

# HSDPA(High Speed Downlink Packet Access) 방식에 의한 WCDMA 시스템

김영현

(삼성전자, 정보통신 총괄, Wireless 그룹, 책임 연구원)

## 1. 서론

지난 20여 년간 전 세계적으로 이동통신 산업은 급속도로 성장 하였다. 1980년대, 많은 아날로그 셀룰라 망이 구축되고 실행되었는데 이것이 이른바 1세대 아날로그 방식이다. 1990년대 초반에는 팩시밀리와 데이터 전송을 지원하는 디지털 기술들이 도입되었는데, 이것이 2세대 디지털 방식이다. 이러한 2세대의 이동통신 기술은 미국을 위주한 CDMA 방식과 유럽을 중심으로 한 GSM 방식이 주류를 이루었다. 3세대 시스템은 멀티 미디어 서비스 방식을 지원하는데, 3세대에서의 이동통신 기술은 전세계 모두 CDMA 방식을 채택하고 있다.

3세대에서 적용되는 CDMA 기술은 미국을 위주로 한 동기식 CDMA 방식과 유럽을 위주로 한 비동기 방식인 WCDMA 나누어진다. 여기서, 동기와 비 동기의 의미는 모든 기지국이 GPS의 정밀한 시간정보를 이용하여 시간적으로 동기를 유지 하느냐 아니냐의 차이를 의미한다. 기지국 간 동기를 유지한다는 의미는 모든 기지국간에 동일한 PN(Pseudo Noise) 코드를 서로 위상만 지연 시켜(PN offset) 마치 다른 PN 코드처럼 사용할 수 있다는 의미이며, 비동기 방식의 의미는 모든 기지국들이 별개의 PN 코드를 각각 사용한다는 근본적인 차이점을 갖는다. 본고에서는 이들 두 방식 중 비동기 방식인 WCDMA 에 관하여 논의를 할 것이다.

3GPP(3rd Generation Partnership Project)에 의해 규

격화된 WCDMA 는 5MHz 대역폭에서 동작하며, 현재 WCDMA 규격은 IMT 2000 요구를 만족하는데 내부환경 또는 작은 셀의 외부 환경에서는 2 Mb/s 그리고 넓은 외부 환경에서는 384 Kb/s 의 전송률을 지원 하도록 한다. 그러나 멀티 미디어 서비스에 대한 요구를 충족 시키기 위해 하향 링크에서는 특히 전송률의 증가가 필요하다. 3GPP 의 Release 5 는 이 요구에 대하여 HSDPA 방식을 제안 하였다. 이 방식의 주요한 목표는 최대 14 Mb/s까지의 데이터 전송률을 지원하는 것이다. 본고에서는 WCDMA의 특징과 그 성능을 향상 시키기 위한 HSDPA에서 적용된 구조와 기술들을 설명하고자 한다.

## 2. WCDMA의 특징과 구조

### 2.1 특징

WCDMA는 CDMA 확산 부호에 의한 칩(chip)과 데이터를 곱하여 넓은 대역으로 정보 비트를 확산하는 것이다. 매우 높은 전송률을 지원하기 위하여, 가변적인 확산 인자와 다중 부호가 함께 사용된다. 약 5MHz의 반송파 대역폭에서 3.84 Mcps의 칩 레이트가 사용된다. WCDMA는 각 이용자에 대하여 높은 가변의 데이터율을 지원하는데, 이것은 그때마다 요구에 의해 대역폭을 지원하는 한 방법으로 사용된다. 각각의 이용자에게는 10ms동안 하나의 프레임이 할당된다. 그러나 이용자들간의 데이터 용량은 프레임마다 바뀔 수 있다. 빠른 무선 용량은 패킷 데이터 서비스에

대하여 최적의 전송효율을 성취하기 위하여 망에 의해 제어된다. WCDMA는 두 가지 기본적인 방식에서 동작된다: 주파수 분할 이중(Frequency Division Duplex)와 시간 분할 이중(Time Division Duplex) 방식. 주파수 분할 방식에서는 5 MHz 반송파 주파수가 상향과 하향 링크로 분할되어 사용된다. 반면에 시간 분할 이중 방식은 5 MHz 반송파 주파수가 상향과 하향 링크간에 시간상 공유된다. 상향 링크는 이용자에서 기지국으로의 연결이고, 하향 링크는 기지국에서 이용자로의 연결을 의미한다. 현재는 주파수 분할 방식을 이용하는 WCDMA 시스템이 사용되고 있다.

### 2.2 구조

그림 1은 현재의 UTRAN(Universal Terrestrial Radio Access Network) 구조를 나타내고 있다. 많은 RNC(Radio Network Controllers)들이 중심 망(Core Network)에 연결되어 있다. 각각의 RNC는 이용자 장비(User Equipment)와 연결되어 있는 하나 또는 여러 개의 기지국(Base station)을 제어한다. HSDPA 방식의 기본적인 기술은 시간상 변화하는 채널 상황에 따라 전송 파라미터를 빠르게 적용하는 것이다. 따라서, RNC 보다는 이용자의 장비에 더 가까운 기지국에서 전송 파라미터들을 조정하는 것이 필요하다. 이것은 기존의 WCDMA 구조와는 다른 것이다. 예를 들면 기존의 WCDMA에서는 자원의 스케줄링과 전송 형태를 선택하는 것은 RNC에서 수행된다. 그러나 HSDPA 방식에서는 몇 가지 기능들이 기지국에서 수행된다. RNC 역시 몇가지 기능을 그대로 수행하는데, 예를 들면, 데이터의 암호화와 순차적인 전달은 RNC가 수행하며, 또한 두 다른 기지국간의 soft handover 상에서 RNC는 기지국이 재 전송을 실패한다면, 데이터의 손실을 방지할 수 있도록 한다. 따라서 기지국은 신뢰할 수 있는 고속 전송을 지원하기 위하여 RNC와 더불어 사용된다.

### 3. HSDPA(High-Speed Downlink Packet-Data Access)

HSDPA 방식은 더 낮은 지연과 개선된 용량의 관점으로 WCDMA의 패킷 데이터 전송을 강화시킨다. 이것을 성취하기 위해 많은 새로운 기술들이 도입되는데, 그것들은 적응 변조(Adaptive Modulation) 방식, Fast link adaptation, Fast hybrid ARQ, Fast Scheduling, Fast cell selection, 그리고 Multiple-input-multiple-output(MIMO) antenna solution 등이다.

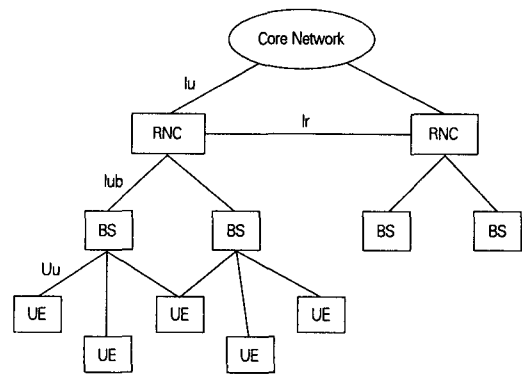


그림 1. WCDMA 시스템의 구조

### 3.1 Adaptive Modulation and Coding

Higher order modulation, 즉, 16-QAM 그리고 64-QAM은 QPSK 방식과 비교하여 bit/s/Hz의 관점으로 더 높은 대역 효율을 제공한다. 그러나 higher order modulation 방식들은 잡음, 간섭, fading 등에 불안정한 성능을 보여 준다. 그리하여 higher order modulation은 코딩과 변조 방식이 순간적인 채널 환경에 적응하는 fast link adaptation과 결합되어야 한다. Fast link adaptation을 사용하는 것은 양호한 채널 환경하에 있는 이용자들에게 Higher order modulation 그리고 high rate coding(예를 들면, 3/4 rate를 갖는 16 QAM)을 할당할 수 있도록 하고, 그리하여 고속의 데이터 전송률을 성취할 수 있도록 한다. 마찬가지로 좋지 않은 채널 환경에 있는 이용자에게 적은 정보량을 갖는 QPSK 방식에 의해 저속의 데이터를 전송할 수 있으나 신뢰할 수 있는 서비

스를 제공 할 수 있다.

### 3.2 Fast hybrid ARQ

패킷 데이터 서비스 경우에 수신기는 전형적으로 수신된 데이터에 에러가 있다면, 그것을 검지하고, 재전송을 요청한다. 원래의 정보와 오류 정정을 위한 여분의 정보를 결합하는 type-II hybrid ARQ 가 재전송 방식에서 성능을 개선 하기 위해 사용되는 일반적인 기술이며, 오류에 대하여 강한 링크 적응을 갖는다. 빠른 hybrid ARQ 방식을 위해서는 링크 적응 기술이 적용되어야 한다. 링크 적응 방식은 불필요한 재전송의 횟수를 줄이기 위하여, 오류 정정 여분의 데이터량을 적절하게 선택한다.

### 3.3 Fast scheduling

스케줄러는 이용자들 사이에서 채널의 할당을 제어하기 위하여 주요한 역할을 하며, 시스템의 전체적인 성능을 결정한다. 스케줄러의 주요한 목적은 순간적인 채널 환경에 따라 이용자들에게 데이터를 전송하여 시스템상에서 높은 전송률을 얻는 것이고, 한편으로는 이용자들에게 공정한 데이터의 수신 기회를 제공하는 것이다. 스케줄러가 결정할 수 있는 정보는 예측할 수 있는 채널 품질, 셀의 현재 부하, 그리고 다른 여러 트래픽에 대한 전송에 대한 우선순위 등

급이다.

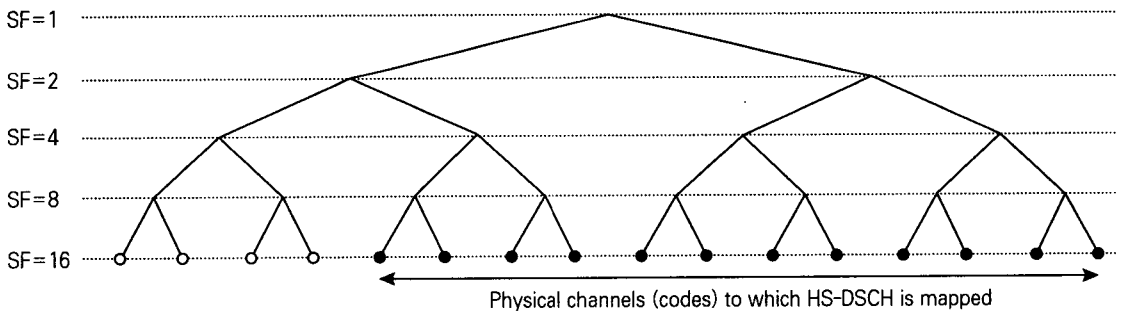
### 3.4 그 밖의 기술들

다중 안테나, 빠른 셀의 선택, 그리고 간섭 억제 수신기 등이 기타 기술일 수 있다. 다중 안테나는 현재 HSDPA 방식에서 고려되고 있지 않지만, 미래 WCDMA 발전의 단계에서는 복잡성이 증가 되기는 하지만 전송률을 좀더 높이기 위하여 선택적 방법으로 고려될 수 있다. 또한 이용자 측에서 간섭 억제 수신기는 전체 시스템의 별 변경 없이 도입될 수 있다.

## 4. HSDPA의 구조

### 4.1 채널 구조

HSDPA는 HS-DSCH(High Speed Downlink Shared Channel) 라는 새로운 트랜스 포트 채널을 사용한다. DSCH(Downlink Shared Channel) 과 유사하게 HS-DSCH는 주로 시간 영역에서 여러 이용자들 사이에 공유된 공통의 채널 부호 자원을 사용한다. 그림 2는 HS-DSCH에 할당된 부호 트리의 한 부분을 갖는 기본적인 구조를 보여준다. 이용자들에게 HS-DSCH의 할당은 HS-DSCH TTI(Transmission Time Interval) 단위로 수행된



$SF_{HSDPA} = 16$  (example)

Number of codes to which HSDPA transmission is mapped: 12 (example)

그림 2. 고정된 확산 인자로 물리 채널에 매핑된 HSDPA

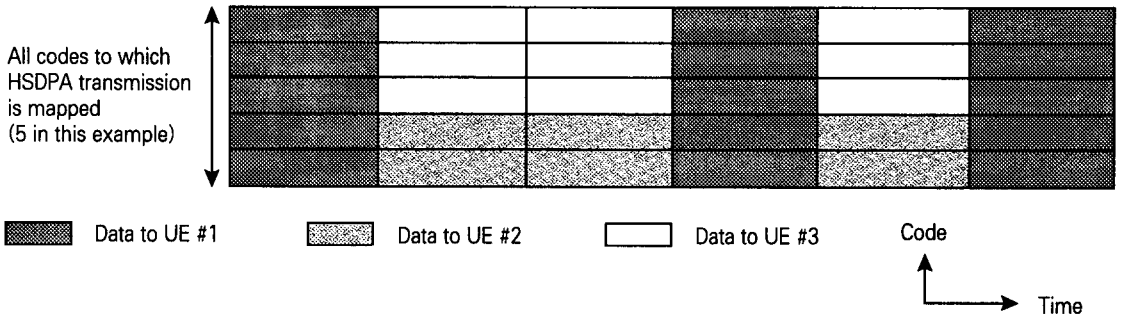


그림 3. 시간과 부호의 다중화에 방식에 의한 사용자들의 채널 공유

다. WCDMA DSCH 는 하나의 프레임 길이를 의미하는 10ms의 TTI를 가지나, HS-DSCH 는 그보다 짧은 TTI가 사용된다. 짧은 HS-DSCH TTI는 몇 가지 이점을 가지고 있다. 첫 번째, 지연이 줄어드는데, 그것은 데이터가 정확히 수신되기까지 여러 차례 재전송이 필요할 때 짧은 TTI는 데이터 전송의 지연을 감소 시키는 중요한 인자가 된다. 두 번째, 채널 변화에 대하여 더 낮은 적응을 하는 섬세한 스케줄링 처리를 수행할 수 있다. 또한 복호기 대신에 링크 적응, hybrid ARQ, 그리고 스케줄러가 시간 변화(diversity)를 이용하기 때문에 긴 TTI와 관련한 주요한 인터리버(Interleaver)의 이득이 필요 없다. 그리하여 짧은 TTI가 선호되어 HS-DSCH TTI는 2ms로 선택되었다. 각 TTI 이 내에서 HS-DSCH 부호 자원은 기본적으로는 한 사용자에게 할당되도록 하였으나, HS-DSCH의 다중 부호의 사용은 둘 또는 그 이상의 사용자가 동시에 한 TTI에서 데이터를 전송할 수 있도록 한다. 그림 3은 한 TTI에서 한 사용자 또는 여러 사용자가 서비스 되고 있음을 보여준다. HS-DSCH 상에서 데이터 전송과 더불어 사용자에게 그와 관련된 제어신호를 제공해야 한다. 우선, 연이어 오는 HS-DSCH TTI 에서 HS-DSCH에 대하여 스케줄된 이용자는 자신이 선택 되었음을 통고 받아야 한다. 변조, 부호 방식, 그리고 hybrid ARQ에 관련된 정보를 포함하는 사용될 전달 포맷을 알 수 있도록 더 하위 계층의 제어 정보에 대하여 알아야 한다. 이 제어정보는 HS-DSCH 상에서 데이터가 있을 때, 그리고 공유된 제어채널 상에서 전달 될 수 있을

때, 이용자에게 보내진다. 데이터를 HS-DSCH에 의하여 전달 받을 수 있는 각각의 이용자는 DPCH(Dedicated Physical Channel) 와 연결되어있다. 공유된 제어 채널과 HS-DSCH를 읽도록 하기 위하여, 연결된 하향 링크 DPCH에 의해 이용자에게 지시자(Indicator)를 보내준다. 연결된 상향 링크 DPCH는 전력제어명령을 읽어 나르거나 음성 회선 교환 서비스 같은 것을 한다.

#### 4.2 프로토콜 구조

그림 4는 각각의 프로토콜 구조를 갖는 중심 망(core network)에서 사용자까지의 연결을 보여준다. Iur은 중심 망에서 RNC간의 접속이고, Iub는 RNC에서 기지국간의 접속을 의미하고, Uu는 기지국에서 사용자간의 접속을 의미한다. HSDPA는 기지국의 프로토콜 구조상에서 MAC(Media Access Control)-hs 라는 부 계층이 추가 되

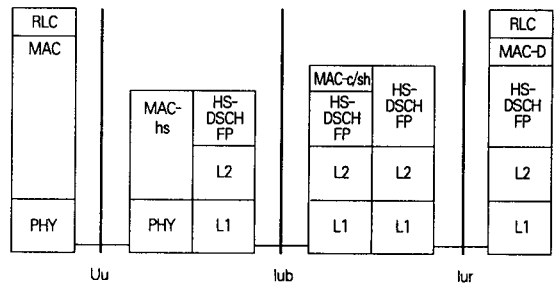


그림 4. HS-DSCH의 프로토콜 구조

었다. 전단 채널인 HS-DSCH는 MAC-hs에 의해 제어된다. 그리하여 MAC-hs 계층은 HSDPA 기능을 위한 여러 개체들을 가지고 있고, 그들을 수행 하는데, 이들은 RNC로부터의 데이터 량을 조절하기 위한 흐름 제어, 이용자에게 자원 할당을 위한 스케줄러, 에러 제어를 위한 HARQ 가 있다. 그리하여 HSDPA는 기지국에서 보다 능동적이고 여러 기능을 자체적으로 수행함에 의하여 전송효율을 높이기 위하여 한 역할을 담당한다.

### 5. 결론

본고에서는 3 세대 이동통신으로서 최대 2 Mb/s 의 전송률을 지원하는 WCDMA 방식에 더 높은 성능을 위하여 WCDMA에 도입된 HSDPA 기술을 논의하였다. 그리하여 HSDPA가 적용된 WCDMA 시스템은 최대 14 Mb/s 전송률을 지원 하므로 3세대 이상이라 할 수 있으며, 4 세대를 가기 위한 하나의 진전이라 볼 수 있다. 3 세대와 4 세대간의 주요한 특징 역시 전송률이다. 4 세대에서 이동성이 활

발한 넓은 지역에서 최소 100 Mb/s를 지원하고, 이동성이 비교적 느린 좁은 지역에서는 1 Gb/s를 지원한다. 결국 4 세대는 HSDPA 말고도 지금까지 하지 않았던 일을 해야 하는 또 다른 무엇이 필요하다. 따라서 현재 많은 기관에서 그에 관한 연구와 검토를 수행하고 있다.

### 참고문헌

- [1] M. Frodigh et al., "Future\_Generation Wirelss Networks," IEEE Per. Commun. Mag. pp. 10-17, Oct. 2001.
- [2] Harri HonKasalo et al., "WCDMA and WLAN for 3G and Beyond," IEEE Wirelss Commun. Mag. Pp14-18, April 2002.
- [3] H. Holma and A. Toskala, WCDMA for UMTS. Jhon Wiley & Sons, 2001.
- [4] 3GPP TSG-RAN, "Physical layer aspects of UTRA High Speed Downlink Packet Access(release 4)," TR 25.848, Mar. 2001.
- [5] 3GPP TSG-RAN, "High Speed Downlink Packet Access (HSDPA); Overall description; Stage 2(Release 5)," TS 25.308, Mar. 2003.