

휴대인터넷 무선접속 표준 기술

조용수 | TTA 2.3GHz 휴대인터넷 프로젝트그룹 무선접속실무반 의장
중앙대 교수

“유선 인터넷 서비스의 공간적 제약”과 “모바일 인터넷 서비스의 낮은 전송속도 및 높은 이용요금”이라는 단점을 극복할 수 있는 사실상 최초의 유무선 통합(convergence)형 서비스인 “휴대인터넷 서비스”의 성공적인 시장조성 여부는 향후 세계 통신시장에서 우리나라의 주도권 확보로 직결될 전망이다. 이번호 특집은 2.3GHz 휴대인터넷 특집을 마련, 휴대인터넷의 관련 동향에 대해 알아보고자 한다(편집자주).

2.3GHz 휴대인터넷 특집 순서 ●●●●

- 휴대인터넷 서비스 및 네트워크
- 휴대인터넷 무선접속 표준 기술**
- 휴대인터넷 국제표준화 현황 및 국제협력 방안
- 휴대인터넷 표준화와 IPR

본 고는 2.3GHz 휴대인터넷 서비스를 위한 TTA 무선접속 표준초안의 요약이다. 본 표준초안은 TDD(time division duplexing) 방식의 OFDMA 시스템에서 기지국과 단말 사이의 물리계층과 매체접근제어(MAC : medium access control) 계층을 정의하며, NLOS(non-line-of-sight) 환경의 다중 셀에서 주파수 재사용율 1로 60km/h의 이동성을 지원할 수 있도록 설계되어 있다.

1. OFDMA 기본 파라미터

본 표준초안은 표 1에 주어진 2.3GHz 휴대인터넷

의 무선접속에 적합한 주요 방식과 요구사항을 만족하도록 설계되었다. 표 2는 본 표준초안에서 사용되는 OFDMA 기본 파라미터를 요약하여 보여준다.

표 1. 무선접속 주요 파라미터와 필수 요구사항

항목	방식 또는 값
다중화 방식	TDD
다중접속방식	OFDMA
채널대역폭	10MHz
가입자당 전송속도	상향 최소/최대 전송속도 : 128Kbps/1Mbps 하향 최소/최대 전송속도 : 512Kbps/3Mbps
주파수 재사용 계수	1
주파수 효율	최대 주파수 효율 : Downlink/Uplink(6/2) 평균 주파수 효율 : Downlink/Uplink(2/1)



항목	방식 또는 값
핸드오프	기지국내 셀 간 핸드오프, 기지국간 핸드오프 주파수간 핸드오프 : 150ms 이하
이동성	최대 60Km/h
서비스 커버리지	피코셀(Picocell) : 100m 마이크로셀(Microcell) : 400m 매크로셀(Macrocell) : 1km

표 2. OFDMA 기본 파라미터

변수	변수값
채널 대역폭	10MHz
샘플링 주파수(F_s)	10MHz
샘플링 간격($1/F_s$)	100nsec
FFT 크기(N_{FFT})	1024
사용된 부반송파 개수	864
데이터 부반송파 개수	768
파일럿 부반송파 개수	96
부반송파 주파수 간격	9.765625KHz
유효 심볼 시간($T_b=1/\Delta f$)	102.4 μs
CP 시간($T_g=T_b/8$)	12.8 μs
OFDMA 심볼 시간($T_s=T_b+T_g$)	115.2 μs
TDD 프레임 길이	5ms

2. 프레임 구조

TDD 시스템의 하향링크(DL : downlink)와 상향링크(UL : uplink)는 전송시간으로 구분된다. 하향링크 전송은 그림 1에서와 같이 두 개의 프리앰블 심볼, 데이터 심볼 순서로 시작되며, 상향링크는 제어심볼로부터 시작된다. 상하향 전송시간을 구분하기 위한 보호 시간인 TTG(121.2 μs) 및 RTG(40.4 μs)는 프레임 중간과 마지막에서 하향링크 및 상향링크 사이에 삽입된다. 프레임의 길이는 그림 1에서와 같이 5ms의 고정 값을 갖는다.

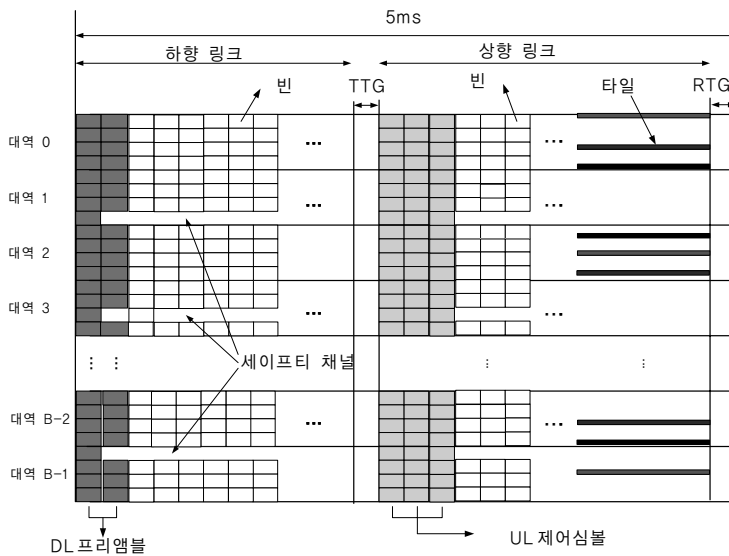


그림 1. 프레임 구조



상하향링크에는 모두 다이버시티 부채널과 AMC 부채널, 두 종류의 부채널이 존재한다. 하향링크의 다이버시티 부채널은 하나의 심볼에서 전체 대역에 분산되어 있는 54개의 부반송파로 구성되며, 여러 심볼에 걸쳐 분산된다. 상향링크에서는 3개의 연속된 심볼 구간에서 3개의 인접한 부반송파를 모아 구성된 타일이 다이버시티 부채널을 구성하기 위한 기본 할당 단위이다. 상향링크의 다이버시티 부채널은 여섯 개의 타일로 이루어져 있으며 각각의 타일은 전체 주파수 대역에 분산된다. AMC 부채널을 구성하는 기본단위는 상향과 하향링크에 동일하게 적용되며, 한 심볼에서 빈으로 정의된 인접한 9개의 부반송파로 구성된다. 하나의 대역에서는 네 개의 빈이 존재하고, 한 OFDM 심볼에는 24개의 대역이 존재한다. AMC 부채널은 동일 대역에 존재하는 6개의 인접한 빈으로 구성된다. 인접한 6개의 빈을 구성하는 방법은 주파수-시간 축상에서 1x6 블록, 2x3 블록, 3x2 블록이 있다. 이 때 파일럿 부반송파의 위치는 빈의 위치와 심볼의 위치에 따라 결정된다.

하향 프리앰블은 초기 동기, 셀 탐색, 주파수 오프셋 및 채널 추정에 사용할 수 있다. 그림 2에 나타난 바와 같이 하향링크에서 두 개의 프리앰블 바로 다음에 오는 첫 번째 심볼은 언제나 다이버시티 부채널로 사용되며 24비트의 프레임 구성 정보를 전송하기 위한 FCH(frame control header)를 포함한다. FCH 이후에는 MAP과 콤팩트 MAP이 위치하는데 여기에 MAP 메시지가 전송된다. MAP과 콤팩트 MAP은 하향링크 또는 상향링크로 전송되는 버스트들의 IE(information element)와 구성정보로 구성된다. MAP은 1/2 QPSK로 부호화된 후 변조되며, n 반복부호가 적용된다. 이에 대한 반복횟수 및 MAP에 할당된 부채널 수는 FCH를 통해 전송된다. 콤팩트 MAP에 대한 할당정보는 MAP에 IE형태로 정의된다. 그림 1에 주어진 상향

링크의 맨 처음 세 심볼은 레인지 채널, ACK 채널 및 CQI 채널의 제어신호 전송을 위해 사용된다. 또한 셀 경계에서 셀간 간섭을 줄이기 위하여 기지국마다 특정한 여분의 빈을 사용하지 않고 남겨두는 세이프티 채널이 존재한다. 이 때 세이프티 채널을 구성하는 빈의 위치는 두 번째 하향 프리앰블을 천공하여 표시하며 천공 위치는 일반적으로 기지국마다 다르다.

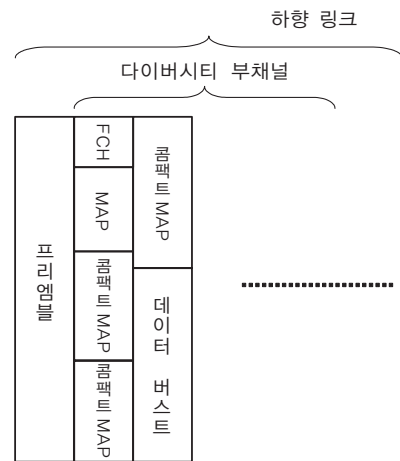


그림 2 . MAP 버스트 및 미니 MAP 버스트

3. OFDMA 레인지

OFDMA 물리계층에서는 초기 레인지, 주기적 레인지, 핸드오프 레인지 및 대역폭 요구 레인지의 4가지 레인지 모드가 정의되어 있다. 위의 열거된 모드 중에서 대역폭 요구 레인지는 단말이 기지국에 대역폭을 요구하는 목적으로 사용되며, 이 외의 모든 모드는 단말과 기지국간의 상향링크 동기 획득과 전력제어 목적으로 사용된다. 레인지 채널에 할당된 부반송파의 수는 144이며, 3x3 타일 형태의 상향링크 다이버시티 부채널 8개를 할당하여 사용한다. 레인지 부호는



BPSK 변조되기 때문에 레인징 부호 길이 또한 144이다. 단말에게 허용된 레인징 전송 구간은 레인징 모드에 따라 다른데, 초기 레인징 및 핸드오프 레인징 전송 슬롯은 상향링크 동기가 전혀 확보되지 않은 상태에서 시도되므로 첫 번째 및 두 번째 OFDMA 심볼로 구성되며, 주기적 레인징 및 대역폭 요구 레인징 전송 슬롯은 동기가 확보된 상태에서 송출되므로 세 번째 OFDMA 심볼로 구성된다.

레인징에 사용되는 부호로는 PRBS에서 생성된 PN 부호가 사용된다. 레인징 부호(초기, 핸드오프, 대역폭 요구, 주기적)는 생성 다항식에 의해 생성되고, 셀 구분을 위한 PN 부호 생성기의 초기화 부호는 셀마다 다르게 적용된다. 이 때 단말은 개방 루프 전력 제어를 통해 송출 전력을 조정하는 다음 레인징 신호를 전송한다. 이에 따라 각 단말로부터 전송된 레인징 신호는 거의 동일한 신호세기로 기지국에 수신되기 때문에, 레인징 성공 확률이 높아진다.

4. 채널 부호화

부채널에 매핑될 비트열은 CTC(convolutional turbo code) 부호화, 인터리빙 및 심볼선택을 거쳐 부호화된다. 여기서 CTC 부호기는 이중 이진 CRSC(dual binary circular recursive systematic convolutional) 부호를 사용한다. 부채널 연결 변수 또는 부호어 길이는 변조방식(QPSK, 16QAM, 64QAM)과 부호율(1/2, 3/4, 5/6)에 따라 결정된다. 또한 인터리빙은 서브블록 분할, 인터리빙, 그룹화로 구성된다.

H-ARQ(hybrid automatic repeat request) 방식은 단말 단위로 활성/비활성을 지정할 수 있으며 사용 여부는 옵션사항이다. 단말마다 H-ARQ 사용 여부와

그 파라미터들은 단말의 망접속 초기화 과정에서 지정/협상될 수 있다. H-ARQ 인코더 패킷은 매체접근제어 계층 버스트에 CRC를 붙여서 만들어지는데, 인코더 패킷의 길이는 여러 고정 길이 중의 하나를 가진다. H-ARQ 방식은 기본적으로 stop-and-wait 방식의 프로토콜이며, 단말은 H-ARQ 버스트에 대한 ACK신호를 고정된 지연 후에 전송한다(synchronous ACK). 하지만 재전송하는 시점은 H-ARQ의 비동기적인 부분에 해당되며 고정되어 있지 않다. ACK/NAK은 단말에 의해 차변 binary PSK 변조된 신호이다.

5. 표준 프로토콜 계층

그림 3은 본 표준초안의 기준 모델과 범위를 보여준다. 이 그림에 나타난 바와 같이 매체접근제어 계층은 세계의 부계층(sublayer)으로 이루어진다. 특정 서비스 CS(convergence sublayer)는 CS SAP(service access point)을 통하여 수신된 외부망의 데이터를 MAC SAP을 통하여 매체접근제어 계층 CPS(common part sublayer)로 전송될 수 있도록 MAC SDU로의 변환 또는 매핑 기능을 제공한다. 이러한 다중 CS 규격들로 인하여 다양한 프로토콜과의 접속이 가능하게 된다. MAC CPS는 시스템 접속, 대역폭 할당, 연결 설정 그리고 연결 관리 등의 핵심 매체접근제어 계층 기능 들을 제공한다. 또한 매체접근제어 계층은 인증(authentication), 보안키 교환(secure key exchange) 그리고 암호화(encryption) 등을 제공하는 독립된 privacy sublayer를 포함한다. 데이터, 물리계층의 제어(PHY control), 그리고 통계자료 수집 등은 MAC CPS와 PHY 사이에 PHY SAP을 경유하여 전송된다.

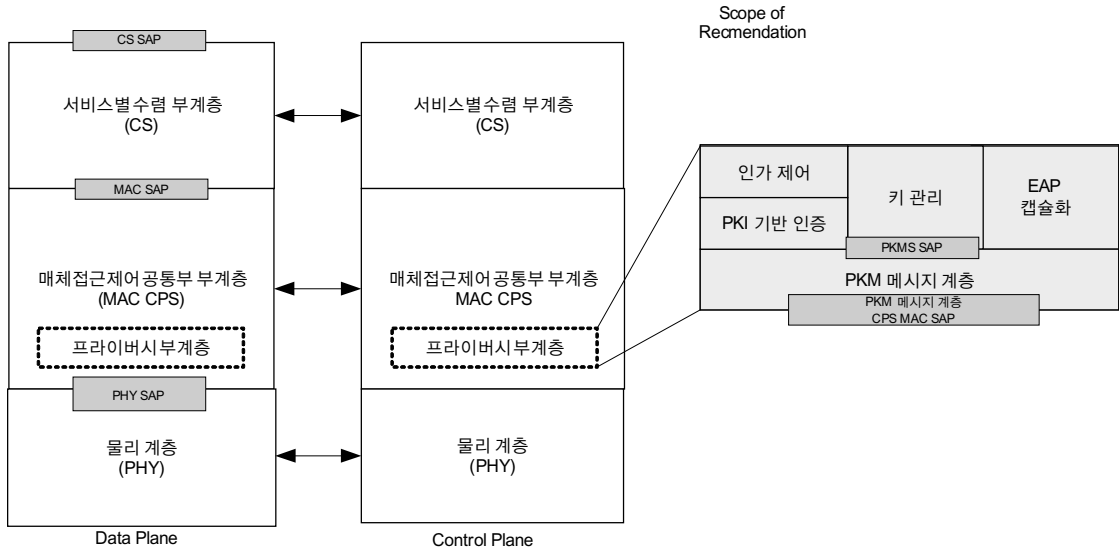


그림 3. 현대인터넷 표준 프로토콜 계층

6. MAC PDU 형식

각각의 단말은 IEEE 802-2001(R)에서 정의된 48 비트 universal 매체접근제어 계층 주소를 갖는다. 또한 기지국 접속시 단말당 할당되는 연결들은 16비트 CID에 의하여 식별된다. 이러한 MAC PDU의 형식은

그림 4에 주어져 있다. 각 PDU는 고정 길이의 일반 매체접근제어 계층 헤더로서 시작하며 탑재물 정보는 가변 길이를 갖기 때문에 하나의 MAC PDU는 가변적인 바이트 수로 이루어진다.

매체접근제어계층 헤더로는 두 가지 형식이 존재한다. 첫번째는 매체접근제어계층 관리 메시지들 또는

CS 데이터를 포함하는 일반 매체접근제어계층 헤더이다. 두번째는 추가적인 대역폭을 요청하기 위하여 사용되는 대역폭 요청 헤더이다. 단일비트의 헤더 Type (HT) 필드는 일반 (Generic)과 대역 요청 (대역폭 요청) 헤더 형식으로 구분되는데, 일반 헤더에 대해서는 '0' 이, 대역폭 요청 헤더에 대해서는 '1' 이 사용된다. 그림 5는 일반 매체접근제어계층 헤더를 보여준다. 매체접근제어계층 관리 메시지들은 MAC PDU의 탑재물 내에서 운반된다. 매체접근제어계층 관리 메시지들은 UCD, DCD, DL-MAP, UP-MAP 등의 많은 종류로 구성되어 있다.

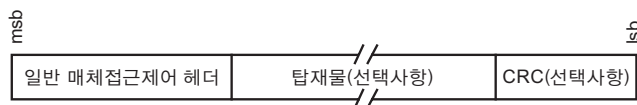


그림 4. MAC PDU 형식

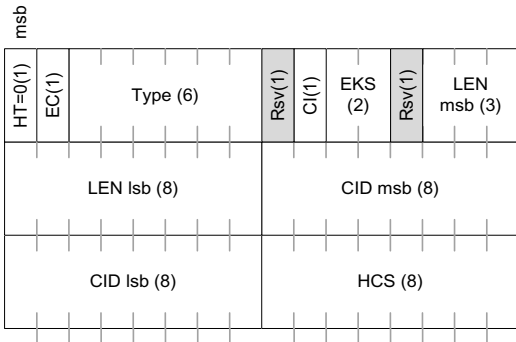


그림 5. 일반 매체접근제어계층 헤더 형식

7. 감사의 글

본 고 내용의 많은 부분이 TTA PG302 무선접속실 무반에 참여하고 있는 회원사 및 위원들의 노력의 결과물입니다. 회원사 및 위원들께 감사드립니다. 