

광대역 CDMA 시스템에서의 공통제어 채널을 이용한 효율적인 신호 및 데이터 전송방안 연구

정희원 박성수*, 송영재*, 조동호**, 김선미***, 이현우***, 김병환***

A Efficient Transmission Method of Signalling and Data Using Common Control Channel in Wideband CDMA System

Seong-Soo Park*, Young-Jae Song*, Dong-Ho Cho**,
Sun-Mi Kim***, Hyeon-Woo Lee***, Byung-Hwan Kim*** *Regular Members*

요약

본 논문에서는 NTT DCOCoMo가 제안한 IMT-2000 광대역 CDMA 시스템의 물리채널 구조를 변경하지 않고 신호 및 데이터 메시지를 효율적으로 전송하기 위한 새로운 채널액세스 메카니즘을 제안하였다. 제안 메카니즘에서 기지국은 채널의 상태를 이동국으로 알려줌으로서 불필요한 충돌을 방지한다. 또한, 처음 라디오 프레임 전송에서만 경쟁메카니즘을 적용하고, 이후의 연속적인 전송에 대해서는 예약 메카니즘을 적용함으로써 전송성을 개선하도록 하였다. 광대역 CDMA 시스템에서의 slotted-ALOHA 메카니즘과 성능을 비교한 결과, 제안한 채널액세스 방식이 우수한 성능을 나타내었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose new channel access mechanism for effective transmission of signal and data messages in IMT-2000 wideband CDMA system. The proposed mechanism does not require the change of physical channel structure. The base station broadcasts channel status information to prevent mobile station from unnecessary transmission collision. Also, proposed mechanism uses competition mechanism for the transmission of first radio frame and utilizes reservation mechanism for the transmission of other continuous radio frame. Thus, this mechanism could enhance transmission performance. According to performance analysis, proposed mechanism has better performance than slotted-ALOHA in the case that signal and data messages are transmitted.

I. 서론

제 3세대 이동통신 서비스로 대별되는 IMT-2000은 국제간 완전한 로밍과 ISDN의 PRI 급까지 서비스를 보장하는 대안으로서 2000년경 서비스 제공을 목표로 ITU에서 표준화 작업이 진행중이

다. IMT-2000 시스템은 다양한 전파환경에서도 신뢰성있는 접속 품질과 음성, 데이터, 영상서비스(2Mbps)까지의 서비스 제공이 가능한 광대역 무선접속과 다양한 유무선 네트워크와의 연동이 가능하다. 특히 GMPCS를 이용하여 전세계 어디에서도 통신할 수 있는 편리성과 다양성으로 셀룰라,

* 경희대학교 전자계산공학과, ** 한국과학기술원 전기 및 전자공학과, *** 삼성전자(주) 정보통신 개발센터
논문접수번호: 98273-0629, 접수일자: 1998년 6월 29일

* 이 논문은 1997년도 삼성전자 위탁 연구과제 연구비에 의해 수행된 결과임

PCS, 무선 데이터 등의 기존 유무선 서비스들을 수용할 것이다. 차세대 이동통신 시스템인 IMT-2000에 대한 연구개발은 NTT DoCoMo, KDD, NEC를 중심으로 한 일본, GSM을 기반으로 UMTS(universal mobile telecommunication system)를 추진하고 있는 유럽, 그리고 TIA TR45의 cdma2000을 기반으로 하는 광대역 CDMA 시스템의 미국이 표준화를 주도하기 위해 경쟁하고 있다.

IMT-2000 시스템에 대한 연구는 주로 ITU-T의 네트워크 측면에서의 표준화 연구와 ITU-R의 무선 접속 시스템에 대한 표준화 연구로 나누어 질 수 있으며, 차세대 이동통신 기술의 핵심은 ITU-R에서 표준화가 진행중인 무선접속기술이 될 것이다. 현재는 RTT에 대한 제안을 접수하고 이를 평가하는 표준화 과정이 진행중이다.

이러한 무선 접속기술중에서 채널액세스 기술은 시스템의 성능에 직접적인 영향을 주는 가장 중요한 기술중의 하나이다. 기존의 아날로그/디지털 셀룰라 시스템과 PCS에서 다양한 형태의 채널액세스 메카니즘이 사용되고 있으며, 새로운 형태의 채널구조와 서비스에 따른 다양한 형태의 MAC 프로토콜들이 제안되고 있다[1, 2]. 이들 채널액세스 메카니즘은 경쟁방식과 예약방식 그리고 이를 하이브리드 형태로 사용하는 방안이 주로 사용된다. 경쟁방식은 ALOHA나 CSMA/CA 처럼 단말이 전송할 데이터가 존재할 경우, 경쟁방식에 의해 직접 데이터 전송을 수행하게 되며, 이 경우에는 단말간의 많은 충돌로 인해 성능저하가 발생하게 된다. 이러한 충돌로 인한 성능의 감소를 줄이기 위해 경쟁방식을 통해 채널을 예약할당하고, 할당된 채널을 통해 신호 및 데이터를 전송하는 하이브리드 방안이 사용된다[3-6]. 최근에 제안되는 대부분의 프로토콜들은 하이브리드 방안에 기반하며, 멀티미디어 서비스 지원을 위한 PRMA++(packet reservation multiple access), DSA++(dynamic slot assignment)와 같은 MAC 프로토콜이 제안되었다[7]. 각 단말은 경쟁과정에서의 충돌확률을 최소화하기 위해 채널 할당에 필요한 기본정보만으로 채널할당을 요구하는데, 기지국은 채널할당 요구 메시지에 포함된 채

널할당을 위한 QoS 값을 기반으로 채널할당 가능 여부를 판단하게 된다.

본 논문에서는 NTT DoCoMo에서 IMT-2000 서비스를 위해 제안한 W-CDMA (wideband-CDMA) 시스템을 기반으로 하여, 공통 제어채널을 통한 신호 및 데이터 전송의 성능개선을 위한 MAC 프로토콜을 제안하였다. 단말은 공통제어 채널을 통해 채널할당을 요구함으로써 전용 신호채널을 할당받아 신호메시지를 전송하게 된다. 패킷 데이터인 경우에는 사용자 패킷 채널이 가용하지 않으면 공통제어 채널로 전송을 수행한다. 공통제어 채널에서의 전송은 경쟁방식에 의해 동작하므로 충돌에 의한 성능저하가 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기지국은 채널의 상태정보를 방송하고, 단말은 이를 기반으로 전송시도를 수행함으로써, 전송과정에서의 충돌을 감소시킨다.

서론에 이어 2장에서는 W-CDMA(wideband-CDMA) 시스템에서의 채널구조와 채널액세스 메카니즘을 기술하고, 문제점을 분석하며, 제 3장에서는 기존의 W-CDMA 시스템에서의 문제점을 해결하기 위해 제안한 무선 MAC 프로토콜에서의 채널구조와 동작절차를 기술한다. 또한 제 4장에서는 시뮬레이션을 통해 제안된 방안에 대해 성능분석을 수행하며, 5장에서 결론을 맺는다.

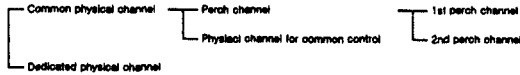
II. NTT DoCoMo의 W-CDMA MAC 프로토콜

무선 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 IMT-2000에 대한 표준화 작업이 진행중이다. 본 장에서는 NTT DoCoMo에서 제안하고 있는 IMT-2000 서비스를 위한 W-CDMA 시스템의 채널구조와 액세스 메카니즘을 분석하였다.

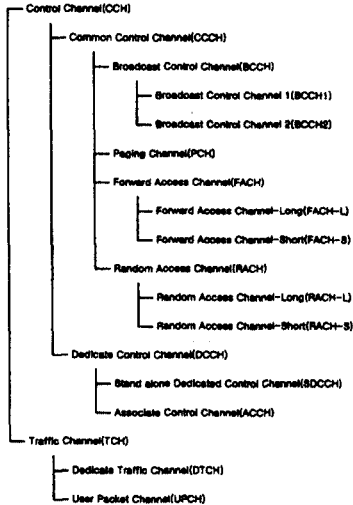
2.1 W-CDMA 시스템 채널구조

W-CDMA 시스템에서의 무선 채널은 공통 물리 채널과 전용 물리채널로 구분되며, 공통 물리채널은 시스템 정보전송을 위한 perch 채널과 제어정보의 송수신을 위한 공통제어 물리채널로 나누어진 다. 물리채널은 채널의 사용용도에 따라 논리적인

채널들로 구분되어 지는데, W-CDMA 시스템의 채널구성이 그림 1에 나타나 있다[8].



(a) W-CDMA 시스템의 물리채널



(b) W-CDMA 시스템의 논리채널의 구조

그림 1. W-CDMA 무선채널 구조

Fig. 1. Channel structure of wideband CDMA system

2.2 W-CDMA 시스템에서의 채널 액세스 메카니즘

W-CDMA 시스템에서 신호채널 할당을 위한 채널 액세스 메카니즘이 그림 2에 나타나 있다. 이동국은 BCCH로 부터의 시스템 시간과의 동기를 유지하며, 랜덤 지연시간 후, RACH에 채널할당 요구를 전송하게 된다. 랜덤지연 시간후 이동국은 신호 및 데이터를 4가지 읍셋 타이밍중에서 임의적으로 읍셋 타이밍을 결정하여 전송한다. RACH를 통해 신호 및 데이터를 전송할 경우에는 데이터는 하나의 10ms의 라디오 프레임 단위로 전송된다. 기지국은 채널코딩 정보에 대한 디코딩을 수행한 후, CRC 값을 검사하고, 오류가 없을 경우에는 다음의 FACH-S의 ACK 모드를 이용하여 접속단말의 PID를 전송함으로써 응답한다. FACH-S의 ACK 모드에서 복수개의 단말이 액세스를 성공하였을 경우

에는 최대 7개의 이동국에 대해 PID를 전송함으로써 동시응답이 가능하다. 만약 응답하여야 할 랜덤 액세스 시도가 7개 이상일 경우에는 가장 오래된 랜덤 액세스 시도에 대한 응답부터 전송하게 되며, T_{ACK} 가 경과된 액세스 시도에 대해서는 응답을 수행하지 않는다.

하나의 이동국이 복수개의 라디오 프레임 데이터를 전송할 경우에는 ACK 응답을 수신한 후, 다음 프레임을 전송하게 된다. 이동국은 RACH를 통해 신호 데이터를 전송한 후, T_{RMsec} 가 경과하여도 ACK응답을 수신하지 못하면 전송과정에서 충돌이 발생한 것으로 판단한다. 이 경우 이동국은 일정 시간의 지연 후, 재전송 절차를 수행하게 되며, 최대 재전송 횟수는 N_{RA} 이다. 채널 액세스 메카니즘에서 사용되는 T_{ACK} , T_{RA} , N_{RA} 등의 파라미터에 대한 정확한 값은 채널환경에 따라 다르게 적용되어 질 수 있다.

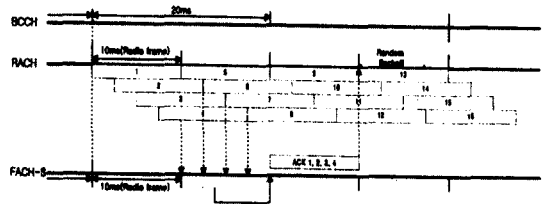


그림 2. 랜덤 액세스 절차

Fig. 2. Random access procedure

2.3 W-CDMA 시스템에서의 채널 액세스에 대한 문제점

NTT DoCoMo의 W-CDMA 시스템에서의 신호채널 할당은 랜덤 액세스 채널(RACH)을 통해 채널할당을 요구하고, 순방향 액세스 채널(FACH)을 통해 채널할당을 응답함으로써 이루어진다. 이동국은 기지국과의 동기를 유지한 상태에서 물리계층의 라디오 프레임 단위를 기반으로 하여, 액세스 읍셋에 따른 신호 및 데이터의 전송을 시도하게 된다. 하나의 라디오 프레임은 4개의 읍셋을 가지며, 동일 코드에 동일 읍셋으로 2개 이상의 단말이 액세스를 하면 충돌이 발생하게 된다. 이러한 읍셋 단위

의 전송은 단말의 불필요한 지연시간을 줄일 수 있다는 장점을 가진다.

이동국은 기지국으로 전송한 신호메시지나 데이터가 존재하면 랜덤엑세스를 수행할 액세스 코드와 윗셋 정보를 참조하여 데이터 전송을 시도한다. 하나의 라디오 프레임내에는 제어정보인지 사용자 데이터인지를 식별하도록 하는 U/C 필드, 메시지의 종단을 표시하는 TN 필드, 메시지 전송의 계속을 표시하는 W 필드, 1계층 재전송에 의한 중복 수신을 검출하기 위한 S 필드, 그리고 전송단말의 호 또는 이동국 식별자인 PID 필드 등이 포함된다. 상위계층의 메시지가 하나의 라디오 프레임에서 수용할 수 있는 크기를 초과할 경우에는 라디오 프레임 길이 단위로 상위계층의 메시지를 분할하고 이를 W 비트에 기재한다. 라디오 프레임의 구성이 완료되면, 단말의 윗셋 시점에서 정해진 채널을 통해 기지국으로 전송하고 응답의 수신을 기다린다. 기지국은 이동국으로 부터 데이터를 수신하면 오류여부의 검사를 위해 CRC를 체크하고 오류가 없을 경우에는 이 사실을 이동국의 PID를 이용하여 FACH ACK 모드로 전송한다. 또한 W비트를 검사하여 추가로 수신하여야 할 메시지가 있을 경우에는 메시지의 조합이 완료될 때까지 추가 수신을 기다리게 된다. 메시지의 조합이 완료될 경우에는 상위계층으로 데이터를 전달하게 된다. 이동국은 기지국으로 부터 ACK 응답을 수신하면 랜덤 지연 후, 추가적인 데이터 전송이나 새로운 데이터의 전송을 수행하는데, 데이터 전송 후, 일정 시간동안 응답을 수신하지 못할 경우에는 재전송을 수행하게 된다.

이러한 slotted-ALOHA 방안은 ALOHA 방안에 비해 높은 전송율을 제공하게 된다. 하지만 신호 메시지의 길이가 하나의 라디오 프레임보다 길어질 경우에는 MAC 계층에서 라디오 프레임 크기로 분할하여 순서적으로 전송하고, 수신단은 이를 조합하여 메시지를 완성하게 된다. 따라서 이 경우에는 연속된 데이터의 전송이나 새로운 데이터의 전송이 동일하게 취급된다. 즉, 연속된 데이터 전송의 경우에도 하나의 라디오 프레임에 대한 ACK를 수

신한 후, 일정시간 동안의 랜덤 지연후 다음 데이터 프레임을 전송하게 된다. 이 경우, 연속된 프레임과 새로운 데이터 프레임이 동등하게 경쟁하게 됨으로서 현재 전송중인 신호 및 데이터 프레임의 전송 성능을 보장할 수 없다. 현재, CDMA PCS 시스템에서 제공하고 있는 short 메시지 서비스를 광대역 CDMA 시스템에서 제공하려고 하면, 이러한 형태의 랜덤 액세스 전송 메카니즘은 심각한 문제를 야기하게 된다. 또한, 사용자 패킷 채널이 가용하지 않을 경우에는 공통 신호채널을 통해 패킷 데이터 서비스를 제공하여야 하는데, 이 경우에도 랜덤 액세스에 의한 패킷 전송지연이 심각한 문제를 야기하게 된다. 따라서, 공통채널을 통한 패킷 데이터 서비스를 효율적으로 지원하기 위한 메카니즘이 필요하게 된다.

Ⅲ. 경쟁 및 예약기반 채널 액세스 방식

3.1 개요

이동통신 시스템에서 이동단말은 전송 데이터가 존재할 경우, 기지국으로 채널할당을 요구하기 위한 랜덤엑세스 절차를 수행하게 된다. 이 경우, 하나 이상의 이동단말이 동일 액세스채널에 대해 동시에 액세스를 시도하면 충돌로 인한 액세스 정보의 손실이 발생하게 된다. 이동단말은 일정 시간 동안 액세스에 대한 ACK를 수신하지 못하면, 재전송을 시도하게 된다. 따라서, 액세스 메카니즘의 성능은 액세스 정보전송을 위한 채널 액세스 과정에서 이동단말간의 충돌확률에 의해 결정된다. 채널 액세스 시도에서의 이동단말간 충돌확률은 slot개념과 예약 메카니즘을 도입함으로써 줄일 수 있다. 즉, 하나의 채널을 n 개의 slot들로 분할하고, 채널 액세스 과정에서의 정보를 최소화하여 단일 슬롯을 통해 전송함으로써 충돌확률을 $1/n$ 로 줄이는 것이 가능하다. 또한 랜덤엑세스가 성공적으로 이루어진 단말에 대해 독립적인 채널을 예약해줌으로써 충돌로 인한 손실을 방지한다.

W-CDMA 시스템에서는 랜덤엑세스 채널을 통해 신호채널의 할당을 요구한다. 채널 액세스가 성

공적으로 이루어지면, 기지국은 해당 단말에 전용 신호채널을 할당함으로써 신호 메시지의 전송을 수행한다. 채널 액세스가 실패하면 일정시간의 랜덤지연 후, 다시 랜덤 액세스를 수행하게 된다. 이러한 slotted-ALOHA 방식의 채널 액세스 메카니즘은 ALOHA 방안에 비해 우수한 성능을 보장하는데, 최대 성능 효율은 대략 37% 정도이며, 단순한 형태로 구현이 가능하므로 널리 사용되고 있다[9]. 하지만 이 방안에서의 성능보장을 위해서는 신호 채널 할당을 위한 채널 액세스 신호정보의 양을 최소화하는 것이 필요하며, 물리채널의 라디오 프레임 크기와의 매핑이 고려되어야 한다. 하지만, 랜덤 액세스 채널을 통해 전송되어야 할 신호정보가 복수개의 라디오 프레임으로 구성되거나, 공통제어 채널을 통해 패킷 데이터의 전송이 수행될 경우에는 랜덤 액세스 채널에 대한 예약 메카니즘의 적용이 요구된다. 실제로 IMT-2000 서비스를 위한 W-CDMA 시스템에서는 하나이상의 라디오 프레임으로 구성되는 신호메시지에 대해 MAC 계층의 프레임에 대한 고려는 이루어져 있으나 액세스 메카니즘에 대한 고려는 이루어져 있지 않다. 이러한 문제는 공통신호 채널을 통해 패킷 데이터의 전송이 이루어질 경우에도 동일하게 적용된다. 본 논문에서는 연속적인 신호 및 데이터가 존재할 경우를 추가적으로 고려하여 부분적으로 예약방식을 도입한 채널 액세스 메카니즘을 제안하였다.

3.2 채널구조 및 프레임 구조

제안한 채널 액세스 메카니즘은 W-CDMA 시스템에서의 물리채널 구조는 변경하지 않고, 단지 MAC 프레임의 논리적인 필드에 대한 변경만으로 지원할 수 있다. 단일 라디오 프레임으로 구성 가능한 신호 메시지의 전송은 W-CDMA에서의 slotted-ALOHA와 동일하게 이루어진다. 하지만 복수개의 라디오 프레임으로 구성되는 신호 및 데이터 메시지에 대해서는 예약 메카니즘을 도입하는데, slotted-ALOHA 메카니즘에 예약방식을 적용하기 위해 BCCH와 FACH의 프레임 구조를 일부 수정하였다. 기지국은 BCCH 프레임을 통해 채널의 예약

관련 정보를 이동국으로 알려주며, FACH 프레임을 통해 랜덤 액세스 채널에 대한 예약위치와 예약 단말을 알려주게 된다.

랜덤 액세스 채널의 예약 및 경쟁과 관련된 상태 정보를 전송하기 위한 BCCH 프레임 구조가 그림 3에 나타나 있다.

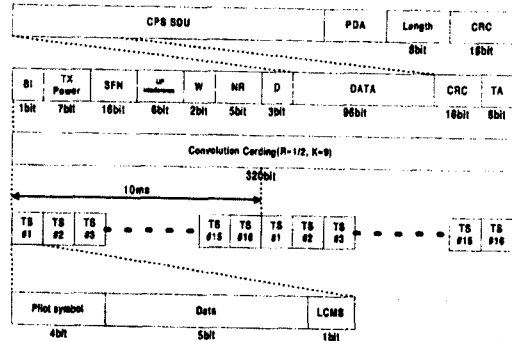


그림 3. BCCH 프레임 구조
Fig. 3. BCCH frame structure

그림에서 알 수 있듯이 BCCH 채널에 새로이 추가된 NR 필드는 다음 BCCH 전송구간 (20ms) 동안의 RACH 슬롯중에서 이미 예약된 슬롯의 개수를 알려준다. 기지국은 슬롯의 할당을 구간의 처음부터 순서대로 할당하므로 NR값에 의해 경쟁슬롯의 시작 위치를 알 수 있다.

이동국의 랜덤 액세스에 대해 채널의 예약위치와 단말정보를 알려주는 FACH 프레임 구조가 그림 4에 나타나 있다.

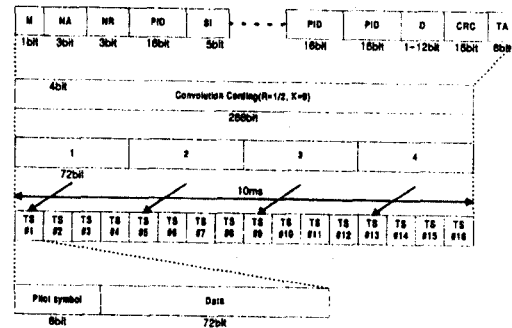


그림 4. FACH-S(ACK mode) 프레임의 구조
Fig. 4. FACH-S(ACK mode) frame structure

FACH-S(ACK mode) 채널에는 NR 필드와 SI 필드를 새롭게 추가하는데, NR 필드는 현재 ACK 모드의 응답 메시지중 예약정보를 포함하는 ACK의 수를 나타내며, SI 필드는 해당 PID를 가지는 단말이 사용하게 될 예약슬롯의 위치정보를 나타낸다. 즉, FACH의 응답메시지에서 NA가 5이고 NR의 값이 3이면, 총 5개의 단말에 대한 응답중에서 슬롯 예약을 위해 SI 정보를 포함하는 PID가 3개가 존재함을 의미한다.

3.3 동작원리

이동국은 전송 데이터가 존재할 경우에는 BCCH로부터 랜덤액세스 슬롯의 위치에 대한 정보를 획득한다. 랜덤액세스 코드와 옵셋 값에 기반하여 액세스할 슬롯을 결정하는데, 이 경우 슬롯의 예약슬롯 수를 기반으로 하여 각 단말의 액세스 확률을 계산하여, 액세스 여부를 결정하게 되며, 랜덤 액세스 확률은 1.0 - 예약 슬롯 수 / 전체 슬롯 수로 구해진다. 액세스 확률이 0이거나 액세스가 허용되지 않으면 랜덤 backoff 지연을 수행한 후, 액세스를 재시도 한다. 기지국은 랜덤액세스 데이터의 오

류여부를 판단하여 ACK 응답의 전송을 수행하고, 채널의 예약관련 정보를 유지하며 이를 이동국에 알리는 역할을 수행한다. 기지국은 데이터를 수신하면 오류검사를 수행하고 오류가 없을 경우에는 W 비트를 검사하게 된다. W 비트가 연속 프레임을 나타내면 resource table의 정보를 기반으로 하여 슬롯을 예약하고, 아닐 경우에는 PID만을 보관한다. FACH로 응답 메시지를 전송할 시점에서 ACK 응답을 생성하여 전송하며, BCCH 프레임 전송시점에서는 예약된 슬롯의 수를 전송하고 resource table을 갱신하게 되는데, 이러한 기지국의 동작절차가 그림 5에 나타나 있다.

또한 BCCH와 FACH 프레임의 일부수정을 통해 채널 액세스 절차에 예약 모드를 추가한 예약기반 랜덤액세스 메카니즘의 동작이 그림 6에 나타나 있다.

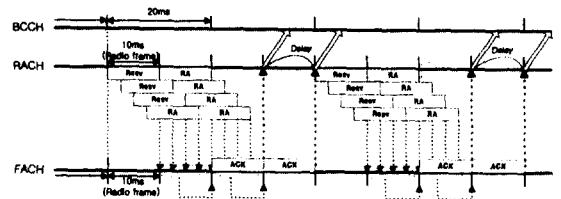


그림 6. 예약 및 경쟁방식에 기반한 채널액세스 메카니즘
Fig. 6. Channel access mechanism based on reservation and contention

BCCH를 통해 다음구간(20ms) 동안의 랜덤 액세스에 대한 슬롯의 예약 갯수를 알려주게 된다. 또한 FACH의 응답 모드에서는 RACH의 경쟁 슬롯을 통해 수신된 요구에 대해 할당되는 슬롯의 위치를 알려준다. 따라서 각 이동국이 처음 데이터를 전송할 경우에만 RACH의 랜덤액세스 슬롯중 하나를 이용하여 경쟁모드에서 전송을 하게되며, 이후의 연속 데이터 전송에서는 예약모드에 의한 전송을 수행하게 된다.

IV. 성능분석 및 고찰

4.1 시스템 모델

채널 액세스 메카니즘의 성능분석을 위한 시스템 큐잉모델이 그림 7에 나타나 있다.

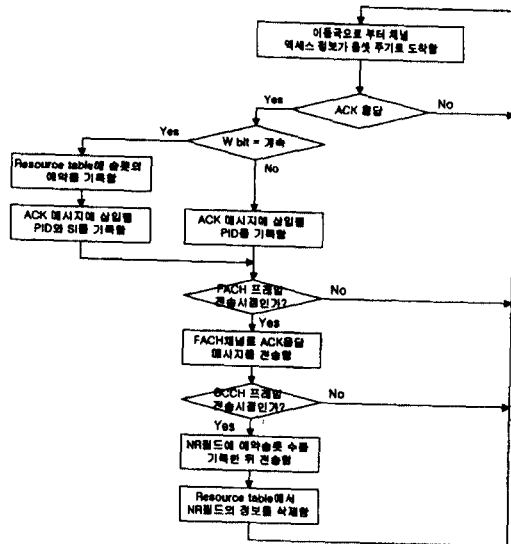


그림 5. 기지국의 처리절차
Fig. 5. Operating procedure of base stations

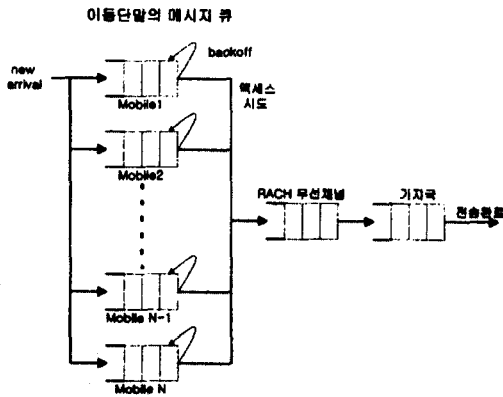


그림 7. 성능평가를 위한 시스템 모델
Fig. 7. System model for performance evaluation

각 이동국에서의 신호 및 데이터 메시지 도착간격은 지수분포를 따르며, 메시지의 길이에 따라 MAC 프레임용을 생성하고, 랜덤지연 후에 랜덤 액세스 채널을 통해 전송한다. 랜덤 액세스를 위한 랜덤 지연은 평균 20ms의 지수분포로 가정한다. 랜덤 액세스를 위한 신호 채널은 16ksps의 4개 채널로 구성되며, 단말은 4개 채널중 하나를 선택하고 정해진 율에서 전송을 시도하게 된다. 기지국은 수신된 프레임에 대해 CRC 검사를 수행하고 오류가 없을 경우에는 해당 PID를 순방향 액세스 채널을 통해 전송함으로써 응답한다. 이때, 기지국에서 CRC 검사와 응답 프레임 생성, 액세스 채널 예약, FACH와 BCCH 처리 프레임 구성 등의 절차는 2.5ms 이내에 완료된다고 가정한다. 이동국이 ACK 응답정보와 예약정보를 수신하면, 지정된 채널을 통해 기지국으로 연속적인 전송을 수행한다. 이동국이 채널의 예약정보를 수신하지 못하면 랜덤지연 후에 경쟁 슬롯을 통해 다음의 전송을 수행하는데, 만약 40ms 내에 응답 메시지를 수신하지 못할 경우에는 랜덤 지연 후에 다시 액세스 절차를 수행한다. 이동국이 BCCH의 채널정보를 기반으로 랜덤 액세스 채널의 위치를 랜덤하게 결정하며, 이동단말은 채널 액세스 허용확률 계산을 통해 실제 액세스 여부를 결정한다. 액세스가 허용되지 않을 경우에는 다음 BCCH 전송구간에서 채널정보를 다시 수신하고,

액세스 채널의 위치를 결정한 후, 다시 액세스를 시도하게 된다.

4.2 성능분석

본 논문에서 제안하는 방안은 신호 메시지의 길이가 하나의 라디오 프레임 이상이 될 경우에 예약 모드의 적용을 통해 성능을 개선하게 된다. 제안된 방안은 NTT DoCoMo IMT-2000 시스템의 물리채널에 대한 아무런 변경없이 전송 성능을 개선할 수 있다는 장점을 가진다. 제안방식의 신호 및 데이터 전송성능을 분석하기 위해 NTT DoCoMo IMT-2000 시스템에서 사용하는 slotted-ALOHA 메커니즘의 성능과 비교분석하였으며, 지연과 처리율을 성능 분석의 척도로 사용하였다.

하나의 데이터 및 신호 메시지가 하나의 라디오 프레임으로 전송될 경우에 대한 평균 전송지연이 그림 8에 나타나 있다.

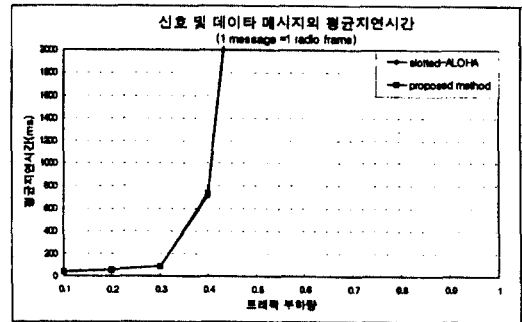


그림 8. 신호 및 데이터의 평균 전송지연(1 message = 1 radio frame)

Fig. 8. Mean delay of signal or data frame(1 message = 1 radio frame)

신호 및 데이터가 단일 라디오 프레임으로 전송될 경우에는 제안 방안에서의 예약모드 사용은 이루어지지 않고, slotted-ALOHA와 동일한 전송 메커니즘으로 전송이 이루어지므로 동일한 지연특성을 보이게 된다.

하지만 하나의 메시지가 2개 이상의 라디오 프레임으로 구성될 경우에는 서로다른 성능을 보이게 되는데, 지연과 처리율 특성이 그림 9와 그림 10에 나타나 있다.

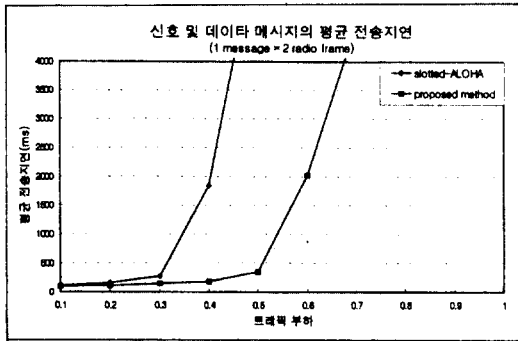


그림 9. 신호 및 데이터의 평균 전송지연(1 message = 2 radio frame)

Fig. 9. Mean delay of signal and data frame(1 message = 2 radio frame)

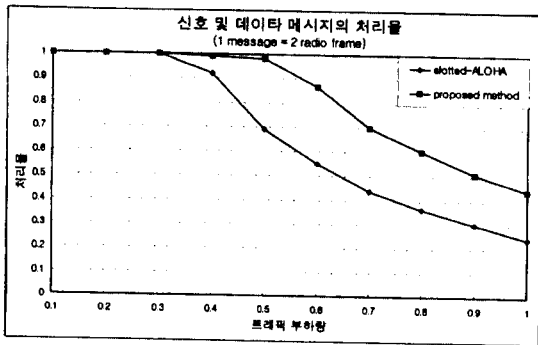


그림 10. 신호 및 데이터의 처리율(1 message = 2 radio frame)

Fig. 10. Throughput of signal and data frame(1 message = 2 radio frame)

그림 9와 그림 10에서 알 수 있듯이 트래픽의 부하가 증가할수록 제안된 방안이 기존의 방안보다 지연 및 처리율 측면에서 우수한 성능을 보인다. 기존의 slotted-ALOHA의 경우에는 2개의 라디오 프레임 전송을 위해서는 2번의 채널 경쟁을 거치게 된다. 이에 비해 제안된 메카니즘에서는 한번의 채널 경쟁만을 수행하면, 이후의 연속전송에 대해서는 채널이 예약되어 별도의 경쟁절차 없이 전송이 가능하게 된다. 채널의 예약으로 인해 경쟁이 가능한 채널의 수가 줄어들게 됨으로서 커지는 액세스

의 충돌확률을 단말의 채널 액세스 허용확률을 적용하여 제어하였다. 기존방안에 비해 제안 방안에서는 트래픽 부하가 0.5 이상일 경우에는 20% 이상 향상됨을 알 수 있다.

제안방안과 기존방안에서의 메시지의 길이에 따른 처리율 변화에 대한 비교가 그림 11에 나타나 있다. 그림에서 괄호안의 숫자는 신호 및 데이터 메시지를 전송하기 위해 필요한 라디오 프레임의 수를 나타낸다. Slotted-ALOHA 방안에서는 메시지의 길이가 길어질수록 성능의 저하가 발생하게 된다. 하지만 제안된 방안에서는 기지국이 예약채널과 랜덤 액세스가 가능한 채널을 알려주고, 충돌의 확률을 줄이기 위해 각 이동국에 대해 액세스 확률을 부여하였다. 따라서, 충돌이 발생하는 경쟁 메카니즘은 오직 처음 라디오 프레임에만 적용되어, 메시지의 길이가 길어질수록 충돌에 의한 영향이 작아짐을 알 수 있다.

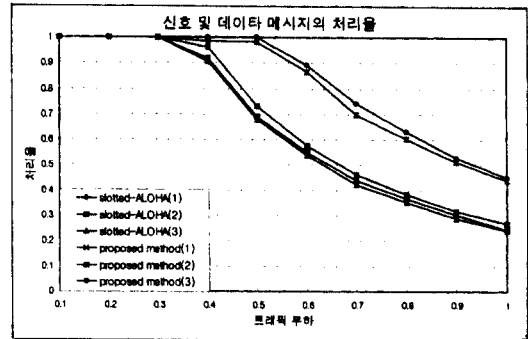


그림 11. 메시지의 길이에 따른 처리율 변화

Fig. 11. Change of throughput according to message length

V. 결 론

본 논문에서는 NTT DoCoMo에서 제안한 IMT-2000 서비스를 위한 W-CDMA 시스템에서 공통신호 채널을 통해 효율적으로 신호 및 데이터 메시지를 전송하는 방안에 대해 연구하였다. NTT DoCoMo에서 제안한 IMT-2000 시스템에서는 신호 메시지의 전송을 위해서는 별도의 전용 신호채널인 SDCCH의 할당을 요구한다. 이러한 SDCCH 할

당요구 메시지는 RACH를 통해 slotted-ALOHA 메카니즘에 의해 전송된다. 현재의 SDCCH 할당 메시지의 크기는 하나의 라디오 프레임으로 수용할 수 있으나, 이후의 부가적인 시그널링을 위해 라디오 프레임에 연속 프레임 지시필드를 두어 하나 이상의 라디오 프레임을 요구하는 신호메시지를 수용할 수 있도록 하였다. 또한 사용자 패킷채널이 가용상태가 아닐 경우, 공통 신호채널을 통해 사용자 패킷 데이터의 전송을 수행하도록 하고 있다.

각 단말이 공통신호 채널을 통해 신호 및 데이터의 전송을 수행할 경우, 매 라디오 프레임마다 경쟁하게 되고, 이때 발생한 충돌과 이를 회복하기 위한 재전송으로 인해 메시지의 전송지연은 증가하고, 처리율은 감소하게 된다. 따라서 이러한 전송성능의 감소를 개선하기 위해서는 이러한 채널경쟁의 빈도를 줄이는 방안이 요구된다. 본 논문에서는 처음 라디오 프레임 전송에 대해서만 경쟁방식을 적용하며, 이후 전송은 채널의 예약을 통해 라디오 프레임을 전송하는 방안을 제안하였다. 제안된 방안을 지원하기 위해서는 폴리채널의 변경없이 BCCH와 FACH의 일부 필드의 변경만이 요구된다. 또한 채널의 예약으로 랜덤 액세스 채널에 대한 충돌을 감소시키기 위해 각 단말에 채널 액세스 허용확률을 부여하였다.

제안된 방안은 신호 및 데이터 메시지가 하나의 라디오 프레임으로 구성될 경우에는 기존방안과 동일한 성능을 보였다. 하지만 하나 이상의 라디오 프레임으로 구성되는 신호 및 데이터 프레임을 전송할 경우에는 기존방안 보다 우수한 성능을 보장할 수 있었다. 또한 기존의 방안이 신호 메시지의 길이가 길어질수록 처리율이 감소되는 반면에 제안된 방안에서는 경쟁에 의한 충돌빈도의 상대적인 감소로 인해 약간의 성능개선이 이루어진다. 따라서 제안방안은 공통신호 채널을 통한 신호 및 데이터 전송에 유용하게 사용될 수 있다.

참 고 문 헌

1. B.Jafarian, T.H.Le and A.H.Aghvami, "Design

and Performance Evaluation of a New Medium Access Control Protocol for Wireless ATM Networks", ICUPC' 97, vol. 2, pp.434-436, Oct. 1997.

2. D.G.Jeong, C.H.Choi and W. W. Jen, "Design and Performance Evaluation of a New Medium Access Control Protocol for Local Wireless Data Communication", IEEE/ACM Trans. Networking, vol. 3, no.6, pp. 742-752, Dec. 1995.

3. S.Jangi and L.F.Meracos, "Performance Analysis of Reservation Random Access Protocols for Wireless Access Network", IEEE Trans. Commun., vol. 42, no.2/3/4, pp.1223-1234, Feb/March/April. 1994.

4. D. Raychauri and N.D. Wilson, "ATM-based Transport Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks", IEEE JSAC., vol. 12, no. 1, pp. 1401-1414, Oct. 1994.

5. J.E. Wieselthier and A.Ephremides, "Fixed and Movable-boundary Channel Access Schemes for Integrated Voice/Data wireless Networks", IEEE Tans. Commun., vol. 43, no. 1, pp. 64-74, Jan. 1995.

6. D.G.Jeong and W.S.Jeon, "Performance of Exponential Backoff Scheme for Slotted-ALOHA Protocol in Local Wireless Environment", IEEE Trans. Veh. Techol., vol. 44, no. 3, pp. 470-479, Aug. 1995.

7. A.Urie, M.Streeton, C.Mourot, "An Advanced TDMA Mobile Access System for UMTS", IEEE Personal Commu., pp. 38-47, Feb. 1995.

8. Air-interface WG, SWG2, "Specifications of Air-Interface for 3G Mobile System", IMT-2000 Study Committee Proposal, vol. 3, Oct. 1997.

9. W.L.Chan, K.T.Ko, K.Yeung, S.Chan and E.W.M.Wong, "A New Multiple Access Scheme for Wireless Packet(ATM) Networks", ICT' 97, vol. 2, pp. 1079-1084, April. 1997.

박 성 수(Seong-Soo Park)정회원
통신학회 논문지 제 23 권 제 7 호 참조
e-mail : spark@infocomm.kyunghee.ac.kr

송 영 재(Young-Jae Song)정회원
통신학회 논문지 제 23 권 제 7 호 참조
e-mail : yjsong@nms.kyunghee.ac.kr

조 동 호(Dong-Ho Cho)정회원
통신학회 논문지 제 23 권 제 7 호 참조
e-mail : dhcho@eekaist.kaist.ac.kr



김 병 환(Byung-Hwan Kim)정회원
1984년 2월 : 고려대학교 전자공
학과 졸업
1983년 9월 ~ 현재 : 삼성전자
정보통신 개발센
터 수석 연구원

<관심분야> 이동통신, 무선 ATM, IMT 2000시스
템 및 단말

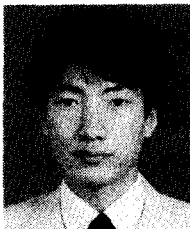
e-mail : kbhwan@bear.telecom.samsung.co.kr



김 선 미(Sun-Mi Kim)정회원
1995년 2월 : 덕성여자대학교 전
산과 졸업
1996년 2월 ~ 현재 : 삼성전자
정보통신 개발센
터 연구원

<관심분야> 이동통신, IMT-2000 시스템 개발 및 표
준화 등임

e-mail : smkim@samsung.co.kr



이 현 우(Hyeon-Woo Lee)정회원
1985년 2월 : 서울대학교 제어계
측공학과 졸업
1989년 8월 : 서강대학교 경영대
학원 졸업
1994년 2월 : 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과
(공학석사)

1994년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술원 전기 및 전자
공학과 박사과정

1984년 12월 ~ 현재 : 삼성전자 정보통신 개발센터
선임 연구원

<관심분야> 이동통신, IMT-2000 시스템, 광대역
CDMA, 채널 부호화 등임

e-mail : woojja@samsung.co.kr