

이동 고속데이터 서비스용 MAC계층 프로토콜의 성능연구

正會員 金 泰 圭* 正會員 趙 東 浩*

A Study on The Performance of MAC Protocols for High-Speed Mobile Data Services

Tae Gue Kim*, Dong Ho Cho* *Regular Members*

要 約

PCS(personal communication service)용으로 시존에 제안된 B-CDMA(broadband code division multiple access)기법은 전송 속도의 변동이 적은 저속의 음성호만을 고려하였기 때문에 고속의 가변 데이터 서비스를 제공하기에는 적합하지 않다. 한편, 최근에 제안된 Hybrid TDMA/CDMA(hybrid intra-cell TDMA/inter-cell CDMA)기법은 내부적으로 TDMA기법이 사용되므로 고속데이터 서비스를 용이하게 지원할 수 있지만 TDMA 전송특성 때문에 가변데이터 트래픽을 처리할 때에는 많은 비효율성을 내포한다. 본 논문에서는 이러한 단점들을 보완하기 위한 방안으로 Hybrid TDMA/CDMA 기법에 PRMA(packet reservation multiple access)에서와 유사한 예약기법을 추가로 적용한 Reservation TDMA/CDMA 기법을 제안하였다. 또한, 제안된 Reservation TDMA/CDMA기법의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 기존의 B-CDMA기법 및 Hybrid TDMA/CDMA 기법과 비교분석하였다. 시뮬레이션 결과, 제안된 Reservation TDMA/CDMA기법은 다양한 전송속도의 트래픽을 용이하게 지원할 수 있을 뿐만 아니라 설정된 각 호 내부에서의 전송속도 변화를 보다 효율적으로 이용할 수 있다는 측면에서 기존의 B-CDMA나 Hybrid TDMA/CDMA 기법보다 우수함을 알 수 있었다.

ABSTRACT

Broadband code division multiple access(B-CDMA)previously proposed for personal communication services(PCS) is not suitable for high-speed data services with large variations in speed, because it is designed only for low-speed voice calls with small variations in speed. Meanwhile, hybrid intra-cell TDMA/inter-cell CDMA(Hybrid TDMA/CDMA) recently proposed could accomodate

*慶熙大學校 電子計算工學科
Dept. of Electronic Engineering, Kyunghee University.
論文番號 : 9494
接受日字 : 1994年 3月 28日

high-speed services easily because of its internal use of the TDMA scheme, but there would be much inefficiency in treating variable bit rate services due to the intrinsic properties of TDMA transmission scheme. In this paper, a media access control(MAC) protocol, called Reservation TDMA /CDMA, which uses a reservation scheme similar to the one in the packet reservation multiple access(PRMA) protocol to compensate for these shortcomings is proposed. In addition, the performance of this protocol is analyzed and compared with conventional protocols by computer simulation. According to the simulation results, it has been shown that the proposed Reservation TDMA /CDMA scheme could support various transmission rates of user data traffics easily, and it could utilize the variations of the transmission rates in each active call more efficiently.

I. 序 論

급속히 발전하는 디지털 무선기술에 기반한 개인통신시스템(PCS:personal communication system)은 차세대 통신시스템에 있어서 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대되고 있다¹⁾. 개인통신시스템 환경에서는 각 개인이 작고 휴대하기 간편한 단말기를 통해 언제, 어디서나, 누구와도 신뢰성있는 통신을 할 수 있어야 하며, 음성외에도 고속데이터 및 화상전화로 부터 팩스 및 저속데이터에 이르기까지 다양한 전송율의 사용자 데이터를 지원할 수 있어야 한다^{2,3)}. 물론 앞으로도 유성서비스가 가장 주된 서비스로서 계속 남아있을 것으로 예상되지만, 보다 진보된 서비스(즉, 256 Kb/s 이상의 고속데이터 서비스)를 지원하는 것이 현재의 시스템 설계자들이 해결하려고 노력하는 핵심적인 문제중의 하나이다.

개인통신시스템을 설계하는데 있어서 가장 우선적으로 고려해야 할 문제는 적절한 MAC(media access control) 프로토콜을 선택하는 문제이다. MAC 프로토콜은 시스템 성능, 시스템 용량, 제공할 수 있는 서비스의 다양성, 그리고 이동단말기 및 기지국의 복잡도에 많은 영향을 미치게 되므로 개인통신시스템의 설계에 있어서 가장 중요한 디자인 파라미터이다⁴⁾. 더욱이 고속데이터 서비스를 지원하는 데 있어서 적절한 MAC프로토콜의 선정은 더욱 중요하다. 현재 개인통신시스템용으로 제안되어 있는 MAC프로토콜에는 GSM과 같이 CBR(constant bit-rate)트래픽을 지원하는 TDMA(time division multiple access)기법, CBR과 VBR(variable bit-rate) 트래픽을 모두 지원하는 dynamic TDMA 기법, slotted-ALOHA 방식에 예약기법을 적용한 PRMA 기법, 최근에 주목을 받고 있는 CDMA 기법 등이 있다.

그러나, 이들 MAC기법들은 기본적으로 협대역채널을 이용하므로, 이들을 채용한 시스템은 가입자 수용용량 및 제공할 수 있는 서비스 측면에서 매우 제한적이다. 따라서, 미래의 PCS환경에서 요구되는 가입자 수용용량을 지원하는 동시에 다양한 요구조건 특히, 고속 가변의 전송율을 가지는 트래픽을 효율적으로 지원하는 데 어려움이 있다. 최근에 넓은 대역폭을 기반으로 높은 가입자 수용용량을 가지며 다양한 서비스를 제공할 수 있는 MAC 프로토콜로서 B-CDMA 기법과 Hybrid TDMA /CDMA(hybrid intra-cell TDMA /inter-cell CDMA)기법이 제안되었다^{5,6,7,8)}. B-CDMA기법은 32KHz정도의 정보대역을 48MHz의 대역으로 확산시켜 다중경로 페이딩에 기인한 신호전력의 감쇠를 최소화함으로써 PCN에서 요구하는 서비스 품질 및 가입자 수용용량을 얻는다^{9,10)}. 그러나 기본적으로 전송속도의 변동이 적은 음성호 및 저속 데이터만을 고려하였기 때문에 고속의 가변 데이터 서비스를 제공하기에는 적합하지 않다. 한편, Hybrid TDMA /CDMA기법은 셀 내부적으로는 TDMA기법을 사용하지만, 인접셀간에 상관성이 적은 펄스형태를 할당함으로써 셀간의 간섭을 줄이는 방식이다. 이 방식에서는 내부적으로 TDMA기법이 사용되므로 고속 가변 데이터 서비스를 용이하게 지원할 수 있지만 TDMA 전송 구조에 기인하여 많은 비효율성이 존재한다.

따라서 본 논문에서는 저속 데이터 서비스 뿐만 아니라 고속의 실시간 데이터 서비스를 보다 효율적으로 지원할 수 있는 MAC기법을 연구한다. 우선, 기존의 B-CDMA기법과 Hybrid TDMA /CDMA기법의 특성 및 장단점들을 고찰한 후에, 이 단점들을 보완하기 위한 방안으로 Hybrid TDMA /CDMA 기법에 예약기법을 적용한 Reservation TDMA /CDMA 기법을 제안한다. 또한, 제안된 Reservation TDMA

/CDMA 기법의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 B-CDMA, Hybrid TDMA /CDMA 등과 비교평가한다. 제 I 장 서론에 이어 제 II 장에서는 본 논문에서 제안한 Reservation TDMA /CDMA 기법을 자세히 기술하고, 제 IV 장에서는 기존의 방식과 제안된 방식의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 분석한다. 마지막으로 제 V 장에서는 본 논문의 결과를 논하고 결론을 맺는다.

II. 기존의 MAC 프로토콜

1. B-CDMA

B-CDMA(B-CDMA)는 정보대역을 기존의 N-CDMA(narrowband CDMA) 방식 (1.23MHz)의 수십 배에 해당하는 확산 스펙트럼 대역(48 MHz)으로 확산시킴으로서 다중경로 페이딩에 기인한 품질손상을 최소화하는 방식이다. B-CDMA 시스템은 기존의 N-CDMA 시스템과 유사한 채널구조를 가진다. B-CDMA 시스템은 광대역화에 따른 페이딩의 영향 감소, 다중화 이득의 증가 등에 기인하여 기존의 협대역 시스템에 비해 가입자 수용용량이 증가하여, 우선유선 정도의 품질을 유지할 수 있다. 또한 기존의 협대역 시스템에 비해 더 높은 데이터 전송율을 가지며 고속데이터서비스를 지원하는 것이 가능하다.

다중경로에 기인한 페이딩은 일반적으로 15 MHz를 넘지 않으므로 최악의 상황에서 페이딩에 기인한 B-CDMA 시스템의 손실은 2 dB 정도에 불과하다⁸⁾. 한편, 협대역 방식(FDMA, TDMA, 혹은 CDMA)에서는 10 dB 내지 30 dB 정도의 페이딩을 감으므로 이로 인한 품질저하를 줄이기 위해서는 송신전력이 10 dB 내지 20 dB 정도 더 커져야 하고 공간 혹은 시간 다이버시티 기법이 적용되어야 한다¹¹⁾. B-CDMA 시스템의 다른 장점으로서는 기존의 협대역 시스템과 오버레이 동작이 가능하다는 점 즉, 기존의 협대역 시스템과 상호간에 심각한 영향을 미치지 않고 같은 대역을 공유하여 동작할 수 있다는 점을 들 수 있다¹²⁾. 이점은 기존의 셀룰러망에서 PCN(personal communication network)으로의 진화(협대역 혹은 아날로그 시스템에서 광대역 시스템으로의 진화)를 용이하게 한다는 측면에서 주목할만 하다. 즉, 초기에는 대부분의 가입자가 기존의 시스템(아날로그 AMPS, FDMA, TDMA, N-CDMA 등)을 이용하고 소수의 가입자가 B-CDMA 시스템을 이용하는 상황에서 오버레이되어 동작하고, 점차 기존의 시스템 가

입자들이 B-CDMA로 전환하는 과정을 거쳐 종국에는 전 사용자들이 B-CDMA만을 이용하게 되는 진화 시나리오가 가능해진다. 또한 송신기 및 수신기에 notch필터를 사용하면 AMPS 사용자가 사용하는 주파수 대역을 제거할 수 있으므로 오버레이로 인한 용량손실을 줄일 수 있다¹³⁾. 그러나, 고속 가변의 데이터 트래픽을 지원해야 하므로 Qualcomm사의 N-CDMA 환경과 다른 다음의 요인이 시스템의 불안정성을 초래한다. 즉, N-CDMA 환경에서는 가입자의 데이터 전송속도가 1.2Kbps~9.6Kbps의 범위로 시 각 가입자별 전송속도에 따른 프로세싱 이득의 변화가 비교적 적게 유지되지만, 고속 가변의 데이터 트래픽을 지원하기 위한 B-CDMA 환경에서는 가입자 전송속도가 1.2Kbps~96Kbps 범위로 시 각 가입자별 전송속도의 변화로 인한 프로세싱 이득의 변화가 매우 크다. 따라서 B-CDMA 기법에서는 사용자의 요구에 따라서 다양한 전송율을 지원하는 동시에 시스템에 안정되게 동작되게 하려면 매우 복잡한 제어 메카니즘이 요구된다¹⁴⁾.

B-CDMA 기법의 불안정성을 알아보기 위해 표 1과 같은 가입자 트래픽 환경을 가정할 때의 B-CDMA 시스템에서의 전송과정을 살펴보자. 표 1은 기존 전송율이 1이라고 가정할 때의 각 가입자별 전송속도의 변화를 기본전송율에 대한 상대적인 수치로 표현한 것이다. 한편 채널용량 측면에서는, 한 프레임에서 기본 전송율로 전송하는 이동단말의 수가 12개 이하일 때에는 채널오류율이 허용치 이하로 유지되고 12개 이상일 때에는 채널오류율이 허용치 이상으로 커진다고 가정한다. 즉, 만일 각 단말기들이 기존 전송율의 4배로 전송한다고 가정하면 최대 3개 까지의 단말을 지원할 수 있다고 가정한다.

우선 N-CDMA 기법에서와는 달리 동시에 지원할 수 있는 호의 수를 제한하지 않은 경우의 B-CDMA 전송에는 그림 1과 같다. 그림에서 알 수 있듯이, 동시에 지원할 수 있는 호의 수를 제한하지 않으면, 그림 1에서와 같이 순간적으로 시스템 용량이 초과되어 채널 오류특성이 악화되며, 결과적으로 이동단말에서의 상태가 매우 불안정하게 되고 각 호의 서비스 품질을 보장하기 힘들다. 한편, 최대로 허용될 수 있는 호의 수를 제한하는 경우의 B-CDMA 전송에는 그림 2와 같다. 여기서 각 사용자의 최대 전송율이 4× 기본전송율이므로 최대로 허용될 수 있는 호의 수는 3이다. 그림에서 알 수 있듯이 최대로 허용될 수 있는 호의 수를 제한하는 경우, 서비스 품질유지에는 문제

가 없으나 전체 처리율이 낮아진다는 문제점이 있다.

표 1. 이용자별 전송속도의 변화의 예

이용자번호	프레임 i-1	프레임 i	프레임 i+1	프레임 i+2	프레임 i+3
U#1	2	4	4	1	1
U#2	1	4	4	0	3
U#3	0	4	1	3	4
U#4	4	4	0	0	4

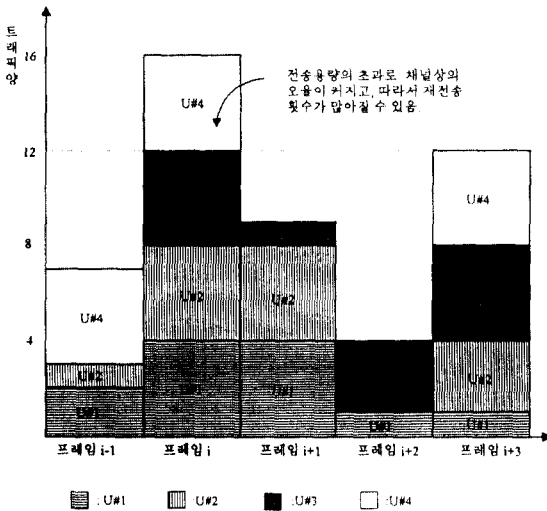


그림 1. 호의 수를 제한하지 않았을 때의 B CDMA 시스템의 전송 예

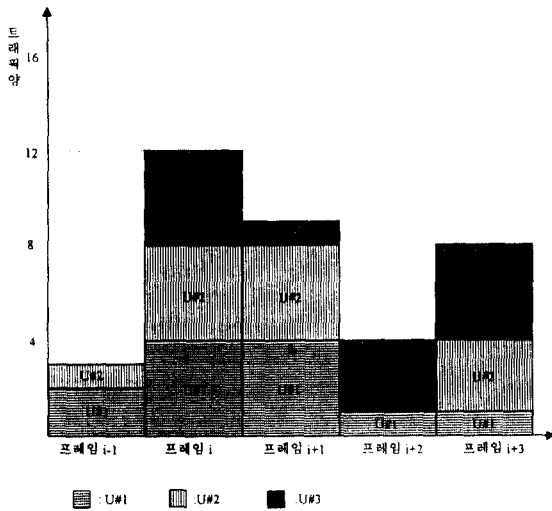


그림 2. 호의 수를 제한하였을 때의 B CDMA 시스템의 전송 예

이러한 단점을 완화시키기 위해서는 기지국에서 새로운 호의 설정이 요구될 때마다 등가 트래픽밀도를 계산하여 호접속의 수락과 거부를 결정하면 된다. 그러나 이 경우, 등가 트래픽밀도를 효율적으로 계산하는 알고리즘 및 데이터의 전송속도에 따라 프로세싱 이득을 변화시킬 수 있는 메카니즘이 필요하고 기지국에 추가적인 부담을 주게 되므로 바람직하지 못하다.

2. Hybrid TDMA/ CDMA

Hybrid TDMA/CDMA 방식은 TDMA 방식의 높은 셀 내부 용량과 CDMA 방식의 다중경로 간섭 제거능력을 결합한 방식으로서, 셀 내부의 다중액세스는 TDMA를 통해 행하며 셀간의 간섭을 CDMA를 통해 줄이는 방식이다^[6]. 각 셀의 내부에서는 표준 TDMA 포맷이 사용되며 채널은 프레임들 및 슬롯들로 나뉘어진다. 동작중인 각 사용자 단말들은 요구되는 전송속도에 따라 프레임당 하나 이상의 슬롯들을 할당받는다. 한편, 셀간 간섭억제는 각 셀에 대해서 서로 다른 베이스밴드 필스형태를 할당함으로써 이루어진다. 같은 셀에 속하는 모든 사용자들은 각 셀에 할당된 이 특정 확산 시퀀스로 확산된 신호를 TDMA에서와 같이 차례로 전송한다. 즉, 각 셀 내부에서 i번째 사용자는 할당받은 타임슬롯동안에 식(1)과 같은 PAM(pulse amplitude modulation)파형을 전송한다.

$$S_m^{(i)}(t) = \sum_k b_k^{(i)} P_m(t - KT) \tag{1}$$

여기서 $\{b_k^{(i)}\}$ 는 셀 m에 할당된 길이 N의 PN (pseudo-random noise) 시퀀스이며 $\Psi(t)$ 는 전형적으로 $T = T/N$ chip 파형이다. 적절한 간섭억제를 보장하기 위해서는 서로 다른 셀에 할당된 필스형태 사이에 상관성이 적어야 한다. 일반적으로 서로 다른 셀에 상관성이 좋은 필스형태 $P_m(t)$ 를 할당하는 다양한 방식들이 존재한다. 예를들어 DS-SS 필스를 사용하는 대신에 참고문헌[12]에서 기술된 스펙트럼 효율이 좋은 DS spread-time 필스형태가 사용될 수도 있다. TDMA나 FDMA에서와 주파수 재사용과 유사하게 TDMA/CDMA 시스템에서는 코드재사용이 가능하다. 즉, 충분히 떨어진 셀들에 같은 코드가 재할당될 수 있으며 각 셀에 할당된 코드의 수를 달리함으로써 셀간의 용량차이를 효과적으로 지원할 수 있다. TDMA/CDMA 방식에서는 각 기지국이 비동기적으

로 전송하고 사용되는 코드의 상관성이 적도록 설계될 수 있으므로 같은 코드를 사용하는 셀들로부터의 간섭은 matched filter 수신기를 채용함으로써 억제할 수 있다. 결과적으로 TDMA/CDMA 방식에서 같은 코드를 사용하는 셀들사이의 거리는 TDMA나 FDMA에서 주파수 재사용을 위해 요구되는 같은 주파수를 이용하는 셀간의 거리만큼 할 필요는 없다.

이상 TDMA/CDMA 방식의 특징을 정리해보면 다음과 같다. 첫째, 각 셀의 내부에서는 TDMA가 사용되므로 시스템의 내부용량은 비동기 CDMA의 셀 내부 용량보다 크다. 둘째, chipping 속도가 같다고 가정할 때, Hybrid TDMA/CDMA와 B-CDMA의 다중경로 해결능력은 같다. 심볼 rate가 높고 프로세싱 이득이 작기 때문에 서로 다른 전파경로 사이의 지연이 더 많은 심볼상에 걸치게 되어 다중경로 및 협대역 간섭에 비동기 CDMA보다 약하게 되지만, 동일셀 내부에서의 간섭이 없고, 주변셀들로부터의 간섭도 매우 작으며 서로 다른 확산코드를 사용하여 억제되므로 이 영향은 상쇄된다. 셋째, CDMA는 matched filter 수신기를 채용하고 있으므로, 동일셀 내부의 사용자들로부터 생기는 원근 분제 (near-far problem)을 피하기 위해서 엄격한 전력제어를 필요로 한다. 이와 대조적으로 TDMA/CDMA는 직교성 (orthogonal) 기법이므로 전력제어를 필요로 하지 않는다. 단지 셀간의 간섭을 줄이기 위해서만 전력제어가 사용된다. 넷째, 호 접속요구시 사용자 데이터의 전송속도요구에 따라 해당하는 타임슬롯의 수를 증감시킴으로써 다양한 속도의 서비스를 제공할 수가 있다.

이처럼 Hybrid TDMA/CDMA 시스템을 비동기 CDMA 시스템에 비해 많은 장점들을 지니고 있지만, 셀 내부의 다중액세스 기법으로서 표준 TDMA가 사용되므로 음성활성 탐지기를 이용하여 패킷화된 음성트래픽에서의 묵음구간과 가변데이터 트래픽의 호당 데이터 전송율의 변화를 효율적으로 이용할 수 없다는 단점이 있다.

표 1에서와 같은 사용자 트래픽을 가정할 때의 Hybrid TDMA/CDMA 시스템의 전송과정을 알아보자. B-CDMA기법에서와는 달리, 표 1은 프레임당 각 사용자의 전송슬롯수의 변화를 나타낸다고 가정하자. 한편, 채널용량 측면에서 Hybrid TDMA/CDMA 시스템은 한 프레임당 12개의 사용자 슬롯으로 구성되어 있다고 가정하자. 이 경우, Hybrid TDMA/CDMA 시스템에서의 전송에는 그림 3과 같

다. 그림에서 알 수 있듯이, Hybrid TDMA/CDMA 기법에서는 각 호당 데이터 전송율의 변화를 효율적으로 이용할 수 없기 때문에 고속 가변 전송율의 트래픽에 대해서는 채널이용율이 낮아지게 됨을 알 수 있다.

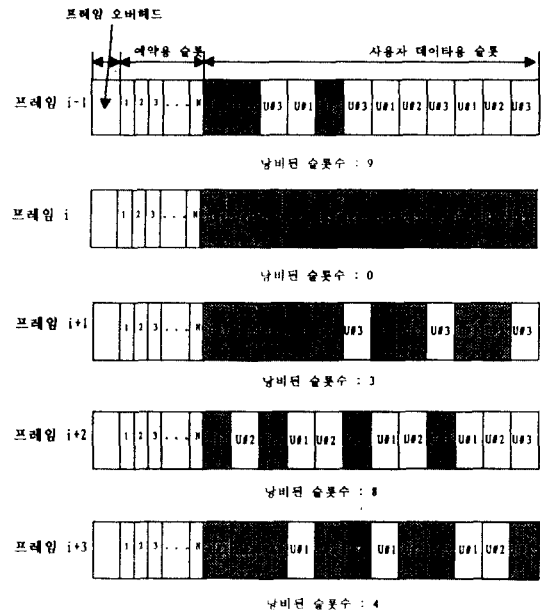


그림 3. Hybrid TDMA/CDMA 시스템의 전송 예

III. Reservation TDMA/CDMA

본 논문에서 제안하는 Reservation TDMA/CDMA 기법은 앞에서 살펴본 Hybrid TDMA/CDMA 기법의 단점을 보완하기 위해 슬롯예약기법을 이용함으로써 음성호의 묵음구간이나 비스프속성이 큰 호의 전송속도 변화를 이용할 수 있게 하는 방식이다. 이 방식에서도 Hybrid TDMA/CDMA와 마찬가지로 셀 내부에서 표준 TDMA의 형태가 사용되며, CDMA 기법을 통해 셀간 간섭이 억제된다.

제안된 Reservation TDMA/CDMA 기법의 프레임 구조는 그림 4와 같다. 활성화되어 있는 모든 호는 매 프레임당 적어도 한개의 타임슬롯을 유지하고 있는데 이 슬롯의 예약기법을 이용하여 할당슬롯의 수

를 증감시킴으로써 속도변화에 적응한다. 만일 이동국에서 음성호의 상태가 발음구간으로 되거나 가변 전송율의 실시간 호에서 데이터 전송율이 높아지는 경우, 이동국은 현재 사용중인 슬롯의 제어필드를 통해 추가적인 슬롯할당을 기지국에 요청한다. 기지국은 추가적인 슬롯요청을 수신하면 비어있는 슬롯이 있는가를 확인하고 비어있는 슬롯이 있을 경우 그 슬롯의 번호를 이동국측에 알려줌으로서 슬롯을 할당해 주게 되는데, 이러한 과정을 통해서 슬롯예약이 이루어지게 된다. 한편, 일단 한번 예약되어서 사용중인 타임슬롯은 바로 이전 프레임에서의 마지막 슬롯에서의 명시적인 슬롯 증감요구에 따라서 예약의 지속여부가 결정된다.

표 1과 같은 트래픽 환경하에서의 Reservation TDMA/CDMA 기법의 전송예는 그림 5와 같다. 그림에서 알 수 있듯이 호가 설정되어 있는 동안 각 단말기는 적어도 한개의 슬롯을 지속적으로 예약하여 사용함으로써, 이 슬롯을 통해 추가적인 슬롯을 예약 받을 수 있다. 이 방식에서는 각 슬롯의 제어필드를 이용하여 할당된 슬롯의 수를 증감시킴으로써 Hybrid TDMA/CDMA 기법에서의 단점을 보완할 수 있음을 알 수 있다. 또한 각 이동국의 전송이 기지국에 의해 제어되므로 일시적으로 트래픽양이 채널 용량을 초과하는 경우에도 각 이동단말의 로컬버퍼를 이용함으로써 트래픽 양 변화를 효과적으로 수용할 수 있음을 알 수 있다.

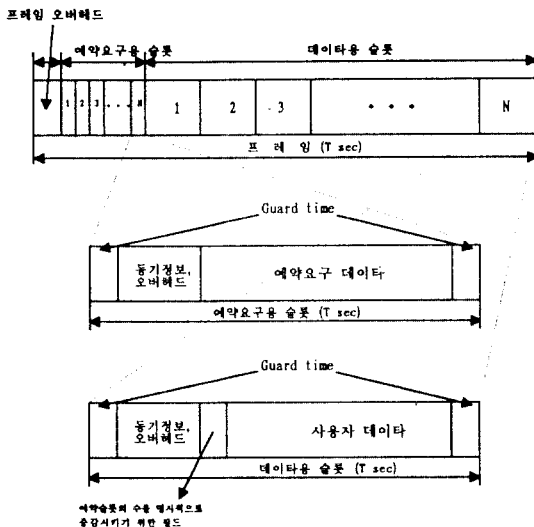


그림 4. Reservation TDMA/CDMA의 프레임 구조

IV. 시뮬레이션 및 결과분석

1. 시뮬레이션 환경

본 논문에서는 48 MHz 대역을 기본전제로 하여 B-CDMA와 Hybrid Intra-cell TDMA /Inter-cell CDMA 기법과 제안된 Reservation TDMA/CDMA 기법의 성능을 시뮬레이션을 통해 비교 평가하였다. 한편 채널특성은 $E_b/N_0 = 7\text{dB}$ 일 때의 레일리히 페이딩(Rayleigh fading)채널을 가정하였으며 섹터화 이득은 고려하지 않았다. 시뮬레이션의 용이성을 위해 비교하고자 하는 각 방식에서의 채널 에러율은 같다고 가정하였다. 각 방식별 채널특성에 기인한 오류의 차이가 존재하긴 하지만 다중사용자 간섭에 의한 채널오류가 가장 큰 B-CDMA기법을 기준으로 하였으므로 상대적 성능비교에는 문제되지 않는다. 그리고 실시간 가변 데이터 트래픽은 MMPP(marcov modulated poisson process)로 모델링하였다. 앞서 소개된 방식들의 성능은 입력 트래픽의 속성에 따라서 많은 차이를 나타내므로 본 논문에서는 데이터 전송률의 변화의 정도에 따른 성능특성을 알아보기 위해서 고정 데이터 전송율의 트래픽을 적용하였을 때와 가변의 데이터 전송율을 갖는 실시간트래픽을 적용하였을 때의 각 방식별 평균지연특성과 채널이용율 특성을 시뮬레이션을 통하여 고찰하였다.

2. 결과고찰

각 방식별 평균지연특성은 그림 5에 잘 나타나 있는데, 고정비트율의 트래픽 스트림이 적용되었을 때는 셀 내부의 다중액세스 방식으로 사용되는 TDMA의 높은 용량에 기인하여 Hybrid TDMA/CDMA 기법이 B-CDMA기법보다 훨씬 우월함을 알 수 있다. 한편, 이들 방식들에 가변의 고속데이터 트래픽을 적용하였을 때의 성능은 고정비트율의 트래픽을 적용하였을 때와는 매우 대조적이다. 그림에서 알 수 있듯이, 가변 전송율의 실시간 트래픽에 대해서는 Hybrid TDMA/CDMA 방식의 지연이 B-CDMA기법보다 훨씬 크게 나타나 있다. 이는 TDMA방식의 실시간 가변 비트율 데이터에 대한 취약성을 단적으로 보여주고 있는 예이다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 제안한 Reservation TDMA/CDMA 기법의 성능도 그림 5에 함께 표시되어 있는데, 예약기법을 적용함으로써 실시간 가변비트율 트래픽에 대한 Hybrid TDMA/CDMA의 단점을 매우 효율적으로 극

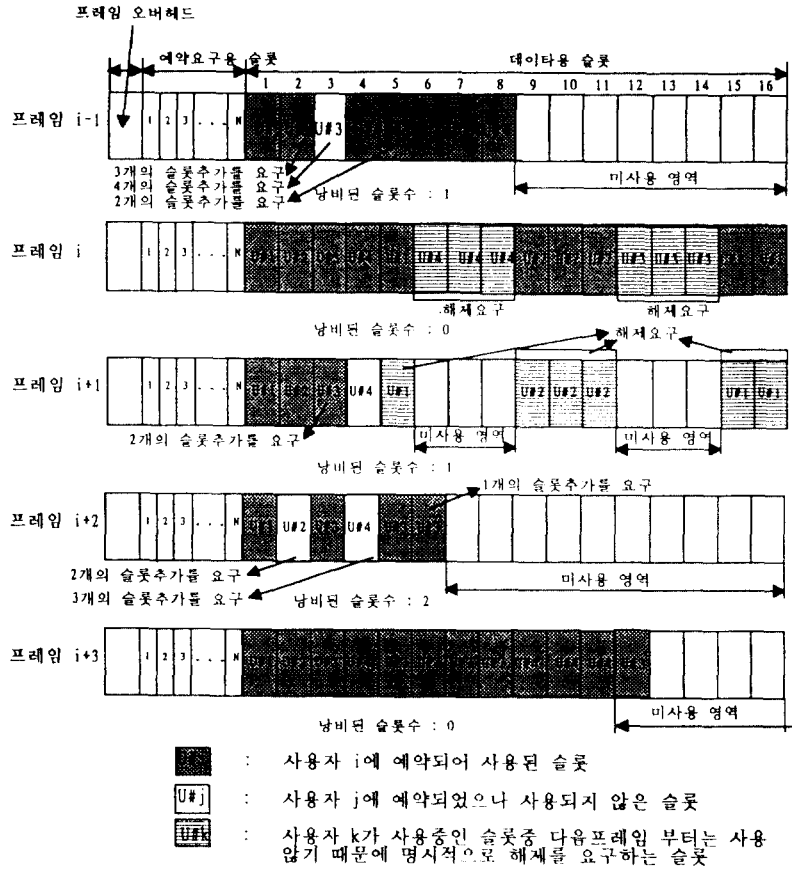


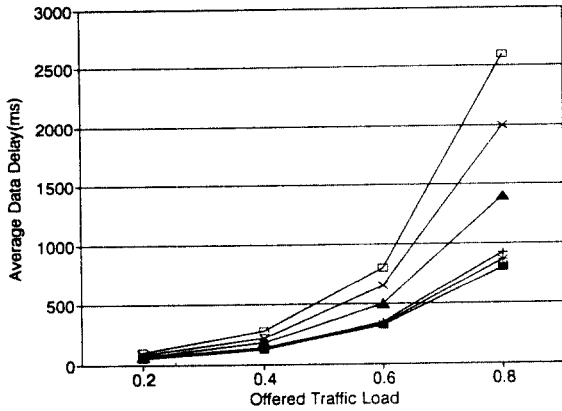
그림 5. Reservation TDMA/CDMA 시스템의 전송 예

복할 수 있음을 알 수 있다.

한편, 채널이용률 특성은 그림 6에 도시 되어 있는데, 평균지연 특성과 마찬가지로 고정 비트율의 트래픽이 적용되었을 때에는 Hybrid TDMA/CDMA가 B-CDMA기법보다 훨씬 우수한 성능을 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 Hybrid TDMA/CDMA에서는 트래픽 밀도의 증가 즉, 가입자 용량의 증가가 채널상의 비트에러율에 미치는 영향이 B-CDMA에서 보다 작기 때문이다. 반면, 가변 전송율의 실시간 트래픽을 적용하였을 때에는, Hybrid TDMA/CDMA기법보다 B-CDMA기법이 더 우수한 채널이용률 특성을 갖는다. 여기서도 마찬가지로 예약기법을 적용함으로써 채널의 이용효율을 높일 수 있음을 알 수 있다.

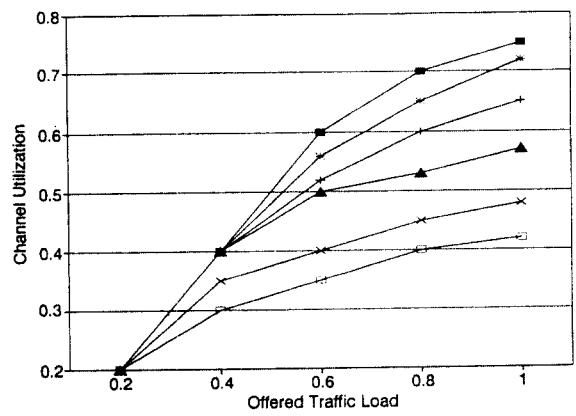
V. 결 론

본 논문에서는 고속 데이터 서비스를 지원할 수 있는 이동데이터 서비스용 MAC계층 프로토콜로서 B-CDMA기법과 Hybrid Intra-cell TDMA/Inter-cell CDMA기법의 장단점을 살펴보았다. 또한, Hybrid Intra-cell TDMA/Inter-cell CDMA기법의 단점을 극복하기 위해서 슬롯예약기법을 추가한 Reservation TDMA/CDMA기법을 제안하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 각 방식별 성능을 비교 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 고정비트율의 트래픽에 대해서는 셀 내부의 다중액세스 방식으로 사용되는 TDMA의 높은 용량에 기인하여 Hybrid TDMA/CDMA기법이 B-CDMA기법보다 훨씬 우수한 성능을 보이



- Hybrid TDMA/CDMA(고정비트율 트래픽)
- + B-CDMA(고정비트율 트래픽)
- Reservation TDMA/CDMA(고정비트율 트래픽)
- Hybrid TDMA/CDMA(가변비트율 트래픽)
- × B-CDMA(가변비트율 트래픽)
- ▲ Reservation TDMA/CDMA(가변비트율 트래픽)

그림 6. 평균데이터 지연 특성의 비교



- Hybrid TDMA/CDMA(고정비트율 트래픽)
- + B-CDMA(고정비트율 트래픽)
- Reservation TDMA/CDMA(고정비트율 트래픽)
- Hybrid TDMA/CDMA(가변비트율 트래픽)
- × B-CDMA(가변비트율 트래픽)
- ▲ Reservation TDMA/CDMA(가변비트율 트래픽)

그림 7. 채널 이용률 특성의 비교

는 반면 가변의 고속데이터 트래픽에 대해서는 TDMA방식의 실시간 가변 비트율 데이터에 대한 취약성으로 인하여 B-CDMA기법이 TDMA/CDMA 방식보다 우수함을 알 수 있었다. 한편, 본 논문에서 제안한 Reservation TDMA/CDMA 기법은 예약기법을 적용하여 실시간 가변비트율 트래픽에 대한 Hybrid TDMA/CDMA의 단점을 효율적으로 극복하므로써 기존의 방식들에 비해 우월한 성능을 보일 뿐만 아니라 훨씬 안정되게 동작함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. D. J. Goodman, "Trends in Cellular and Cordless Communications," IEEE Communications Magazine, Vol. 29, No. 6, June 1991, pp. 31-40
2. D. J. Purle, S. C. Swales, M. A. Beach and J. P. McGeehan, "Frequency Hopped CDMA for Third Generation Mobile Radio Systems," IEEE Vehicular Technology Conference, May 1993.
3. Daniel Ashitey, Asrar Sheikh and K.M.S. Murthy, "Intelligent Personal Communication System", IEEE, 1993
4. N. Wilson, R. Ganesh, K. Joseph and D. Raychaudhuri, "CDMA Versus Dynamic TDMA for Access Control in An Integrated Voice/Data PCN", IEEE Vehicular Technology Conference, May 1992.
5. Donald L. Schilling, "Broadband Spread Spectrum Multiple Access for Personal and Cellular Communications", 43rd IEEE Vehicular Tech. Conf., pp. 819-822, May 1993.
6. Michael L. Honig and Upamanyu Madhow, "Hybrid Intra-cell TDMA/Inter-cell CDMA with Inter-cell Interference Supression for Wireless Networks", 43rd IEEE Vehicular Tech. Conf., pp. 452-455, May 1993.
7. Donald L. Schilling, Gary R. Lomp, Joseph Garodnick, "Broadband-CDMA Overlay", 43rd IEEE Vehicular Tech. Conf., pp. 452-455, May 1993.
8. Donald L. Schilling et al, "Broadband CDMA

for Personal Communications Systems”, IEEE Comm. Magatine, Nov. 1991.

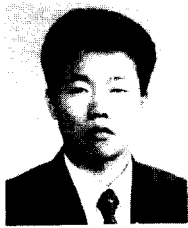
9. S. A. Allpress, M. A. Beach and J. P. McGeehan, “On the Optimum DS-CDMA Channel Bandwidth for Personal Communication Systems”, 43rd IEEE Vehicular Tech. Conf., pp. 436-439, May 1993.

10. Donald L. Schilling et al, “On the Feasibility of a CDMA Overlay for Personal Communications Networks,” IEEE Journal on Selected

Areas in Communications, vol. 10, pp. 655-668, May 1992.

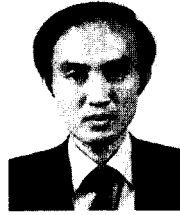
11. Laurence B. Milstein, Theodore S. Rappaport, Rashad Barghouti, “Performance Evaluation for Cellular CDMA”, IEEE JSAC, vol. 10, no. May 1992.

12. TR45, “Digital Cellular System CDMA-Analog Dual Mode Mobile Station Base Station Compatibility Standard”, Feb. 1993.



金 泰 圭(Tae Gue Kim) 정회원
 1967년 1월 2일생
 1991년 2월 : 경희대학교 전자계산
 공학과 졸업(공학사)
 1993년 2월 : 경희대학교 전자계산
 공학과 대학원 석사과
 정 졸업
 1993년 3월 : 경희대학교 전자계산
 공학과 대학원 박사과
 정 재학중

※주관심분야: 이동통신, 멀티미디어통신, ATM 트래픽
 제어, 무선 LAN



趙 東 浩(Dong Ho Cho) 정회원
 1956년 4월 3일생
 1979년 2월 : 서울대학교 공과대학
 전자공학과 졸업(공학
 사)
 1981년 2월 : 한국과학기술원 전기
 및 전자공학과 대학원
 석사과정 졸업(공학석
 사)

1985년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 대학원
 박사과정 졸업(공학박사)
 1985년 3월 ~ 1987년 2월 : 한국과학기술원 통신공학연구소
 선임연구원
 1987년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자계산공학과 부교수
 1989년 9월 ~ 현재 : 경희대학교 전자계산소장
 ※주관심분야: B-ISDN, MAN, 이동데이터통신, 멀티미
 디어통신