 b와 데이터단말의 수 M_d에 무관하다. 이것은 r이 단지 경합음성단말의 수 c의 함수라는 것을 의미한다. 음성단말의 채널예약확률 r은 음성시스템에 대한 식 (11)을 이용해서 간단히 계산될 수 있다. 또한 축적데이터단말의 수 b는 식 (20)으로 간단히 계산된다.

www.dbpia.co.kr

$$b P_d u_d (1 - r) = \sigma_d M_d \qquad (20)$$

그리고 제안된 PRMA 방식에서는 음성패킷과 데이터패킷의 충돌이 발생하지 않으므로 성공적으로 데이터패킷을 전송할 확률 w 역시 결합음성단말의 수 c와는 무관하다. 따라서 w는 축적데이터단말의 수 b만의 함수가 되며, 식 (18)에 의해서 계산될 수 있다.

데이터패킷의 평균대기시간은 [1]에서 제시된 식을 이용해서 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$W_{av} = \frac{1}{w(1 - \sigma_d / w)} \qquad (21)$$

V. 성능분석 결과

제안된 PRMA 방식의 성능은 표 3의 시스템 변수값을 이용하여 분석된다. 이들을 이용한 음성패킷 손실률과 평균데이터패킷대기시간을 계산하는 방법은 다음과 같다.

i) 식 (10)을 이용하여 c의 평형값을 계산한다.

ii) 식 (11)을 이용하여 r의 평형값을 계산한다.

iii) 식 (13)를 이용하여 음성패킷손실률 P_{drop}을 계산한다.

iv) 식 (11)로부터 얻은 r과 식 (20)를 이용하여 b의 평형값을 계산한다.

v) 식 (18)을 이용하여 w의 평형값을 계산한다.

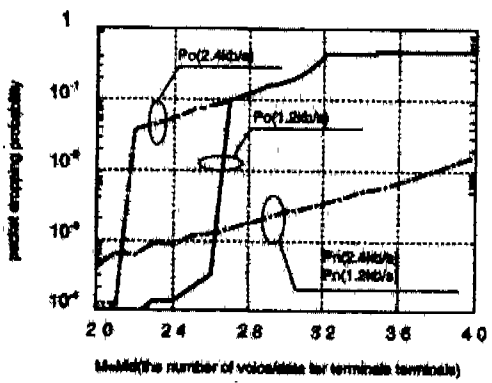
vi) 식 (21)을 이용하여 평균데이터패킷대기시간 W_{av}를 계산한다.

표 3. 시스템 변수값

시스템 변수	값
채널 비트레이트(R_c)	720kbps
소스 비트레이트(R_s)	32kbps
PRMA 프레임구간(T)	0.016 sec
패킷당 오버헤드비트수(H)	64bit
음성활성도 검출형식(저속, 고속)	저속
음성지연제한(D_{max})	0.032 sec
음성패킷허용확률(P)	0.3
데이타패킷허용확률(P_d)	0.1
동시접속 음성터미널수(M)	가변
동시접속 데이터터미널수(M_d)	가변

그림 3은 음성단말의 수 M의 함수로서 패킷손실률 P_{drop}을 나타내고 있다. 본 논문에서 제안되는 예약요청패킷을 사용하는 PRMA 방식은 기존 PRMA 방식에 비해서 패킷손실률에 있어서 상당한 성능개선효과를 보인다. 또한 기존 PRMA 방식의 P_{drop}이 데이터단말의 트래픽에 상당히 영향을 받는 것과는 달리 제안된 PRMA 방식의 P_{drop}은 채널을 예약하기 위하여 음성단말이 데이터단말과 경합을 벌이지 않으므로 데이터단말의 트래픽에 영향을 받지 않으며 음성시스템의 성능 수준까지 개선될 수 있다.

데이터단말의 채널접속방법은 slotted ALOHA 채널접속방법이 사용되는 기존 PRMA 방식과 동일하다. 제안된 PRMA 방식에서는 데이터패킷전송시간이 기존 PRMA 방식에 비해 절반이기 때문에 채널용량이 기본적으로 기존 PRMA 방식에 비해 절반밖에 되지 않는다. 이에 따라 기존의 방식이 데이터시스템에서는 제안된 방식에 비해 더 나은 성능을 보일 것이다. 그러나 음성과 데이터가 섞여 있는 시스템에서는 트래픽 조건에 따라서 기존의 PRMA 방식과 제안된 방식이 상이한 성능을 보이게 된다.



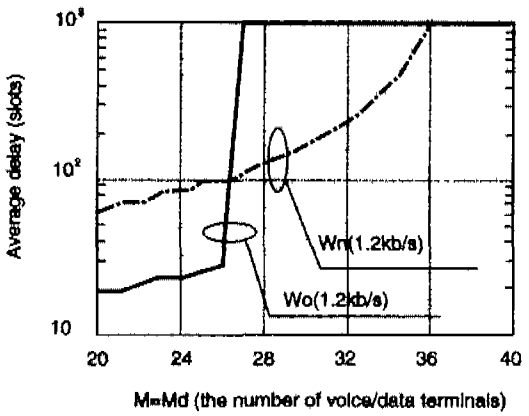
P_o(1.2kb/s):데이터전송률이 1.2kb/s인 기존 PRM방식의 패킷손실률
P_o(2.4kb/s):데이터전송률이 2.4kb/s인 기존 PRMA방식의 패킷손실률
P_n(1.2kb/s): 데이터전송률이 1.2kb/s인 제안된 PRMA 방식의 패킷손실률
P_n(2.4kb/s): 데이터전송률이 2.4kb/s인 제안된 PRMA 방식의 패킷손실률

그림 3. 패킷손실률의 비교

음성과 데이터가 혼합된 시스템에서는 음성패킷과 데이터패킷의 충돌이 데이터처리량과 지연시간특성에 중요한 영향을 끼친다. 기존의 PRMA 방식에서는 음성단말과 데이터단말의 전체 트래픽이 50%의 혼합률을 가지면서 증가함에 따라 음성패킷과 데이터패킷이 더 자주 충돌하게 된다. 그러나 제안

www.dbpia.co.kr

된 PRMA 방식에서는 음성단말과 데이터단말이 분리된 음성세부슬롯과 데이터세부슬롯으로 각각 접속하게 되므로 그러한 종류의 패킷충돌은 발생되지 않는다. 트래픽이 적은 조건에서는 데이터패킷이 음성패킷과 충돌할 확률이 상대적으로 작으므로 기존의 PRMA 방식이 제안된 PRMA 방식보다 더 나은 성능을 보이게 된다. 그러나 혼합률이 50% 정도로 전체 트래픽이 많을 때 기존의 PRMA 방식을 적용할 경우에는 데이터패킷이 음성패킷과 빈번하게 충돌하게 되므로 제안된 PRMA의 성능이 기존의 PRMA 방식보다 우수하게 된다. 따라서 제안된 PRMA 방식과 기존 PRMA 방식의 성능은 트래픽 조건, 특히 전체 트래픽의 양과 트래픽혼합율에 있어서 트레이드오프(trade-off)의 관계에 있다.

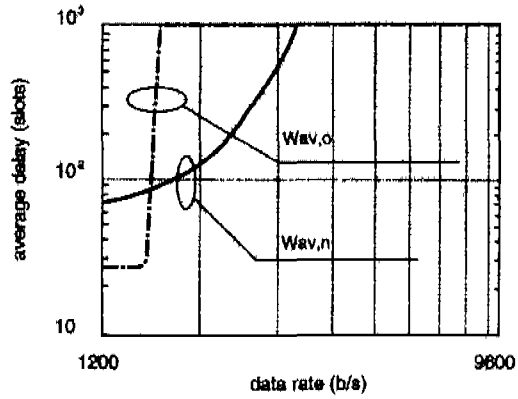


Wo (1.2kb/s) : 데이터전송률이 1.2kb/s인 기존 PRMA 방식의 평균 데이터지연시간
Wn (1.2kb/s) : 데이터전송률이 1.2kb/s인 제안된 PRMA 방식의 평균데이터지연시간

그림 4. 음성단말의 수에 대한 평균데이터지연시간의 비교 (음성단말과 데이터단말의 혼합률이 50%인 경우)

그림 4는 M의 함수로서 데이터단말의 지연시간특성을 보여주고 있다. 제안된 PRMA 방식은 패킷충돌을 감소시키고 채널사용을 높임으로써 지연시간특성에 있어서 기존 PRMA 방식에 비해 개선된 성능을 보인다. 그림 5는 데이터전송 비트레이트의 함수로서 지연시간특성을 보인다. 기존 PRMA 방식에 비해서 제안된 방식은 혼합률 50%로서 전체트래픽이 높은 트래픽 조건에서 채널용량을 개선시킬 수 있다.

따라서 제안된 PRMA 방식은 패킷손실률과 지연시간특성에 있어서 기존 PRMA 방식보다 더 나은 성능을 보여준다.



Wav,o : 기존 PRMA 방식의 평균데이터지연시간
Wav,n : 제안된 PRMA 방식의 평균데이터지연시간

그림 5. 데이터전송률에 대한 평균데이터지연시간의 비교(음성단말과 데이터단말의 혼합률이 50%인 경우)

VI. 결 론

본 논문에서는 음성/데이터혼합 무선통신시스템을 위해서 기존의 PRMA방식을 수정하고 확장하는 효율적인 PRMA 방식이 제안되었다. 또한 참고문헌 [1]에서 제안된 분석방법에 근거하여 음성/데이터통합 통신시스템의 패킷손실률과 평균지연시간특성의 측면에서 성능이 분석되었다. 제안된 PRMA 방식의 가장 중요한 특징은 음성단말이 데이터단말과 패킷충돌 없이 채널접속을 시도할 수 있도록 동작한다는 점이며, 이로 인해 음성/데이터통합 무선통신시스템에서 패킷충돌로 야기되는 성능저하현상이 해결될 수 있다. 이에 따라 기존 PRMA 방식에 비해 제안된 PRMA 방식이 패킷손실률과 지연시간특성에 있어서 상당한 성능개선효과를 나타내고 있음을 입증하였다.

참 고 문 헌

[1] Nanda S., "Analysis of PRMA: Voice Data Integration for Wireless Network," Proc. IEEE GLOBECOM '90, San Diego CA, pp.1984-1988, Dec. 1990.

[2] Goodman D. J. et al., "Packet Reservation Multiple Access for Local Wireless Communications," IEEE Trans. Commun., COM-37, pp.885-890, Aug. 1989.

www.dbpia.co.kr

[3] Goodman D. J. et al., "Efficiency of Packet Reservation Multiple Access," IEEE Trans. Veh. Technol., VT-40, pp. 170-176, Feb. 1991.
[4] Nanda S. et al., "Performance of PRMA: A Packet Voice Protocol for Cellular Systems," IEEE Trans. Veh. Technol., VT-40, pp.584-598, Aug. 1991.
[5] Mitrou N. M. et al., "A Reservation Multiple Access Protocol for Microcellular Mobile Communication Systems," IEEE Trans. Veh. Technol., VT-39, pp.340-351, Nov. 1990.
[6] Mitrou N. M. et al., "Voice and Data Integration in the Air-interface of Microcellular Mobile Communication System," IEEE Trans. Veh. Technol., VT-42, pp. 1-13, Feb. 1993.
[7] Tasaka S., "Stability and Performance of the R-ALOHA Packet Broadcast System," IEEE Trans. Comput., C-32, No.8, pp.717-726, Aug. 1983.
[8] Xiaoxin Qiu et al., "A Unified Performance Model for Reservation-type Multiple-Access Schemes," IEEE Trans. Veh. Technol., Vol.47, No.1, pp.173-189, Feb. 1998.
[9] Jang J. S. et al., "Performance Evaluation of a Voice/Data Integrated Fast PRMA Protocol," IEICE Trans. Commun, Vol.E80-B, No.7, pp.1074-1089, Jul. 1997.

송 재 섭(Jae-Sub Song) 정회원
1985년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과(학사)
1987년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과(석사)
1991년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과(박사)
1991년 2월~현재 : 한국통신 가입자망연구소 무선 시스템연구실장
<주관심 분야> PCS 및 IMT-2000의 무선접속프로토콜과 망프로토콜

김 연 수(Yeon-Soo Kim) 정회원
1985년 2월 : 전남대학교 전기공학과(학사)
1991년 2월 : 전남대학교 대학원 전기공학과(석사)
2000년 2월 : 전남대학교 대학원 전기공학과(박사)
1992년 2월~현재 : 한국통신 가입자망연구소 전임 연구원
<주관심 분야> 무선통신방식, 디지털신호처리

www.dbpia.co.kr