

主 題

# CDMA2000 1X 및 1X EV-DO(HDR) 표준동향

삼성전자 박창수, 박진수, 홍순호

차 례

- I. 서 론
- II. cdma2000 개요
- III. cdma2000 1X 역방향 링크
- IV. cdma2000 1X 순방향 링크
- V. 1X EV(HDR) 개요
- VI. 1X EV-DO(HDR) 역방향링크
- VII. 1X EV-DO(HDR) 순방향링크
- VIII. 요약

## I. 서 론

IMT-2000의 차세대 이동통신기술의 후보로서 현재 표준화작업이 진행중인 표준 기술들 중에서 동기방식의 기술로 분류되는 MC-CDMA는 현재 국내에서 제공되고 있는 IS-95 기반의 CDMA 이동통신 서비스에 대한 backward compatibility를 기본적인 표준개발의 출발점으로 삼고 있다. 따라서 기존의 cellular 및 PCS 서비스와의 상호 호환성이 강조되고 있으며 기존 서비스로부터의 점진적인 진화에 초점을 맞추고 있다.

본 고에서는 이러한 관점에서 동기식 IMT-2000 기술인 cdma2000 방식에 대하여 소개하고자 한다. cdma2000 방식에 있어서도 기존방식과의 100% 호환성을 보장할 수 있는 1X 방식에 대하여 소개할 것이며 이를 통하여 cdma2000 1X 방식에 대한 이해를 돕고자 한다. 아울러 cdma2000 1X의 한계인 낮은 최대 data rate를 극복하기 위하여

새로이 제안되어 토의되고 있는 1X EV-DO 방식에 대해서 소개함으로써 cdma2000 1X 방식에서도 최대 2Mbps 이상의 data rate를 갖는 서비스가 가능할 수 있음을 소개한다.

서론에 이어서 1장에서는 cdma2000의 개요에 대해서 소개하고 2장과 3장에서는 cdma2000의 역방향 및 순방향 링크의 구성과 특징에 대하여 알아본다. 4장에서는 1X EV-DO 방식의 개요를 설명하고 5장과 6장에서 1X EV-DO 방식의 역방향 및 순방향 링크의 구성 및 특징에 대하여 살펴보고 7장에서 이들에 대한 요약을 하도록 한다.

## II. cdma2000개요

cdma2000방식은 TIA/EIA-95에 기반을 둔 IMT-2000표준으로써, 초기에는 TIA TR45.5에서 주로 표준활동을 하였으나, 현재는 새로운 기구

인 3GPP2(The 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project 2)에서 담당하고 있다. cdma2000 Release 0 혹은 Phase 1(TIA TR45.5)은 1999년 6월에 발표되었고, Release A(3GPP2)는 2000년 3월에 발표되었으며, Release B는 현재 표준작업을 진행 중이다.

cdma2000(IS-2000)방식은 TIA/EIA-95A/B방식과 완전한 호환성을 유지하면서도 다음과 같은 새로운 기능들을 제공한다.

- (1) IP 및 IS-41 네트워크 뿐만 아니라 GSM-MAP 과의 접속성
- (2) 향상된 서비스 멀티 플렉싱과 QoS(Quality of Service) 관리 및 무선자원의 효율적 이용을 위한 새로운 LAC, MAC 계층구조
- (3) IMT-2000 서비스로의 점진적인 이동뿐만 아니라, 여러 서비스 사업자들의 요구와 제약들을 해결하는 새로운 주파수대역에서의 오퍼레이션
- (4) 다양한 QoS를 요구하는 서비스의 제공 및 채널당 최대 1Mbps, 사용자당 최대 2Mbps를 제공하는 가변(variable)전송을

고속의 무선 데이터 서비스 제공 및 향상된 주파수 사용효율을 높이기 위하여 도입되는 cdma2000의 특성들은 아래와 같다.

- (1) 역방향링크의 Coherent 파일럿 채널
- (2) 800Hz 순방향 및 역방향링크의 고속전력제어
- (3) 순방향 송신안테나 다이버시티
- (4) 데이터 전송을 위한 터보코딩
- (5) 빔포밍(Beam forming) 등과 같은 방향성 안테나 전송기술(Directive antenna transmission techniques)을 지원할 수 있는 보조파일럿(Auxiliary pilot)채널

- (6) 순방향링크의 채널수를 증가시키기 위한 QOF(Quasi-Orthogonal Function)기술
- (7) 효율적인 패킷 데이터 전송을 위한 가변데이터 전송, 플렉시블(Flexible) 데이터 전송 및 성능 향상을 위한 멀티-프레임 인터리빙
- (8) 개선된 액세스채널(Access Channel)오퍼레이션

가정 및 직장에서의 음성 및 데이터 송수신에 대한 사용자들의 요구가 증가함에 따라 셀룰러폰의 대기시간(Stand-by time) 및 동작시간(Operation time)이 중요한 척도가 되었고, 이것은 사용자들의 만족도와 서비스의 이용에 직접적인 영향을 미치게 되었다. 따라서 단말기의 전력소모를 줄이기 위한 cdma2000의 특징은 다음과 같다.

- (1) 역방향링크 성능개선으로 인한 정보비트당 송신전력 감소
- (2) QPCH(Quick Paging Channel)
- (3) 역방향링크의 DCCH(Dedicated Control Channel) 파일럿 및 1/8 FCH(Fundamental Channel)등의 단속송신
- (4) 효율적인 휴지시간(idle time) 동작을 위한 새로운 MAC 상태도입

본 논문에서는 물리계층을 중심으로 cdma2000 1x 관련 기술을 살펴보고, 나아가 고속데이터 서비스에 중점을 둔 1X EV-DO HDR(High Data Rate) 관련 기술에 대해서 살펴보도록 한다.

### III. cdma2000 1X 역방향링크(Reverse Link)

본 절에서는 cdma2000역방향링크의 두드러진

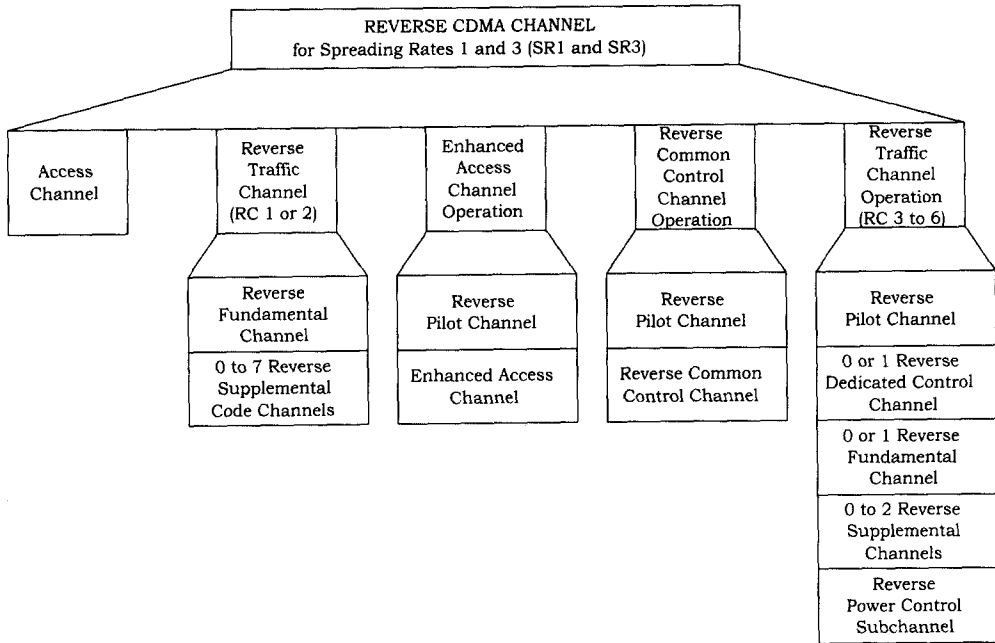


그림 1. 역방향링크 채널

	채널	EIA/TA -95A/B	cdma2000
1	Access	○	○
2	Enhanced Access	×	○
3	Reverse Common Control	×	○

(a) 역방향 공통채널

	채널	EIA/TA A-95A/B	cdma2000
1	Fundamental	○	○
2	Supplemental Code	○	○
3	Supplemental	×	○
4	Dedicated Control	×	○
5	Pilot	×	○
6	Forward link power control	×	○

(b) 역방향 전용채널

표 1. 역방향링크 채널

기술을 살펴보기로 한다. 그림1은 cdma2000 역방향링크 채널들을 나열한 것이다. 기존의 EIA/TIA-95A/B 에서 사용되던 채널들과 비교 및 구분하면 표1과 같다.

그림2는 cdma2000 역방향링크 파일럿채널(R-PICH) 구조로써 TIA/EIA-95 와는 달리 서칭(searching), 트래킹(tracking), 측정(mesurment) 그리고 데이터와 제어채널의 coherent 복조를 위한 레퍼런스(reference)신호 역할을 한다.

역방향 전력제어 서브채널(Reverse Power Control Sub-channel)은 순방향 전력제어 비트를 전송하는 채널로써 R-PICH를 천공하여 송신한다. 한편, 단속모드(Gated mode)에서는 단속에 비례하여 전력제어율이 감소한다.

역방향 링크에서 사용되는 HPSK(Hybrid Phase Shift Keying)은 PN시퀀스 I/Q 브랜치 중에서 Q브랜치를 1칩 지연과 2-데시메이션을 하

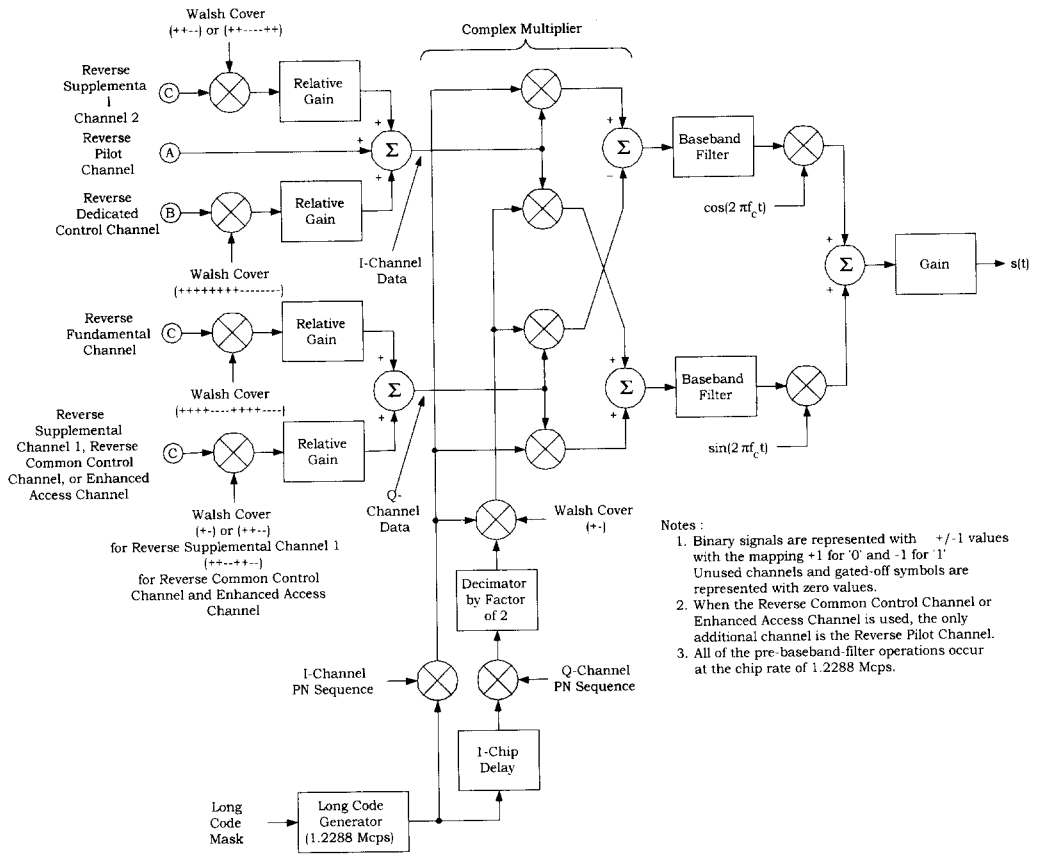


그림 2. 역방향링크 변조

여 송신신호의 PAR(Peak-to-average)를 감소시키는 기술이다. 그림3은 역방향링크 변조 및 HPSK 스크램블링을 나타낸 것이다.

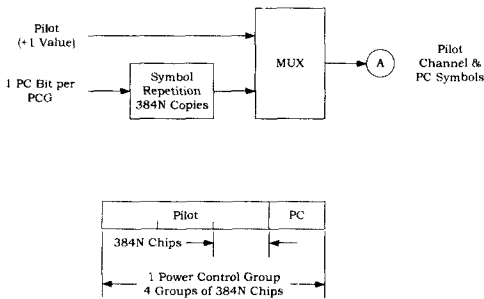
역방향링크 공통채널은 Access Channel(R-ACH), Enhanced Access Channel(R-EACH) 및 Reverse Common Control Channel(R-CCCH)가 있으며, 짧은 시간동안에 기지국과 단말이 정보를 주고 받을 때 사용되는 채널이다.

역방향 트래픽채널은 매우 플렉서블한 구조를 가지며, 서비스 설정이 이루어지면, 기지국과 단말사이에 하나 혹은 그 이상의 전용채널(Dedicated Channel)을 할당한다. RC3(Radio Con-

figuration 3) ~ RC6에서 제공되는 트래픽채널을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) Reverse Dedicated Control Channel (R-DCCH)
  - 9.6kbps 혹은 14.4kbps 을 기본으로 플렉서블 데이터 전송을 지원
  - 20ms의 프레임 길이, 신속한 MAC 시그널링을 위하여 9.6kbps 에서 5ms프레임 제공
  - DTX(Discontinuous transmission) 모드 제공
- (2) Reverse Fundamental Channel (R-FCH)

- 가변(variable) 및 플렉서블 데이터 전송을 지원
  - 9.6kbps, 4.8kbps, 2.7kbps, 1.5kbps
  - 14.4kbps, 7.2kbps, 3.6kbps, 1.8kbps
  - 20ms 프레임길이 및 5ms 프레임길이 제공
- (3) Reverse Supplemental Channel (R-SCH)
- 패킷/서킷 고속 데이터 서비스 지원
  - 20ms 프레임 길이, 40ms 와 80ms 프레임길이 옵션
  - 14.4kbps 이상에서는 터보코드 사용가능
  - 최대 307.2kbps



Where N equals Spreading Rate

그림 3. 역방향 파일럿 채널

#### IV. cdma2000 1X 순방향링크(Forward Link)

순방향링크에서 기지국은 셀 반경내에 위치하는 단말에게 여러 개의 전용채널 뿐만 아니라 여러 개의 공통채널을 전송한다. 모든 채널들을 구분하기 위하여 왓시부호에 의하여 서로 직교성을 유지하거나, 다른 캐리어 주파수에 할당하는 방법을 사용한다. 순방향링크에서 왓시부호가 부족한 상황을 극복하기 위하여 cdma2000에서는 QOF를 사용한다.

TIA/EIA-95에서는 BPSK변조와 QPSK 스크램블링을 사용하였으나, cdma2000에서는 QPSK 변조와 QPSK스크램블링을 사용하여 가용한 직교 부호의 수를 증가 시킨다.

cdma2000의 두드러진 특징중의 하나는 순방향 링크 송신안테나 다이버시티 기술로써 원래의 신호를 두개의 직교성을 가지는 신호로 디멀티플렉싱 및 변조를 하여 동일한 주파수의 서로 다른 안테나를 통하여 전송하는 방식이며, OTD와 STS의 두가지가 있으며 수식으로 표현하면 다음과 같다.

- (1) OTD(Orthogonal Transmit Diversity)

$$\begin{aligned} Z_1 &= Y_1 W_1 \\ Z_2 &= Y_2 W_2 \end{aligned} \quad (\text{수식 1})$$

- (2) STS(Space-Time Spreading)

$$\begin{aligned} Z_1 &= Y_1 W_1 - Y_2^* W_2 \\ Z_2 &= Y_2 W_1 + Y_1^* W_2 \end{aligned} \quad (\text{수식 2})$$

위의 수식에서, Z1은 안테나1으로의 심볼, Z2는 안테나2로의 심볼, W1은 안테나1의 왓시부호, W2는 안테나2의 왓시부호, Y1은 복소값을 가지는 입력 심볼1, Y2는 복소값을 가지는 입력심볼2를 나타낸다.

그림5는 OTD, 그림6은 STS의 송신 다이버시티 구조를 나타낸 것이다.

순방향링크에서 공통파일럿 채널이 존재하지만, 보조파일럿채널(Auxiliary Pilot Channel)을 두어 스팟빔(spot beam) 혹은 지향성 안테나(directive antenna)기술 등도 사용할 수 있도록 되어있다.

순방향링크의 트래픽채널을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) Forward Dedicated Control Channel(F-DCCH)

- 상위계층의 시그널링, MAC메세지 및 RLP

	채널	EIA/TA -95A/B	cdma2000
1	Pilot	○	○
2	Sync	○	○
3	Paging	○	○
4	Auxiliary Pilot	×	○
5	Transmit Diversity Pilot	○	○
6	Quick Paging	○	○
7	Broadcasting	○	○
8	Common Control	○	○
9	Common Assignment	○	○
10	Common power control	○	○

(a) 순방향 공통채널

	채널	EIA/TA A- -95A/B	cdma2000
1	Fundamental	○	○
2	Supplemental Code	○	○
3	Supplemental	×	○

(b) 순방향 전용채널

표 2. 순방향링크 채널

프레임 전송 버스트(burst)한 사용자 데이터 전송

- 9.6kbps 혹은 14.4kbps 을 기본으로 플렉서블 데이터 전송을
- 20ms의 프레임 길이, 신속한 MAC 시그널링을 위하여 9.6kbps 에서 5ms프레임 제공-DTX 모드 제공

(2) Forward Fundamental Channel (F-FCH)

- 가변 및 플렉서블 데이터 전송을 지원
- 20ms 프레임 길이 및 5ms 프레임 길이 제공

(3) Forward Supplemental Channel (F-SCH)

- 가변 및 플렉서블 데이터 전송을 지원
  - 멀티서비스를 위한 여러 개의 SCH제공 가능
  - 고속의 패킷데이터 및 회선데이터서비스 제공
- 프레임 레벨로 네트워크 F-SCH의 전송을 할당 가능

cdma2000에서는 역방향링크에서만 고속전력제어(800Hz)를 사용하였던 TIA/EIA-95와는 달리 역방향 및 순방향링크 모두 고속 전력제어를 사용한다. 역방향링크의 전력제어를 위한 전력제어비트는 서비스구성에 따라 F-FCH 혹은 F-DCCH를 천공하여 전송되지만, 순방향링크의 전력제어비트는

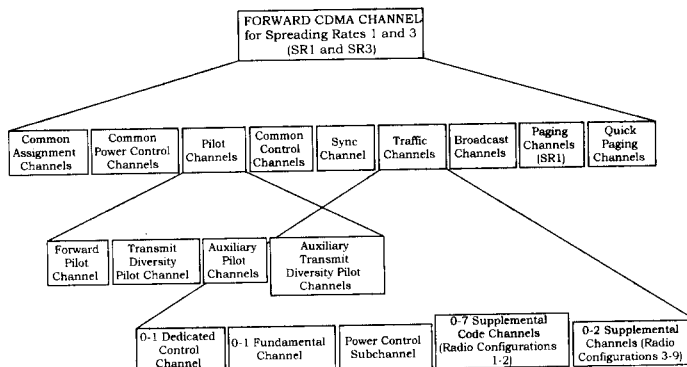


그림 4. 순방향링크 채널

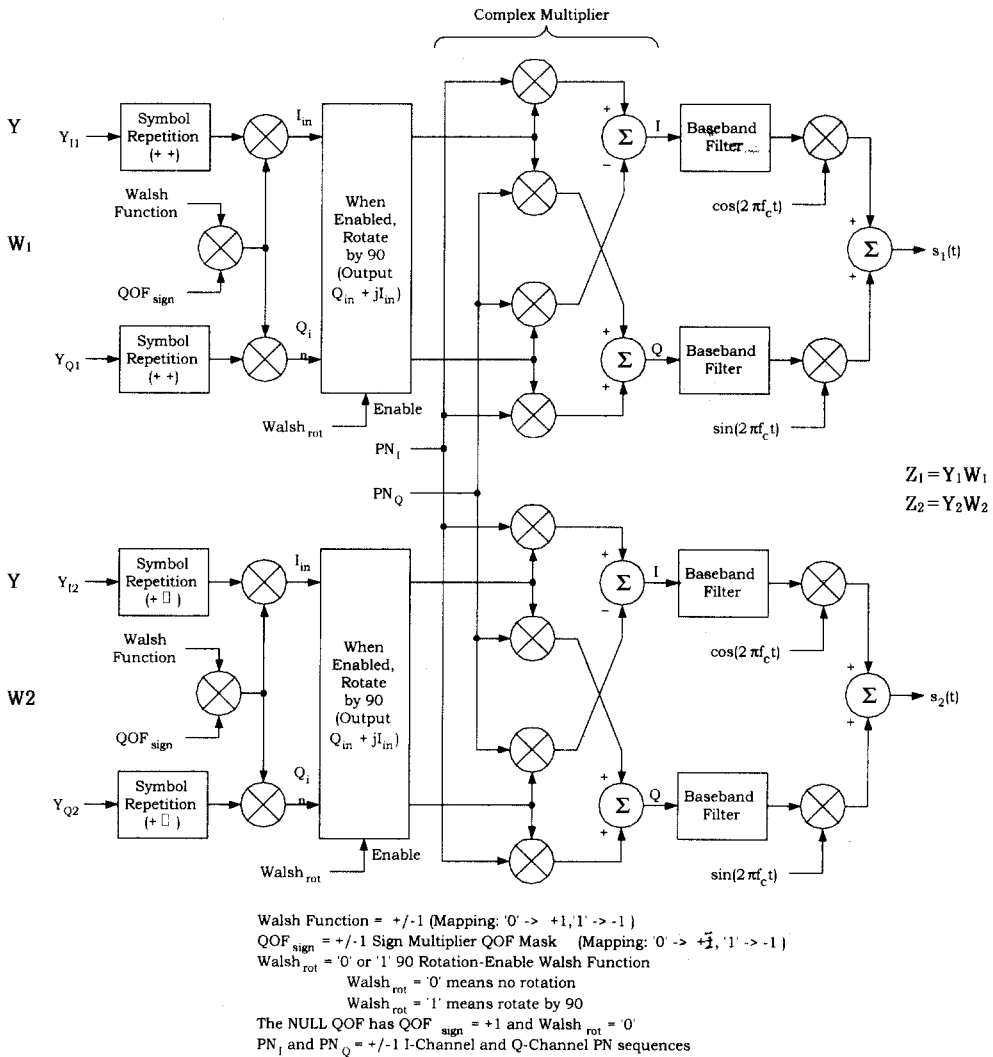


그림 5. OTD 송신다이버시티 구조

R-PICH 를 천공하여 전송된다. 순방향 고속전력 제어는 채널환경에 따라 다르지만 수 dB정도의 링크 성능을 개선시킨다.

만약, 순방향링크 채널들이 비교적 잘 멀티플렉싱이 될 경우 이러한 이득은 곧바로 순방향링크의 용량을 증가시킬 수 있으나, 통계적 평균(statistical averaging)이 그렇지 않을 경우 - 예를들어 기지

국이 큰 송신전력으로 고속 데이터를 한 사용자에게 전송하는 경우 - 기지국의 PA(power amplifier)가 매우 높은 다이내믹 레인지(dynamic range)를 가지게 되어 PA의 효율성이 떨어지고 인접셀(neighboring cell)의 커플링(coupling)에 따른 시스템의 불안정성 등이 문제가 될 수 있다. 따라서, 기지국은 고속데이터 채널의 송신전력 다이내믹 레인지를 제한하여 사용한다.

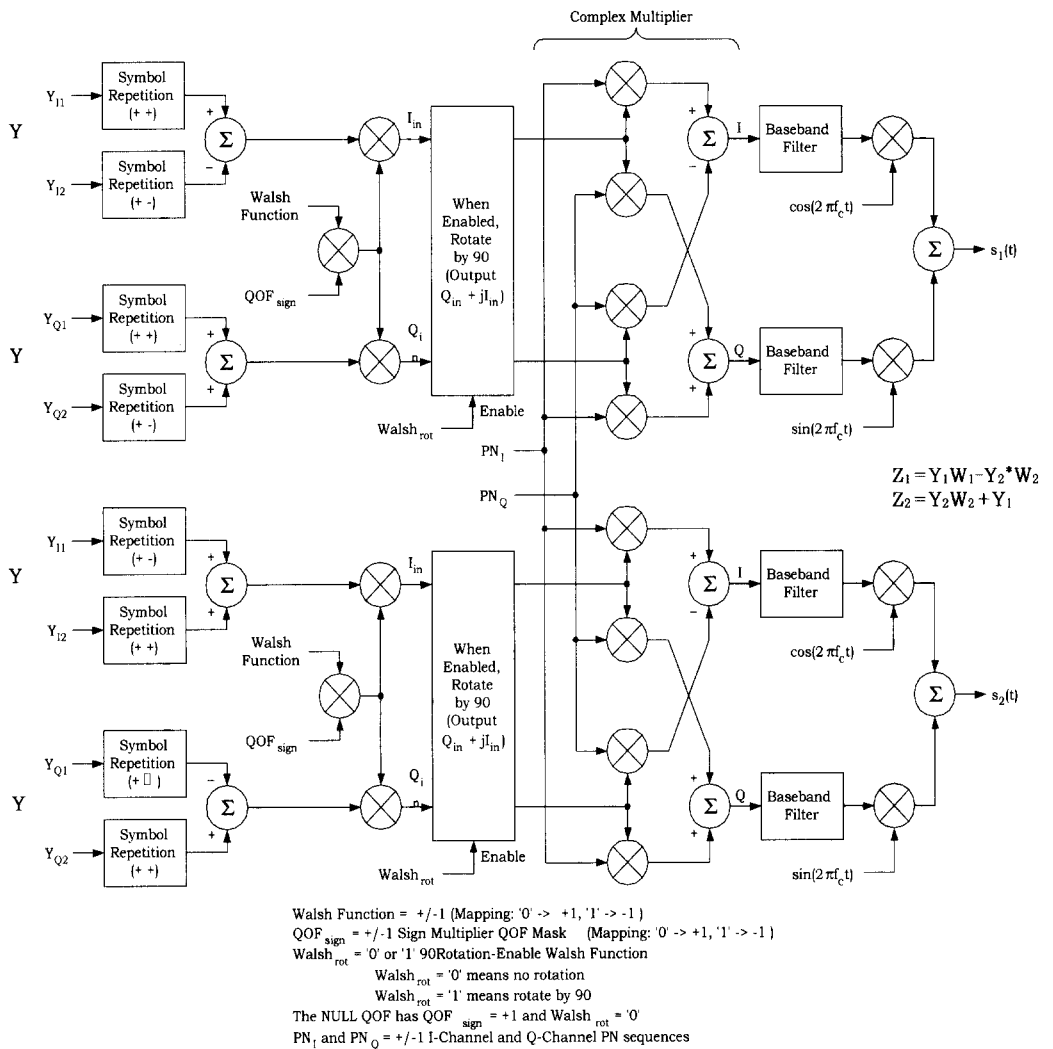


그림 6. STS 송신 다이버시티 구조

cdma2000에서는 서로 요구되는 QoS가 다른 채널의 전력제어를 효율적으로 지원하기 위하여 FCH/DCCH 와 SCH의 전력제어를 서로 분리하여 제공한다.

또한 순방향링크에서는 EIB(Erasure Indicator Bit)와 QIB(Quality Indicator Bit)를 사용하여 추가적인 저속(50Hz)의 전력제어 방식을 제공한다..

이상에서 cdma2000 1X 표준의 순방향링크 및 역방향링크의 특징을 살펴보았으며, 다음절 부터는 1X EV-DO HDR(High Data Rate)에 대하여 살펴보기로 한다.



## V. 1X EV (HDR) 개요

이미 오래 전 기정 사실이 되어 버린 인터넷의 폭발적인 수요 증가와 고품질 이동통신의 대중화는 무선 인터넷 서비스 본격화에 대한 요구를 명백히 말해준다.

cdma2000 1X 는 음성서비스와 데이터 서비스를 모두 지원하지만, 음성 서비스에는 최적화가 되어있는 반면, 데이터 위주의 무선 인터넷 애플리케이션(Application)에 대해서는 최적화의 여지가 남아있다. 음성 서비스에서의 트래픽은 전송률이 비교적 낮고 양방향 링크간 대칭적인 특성을 가지며 모든 사용자에게 낮은 지연과 일정한 품질을 보장할 것을 요구하지만, 인터넷 패킷 데이터 서비스에서의 트래픽은 링크간 비대칭적이고 벌스티(Bursty)한 특성을 가지며 요구되는 지연 및 품질도 가변적일 수 있다. 이와 같은 배경하에 3GPP2에서는 고속 패킷 데이터를 위한 무선접속기술을 표준화하기로 결정하고, 이를 두 단계에 걸쳐 추진하기로 결정하였다.

즉 첫번째 단계(1X EV Phase I - Data Only)에서는 데이터 전용 주파수 캐리어(carrier)를 사용하는 무선접속기술을 표준화 하고, 두번째 단계(1X EV Phase II - Data and Voice)에서는 데이터와 음성을 동시에 한 캐리어에서 지원하는 무선접속기술을 표준화 한다는 계획을 수립하고, 이미 첫번째 단계에 대해서는 Qualcomm 및 지원사들이 제안한 HDR (High Data Rate) 기술을 바탕으로 2000년 말까지 표준을 완성하기로 결정한 바 있다.

1X EV Phase I -Data Only (HDR) 또는 짧게 "1X EV-DO"는 우선 cdma2000 1X와 망구조 및 RF 부분에서 호환성을 유지한다. 따라서 기존의 IS-95 또는 cdma2000 1X (IS-2000)망에 자연스럽게 융화되도록 1X EV-DO 기능을 추가하는 것이 용이하다. 또한 cdma2000 1X 와 1X

EV-DO간에 핸드오프를 지원하므로 이중모드 단말기를 가지고 음성 및 고속 패킷 데이터 서비스를 모두 제공 받을 수 있다.

무선 데이터 시스템에 요구되는 가장 중요한 것 중의 하나는 주어진 하나의 셀 또는 섹터의 데이터 처리량(Throughput)을 최대화 하는 것이다. 즉 제한된 주파수 스펙트럼 자원을 가지고 가장 많은 데이터 전송량을 지원할 수 있도록 하는 시스템이 최적의 시스템이라고 할 수 있다. 이와 같은 특성을 나타내는 지수가 1Hz 당 데이터 전송률(bps/Hz)로 표현되는 주파수효율(Spectral Efficiency)이다.

1X EV-DO 는 기존의 QPSK 이외에 8-PSK 및 16-ary QAM 변조 방식을 사용하여 주파수 효율도를 높임으로써 다양한 서비스 요구를 만족하기 위한 고속 및 고용량 데이터 전송을 실현한 기술이다.

패킷데이터 시스템은 섹터당 처리량을 최대화 하려는 목적을 가지고 있으므로 음성의 경우와 같이 모든 사용자를 같은 전력과 같은 품질로 서비스 하려 하는 것이 아니고, 각 사용자에게 채널 상황에 따라 가능한 한 높은 데이터 전송률을 할당하는 것이 목표가 된다. 이러한 목표를 달성하기 위해 1X EV-DO는 순방향 링크 공유의 개념을 사용한다. 즉, 섹터가 한 순간에 하나의 사용자만을 최대전력으로 서비스한다. 따라서 액세스 네트워크 (Access Network) 쪽의 송신기는 항상 최대전력으로 운영되며, 좋은 서비스 영역에 있는 액세스 터미널 (Access Terminal)은 매우 높은 피크(Peak) 전송률을 제공 받을 수 있다. 그밖에 1X EV-DO는 터보코드(Turbo Code)와 물리계층에서의 하이브리드(Hybrid) ARQ 와 같은 데이터에 적합한 에러 콘트롤(Error Control) 전략을 활용하여 링크 성능을 보강 하였다.

또한 인터넷 트래픽의 특성을 감안하여 순방향 링크와 역방향 링크를 비대칭으로 설계하여 순방향의

처리량을 최대화 할 수 있도록 하였다.

다음 두 절에서는 1X EV-DO의 역방향 링크와 순방향 링크에 대해 소개한다.

## VI. 1X EV-DO (HDR) 역방향 링크

그림 7에 나타낸 바와 같이 1X EV-DO의 역방향 링크는 파일럿(Pilot), 트래픽(Traffic), MAC 채널, ACK 채널, 그리고 공용채널인 액세스(Access) 채널로 이루어진다.

이중 파일럿과 MAC 채널은 액세스 터미널이 링크를 유지하는 동안 계속 송신되는 채널이다. 또한 트래픽 채널은 역방향으로 데이터를 전송할 때 사용되고, ACK 채널은 물리계층 하이브리드 ARQ 동작을 위해 순방향으로 받은 데이터에 대한 ACK를 보낼 때 사용된다.

기존 시스템들과 마찬가지로 액세스(Access) 채널은 링크가 연결되지 않은 상태에서 시스템에 접근하기 위해 사용된다. 링크가 설정된 이후에 역방향 링크는 기존 cdma2000 시스템과 동일한 방식으로 전력제어가 된다. 역방향 트래픽 채널의 기본 전송 단위인 패킷은 26.66 ms 길이며 패킷별로 전송률이 바뀔 수 있다. 역방향의 데이터 전송률은 역방향 트래픽 채널 MAC 프로토콜에 의해 제어되며, 전송률 제한 메시지 (ReverseRateLimit Message)와 역방향 활동 비트(Reverse Activity Bit) 및 퍼시스턴스값(Persistence Value)이 사용된다. MAC 채널의 일부인 역방향 전송률 표시자(RRI: Reverse Rate Indicator)는 수신기에게 현재 전송되는 역방향 링크 패킷의 전송률을 알려준다.

MAC 채널의 일부로 매우 중요한 역할을 하는 DRC(Data Rate Control) 채널은 액세스 터미널에서 측정된 채널 상태 (C/I: Carrier to Interference Ratio)에 따른 수신 가능한 순방향

데이터 전송률 정보를 액세스 네트워크로 피드백(Feedback) 해 준다. 또한 DRC 채널에 곱해지는 월시커버(Walsh Cover)는 섹터 선택 정보를 나타낸다. 이와 같은 DRC 채널 정보는 액세스 네트워크 순방향 트래픽 채널을 각 사용자에게 스케줄링(Scheduling)하는데 사용된다.

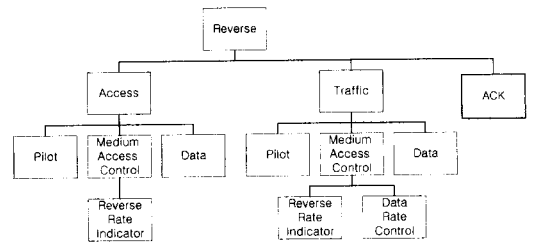
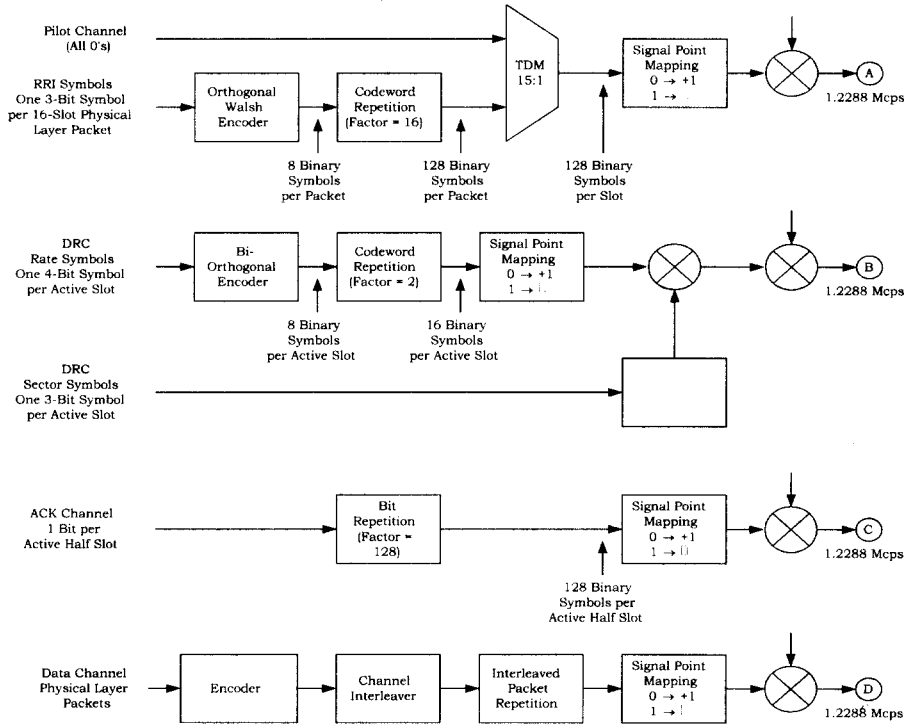


그림 7. 1X EV-DO 역방향채널 종류

그림 8은 1X EV-DO의 역방향 채널 구조를 나타낸다. 파일럿 채널, DRC 채널, ACK 채널, 그리고 트래픽 채널은 서로직교인 월시부호들을 사용하여 구분된다. RRI는 파일럿 채널에 일부 시간을 차지하도록 다중화된다. 파일럿 채널과 ACK 채널은 I 페이즈 브랜치 (I-Phase Branch), DRC 채널과 트래픽 채널은 Q 페이즈 브랜치(Q-Phase Branch)를 통해 전송된다. 확산 (Spreading) 코드를 곱하는 단에서는 피크대평균비(Peak to Average Ratio)를 줄이기 위해 HPSK 확산을 사용한다.

이와 같이 역방향 링크 채널들을 코드로 나누는 방식은 각 채널들간의 전력비율 조절하는데 용이하며, cdma2000 1X의 역방향 채널 구조와 많은 유사성을 지닌다. 역방향 트래픽 채널의 전송률은 9.6kbps, 19.2kbps, 38.4kbps, 76.8kbps, 153.6kbps가 가능하며, 액세스 채널의 전송률은 9.6kbps 이다. 데이터 채널에는 슬롯(Slot: 1.66.. ms) 단위의 프레임 오프셋이 존재한다

그림 9는 역방향링크의 슬롯 구조를 나타낸다. 파일럿은 한 슬롯 내에서 RRI가 다중화 된 구간을 제



Physical Layer Packets		Code Rate	Symbols	Rate (ksps)	Rate (ksps)
Bits	Rate (kbps)				
256	9.6	1/4	1,024	38.4	307.2
512	19.2	1/4	2,048	76.8	307.2
1,024	38.4	1/4	4,096	153.6	307.2
2,048	76.8	1/4	8,192	307.2	307.2
4,096	153.6	1/2	8,192	307.2	307.2

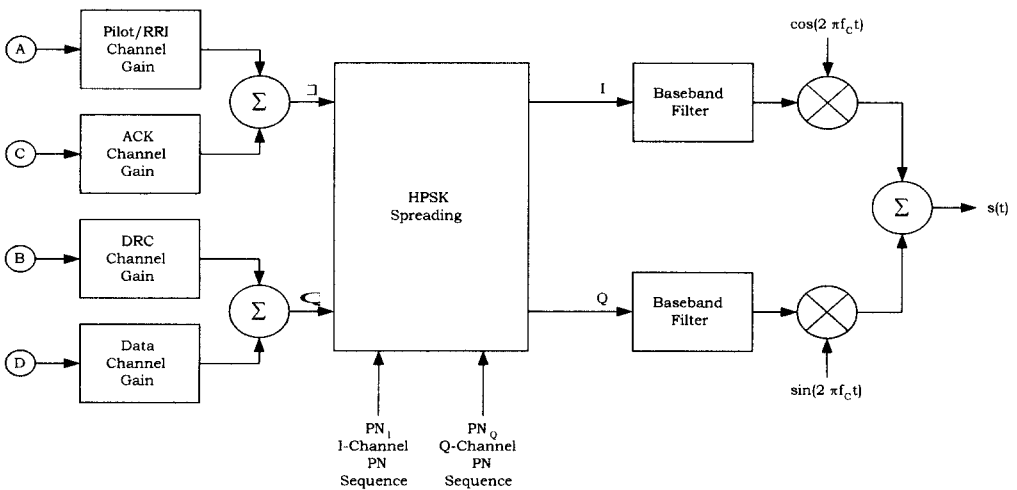


그림 8. 1X EV-DO 역방향 채널 구조

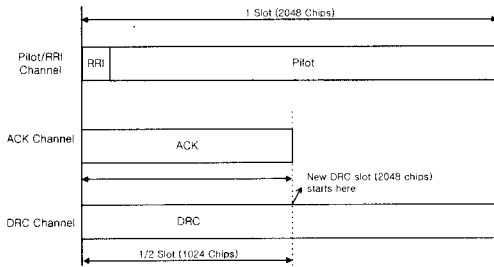


그림 9. 1X EV-DO 역방향 슬롯 구조

외하고는 연속적으로 전송된다. RRI 정보는 3 비트로 이루어지며 한 패킷 구간에 걸쳐 전송된다. ACK은 한 슬롯에서 앞부분 1/2 슬롯에만 전송된다. DRC는 4 비트 정보로 한 슬롯 또는 주어진 수(DRCLength) 슬롯에 걸쳐 전송되며 시작점은 1/2 슬롯 점과 일치한다. 또한 역방향 간섭을 줄이기 위해 주기에 따라 단속적으로 송신할 수도 있다.

그밖에 1X EV-DO의 역방향 링크는 cdma2000 1X와 같이 소프트 핸드오프(Soft Handoff)가 가능하다.

### VII. 1X EV-DO (HDR) 순방향 링크

그림 10에 나타낸 바와 같이 1X EV-DO의 순방향 링크는 파일럿 채널, MAC 채널, 순방향 트래픽 채널, 그리고 순방향 제어(Control) 채널로 이루어진다.

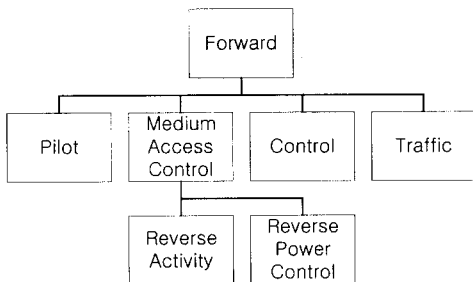


그림 10. 1X EV-DO 순방향 채널 종류

각 채널의 역할을 살펴보면, 파일럿 채널은 액세스 터미널에서 동기획득 등에 사용되며, 모든 섹터가 동시에 최대 전력으로 송신하므로 액세스 터미널은 가장 높은 세기로 파일럿이 수신되는 섹터를 선택하여 순방향 데이터 송신을 요청할 수 있다. 또한 액세스 터미널은 파일럿을 측정하여 얻어지는 C/I 값으로부터 요청하는 순방향 데이터 전송률을 결정한다.

MAC 채널에는 역방향 전력제어(RPC) 정보 그리고 역방향 활동 비트(RAB)가 포함된다. RPC는 각 액세스 터미널의 역방향 송신 전력을 제어하기 위한 채널이며, RAB는 역방향 트래픽 채널 MAC의 역방향 전송률 제어의 일환으로 역방향이 포화된 상태에서 액세스 터미널들에게 전송률을 낮출 것을 요구하기 위해 사용된다.

순방향 트래픽 채널은 38.4kbps에서 2.4576Mbps 사이의 가변 전송률을 제공하며 한 순간에는 하나의 사용자 데이터만 전송된다. 따라서 여러 사용자에게 데이터를 시간상에서 스케줄링하여 전송한다. 트래픽 채널 역시 항상 섹터 최대 전력으로 송신되기 때문에 효율적인 스케줄링만으로 처리량을 최대화할 수 있다.

주파수효율(Spectral Efficiency)을 높이기 위해 전송률에 따라 QPSK/8-PSK/16-QAM을 사용하며 전송 단위인 패킷을 이루는 슬롯 수 또한 전송률에 따라 다르다. 하나 이상의 슬롯으로 구성되는 패킷의 경우 각 슬롯은 4 슬롯 간격으로 떨어져 전송된다. 이는 하이브리드 ARQ를 사용함에 따라 패킷에 해당하는 슬롯 수를 다 채우기 전이라도 양성(Positive) ACK을 받으면 전송을 완료할 수 있도록 하기 위한 것이다. 이러한 경우 실제 전송률은 슬롯을 모두 다 보낸 경우 보다 높아지게 된다.

제어(Control) 채널은 방송(Broadcast) 메시지 또는 특정 액세스 터미널을 향한 메시지를 보내는데 사용되며, 38.4kbps 또는 76.8kbps의 전송률을 가진다. 각 트래픽 채널 패킷은 액세스 터미

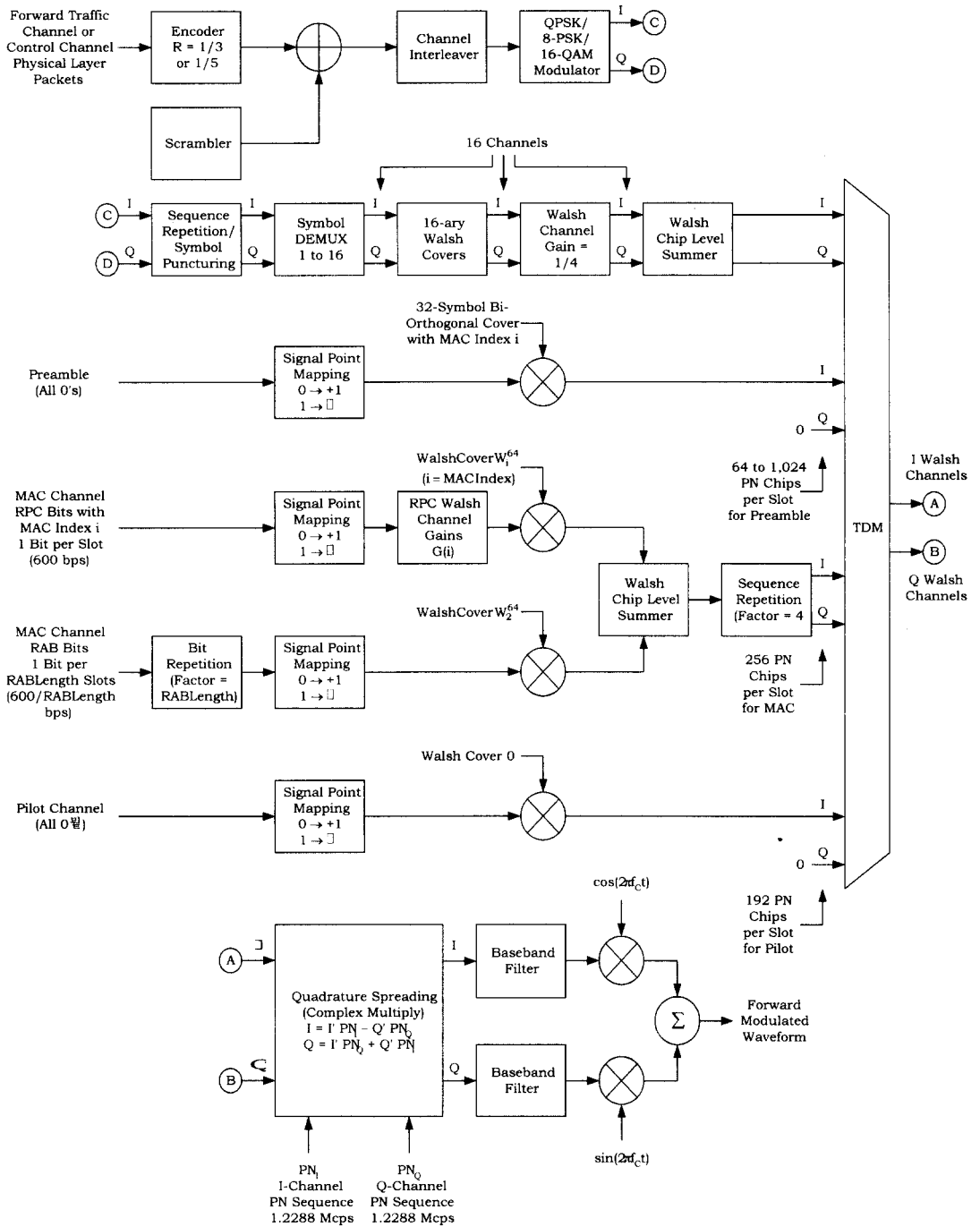


그림 11. 1X EV-DO 순방향 채널 구조

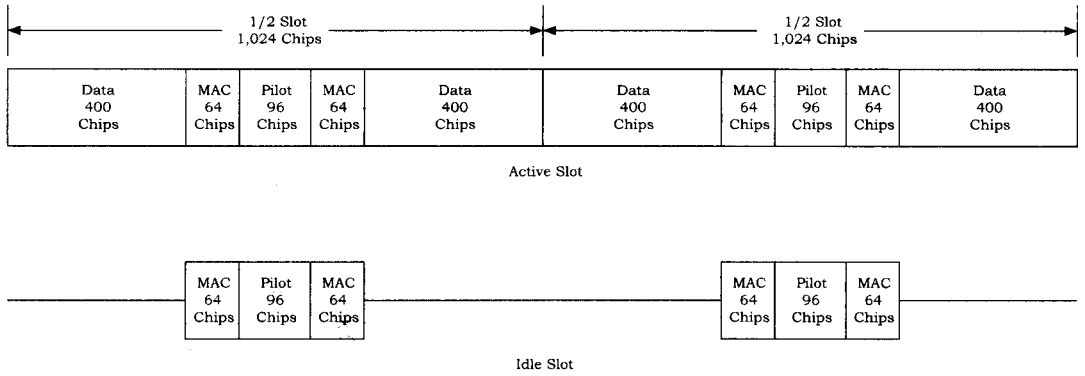


그림 12. 1X EV-DO 순방향 슬롯 구조

널이 가변 전송률 패킷의 첫번째 슬롯을 알아낼 수 있도록 앞부분에 프리앰블을 포함한다. 프리앰블에 곱해지는 일시키버는 데이터를 받을 사용자를 또는 데이터가 제어채널에 해당함을 표시해 준다.

그림 11은 순방향 채널 구조를 나타낸다. 각 채널은 TDM 블록에 의해 시간상에서 다중화 된다. 한 슬롯 동안 각 채널들의 시간상 위치를 그림 12에서

볼 수 있다. 파일럿 채널은 1/2 슬롯 마다 96 칩씩 송신되고, 각 파일럿 벌스트 앞뒤로는 MAC 채널이 64 칩씩 송신된다. MAC 채널은 RAB와 RPC가 길이 64의 일시코드로 구분되어 송신되는 구조이다. 트래픽 채널 정보는 위에서도 언급한 바와 같이 터보인코딩(Turbo Encoding), 인터리빙(Interleaving)을 거친 후, QPSK, 8-PSK, 또는

표 3. 1X EV-DO순방향 트래픽 및 제어 채널 파라미터 (Parameter)

Data Rate (kbps)	Number of Values per Physical Layer Packet				
	slots	Bits	Code Rate	Modulation Type	TDM Chips (Preamble/Pilot/MAC/Data)
38.4 Traffic & Control	16	1,024	1/5	QPSK	1,024 / 3,072 / 4,096 / 24,576
76.8 Traffic & Control	8	1,024	1/5	QPSK	512 / 1,536 / 2,048 / 12,288
153.6	4	1,024	1/5	QPSK	256 / 768 / 1,024 / 6,144
307.2	2	1,024	1/5	QPSK	128 / 384 / 512 / 3,072
614.4	1	1,024	1.3	QPSK	64 / 192 / 256 / 1,536
307.2	4	2,048	1/3	QPSK	128 / 768 / 1,024 / 6,272
614.4	2	2,048	1/3	QPSK	64 / 384 / 512 / 3,136
1,228.8	1	2,048	1/3	QPSK	64 / 192 / 256 / 1,536
921.6	2	3,072	1/3	8-PSK	64 / 384 / 512 / 3,136
1,843.2	1	3,072	1/3	8-PSK	64 / 192 / 256 / 1,536
1,228.8	2	4,096	1/3	16-QAM	64 / 384 / 512 / 3,136
2,457.6	1	4,096	1/3	16-QAM	64 / 192 / 256 / 1,536

16-QAM 데이터 변조에 의해 I, Q 값에 매핑(Mapping)되며, 16 개의 병렬 윌스코드 채널로 나뉘었다가 다시 합해지는 과정을 거쳐, 파일럿과 MAC 채널 사이 구간에 송신된다.

표 3은 1X EV 순방향 트래픽 채널에 제공되는 데이터 전송률과 각 전송률에 따른 패킷 당 슬롯 수, 비트 수, 코드 레이트(Code Rate), 변조 방식, 그리고 TDM에 의해 프레임블, 파일럿, MAC, 데이터가 각각 차지하는 칩 수를 보여준다.

엑세스 터미널은 C/I 측정 값에 따라 표 3에 나타난 열 중의 하나를 선택하여 이에 대응하는 값을 DRC 채널을 통해 엑세스 네트워크에 알린다. 여기에는 물론 섹터 선택 정보도 포함된다. DRC에 의해 선택된 엑세스 네트워크의 섹터는 스케줄링에 의한 결정에 따라 엑세스 터미널이 요청한 대로 (전송률과 전송 포맷에 맞추어) 데이터를 전송하거나 전송하지 않는다. 엑세스 터미널의 섹터 선택은 액티브 세트(Active Set) 내에 있는 섹터 중 하나를 선택하는 것으로 순방향 링크에서는 여러 섹터의 신호를 결합하는 형태의 소프트 핸드오프가 일어나지는 않으나, 각 섹터와의 채널 상태에 따라 빠르게 섹터 선택을 바꿀 수 있으므로 최적의 링크를 유지할 수 있다. 또한 엑세스 네트워크 입장에서는 여러 엑세스 터미널 중 채널 상태가 좋은 터미널을 선택하여 데이터를 전송함으로써 다중 사용자 다이버시티(Multi-user Diversity) 효과를 누릴 수 있다.

## VIII. 요약

본 논문에서는 cdma2000 1X 및 1XEV HDR의 물리계층 구조와 위의 두 시스템이 TIA/EIA-95 시스템과 비교하여 개선된 점들을 살펴보았다.

cdma2000 기술은 무선 인터넷 애플리케이션과 같이 서비스 사업자의 요구에 능동적으로 대처할 수

있는 플랫폼을 가지고 있으며 그중 하나가 바로 HDR이다. 즉, 기존의 TIA-EIA-95 또는 cdma2000 1X망에 자연스럽게 융화되며, 트래픽이 링크간 비대칭적이고 벌스티한 특성을 가지며 요구되는 지연(delay) 및 QOS가 가변적인 인터넷 패킷 데이터 서비스와 같이 새로운 기능을 추가하는 것이 용이하다.

따라서, cdma2000 1X 와 HDR은 향후 일반화될 IP 서비스를 최적화하는데 있어서도 매우 효율적인 무선접속기술이다.

### ※참고문헌

- [1] Serge Willenegger, "cdma2000 Physical Layer: An Overview", Journal of communications and networks, Vol.2, No.1, pp.5-17, March 2000.
- [2] Physical Layer Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems Release A, Publication Version, June 9, 2000.
- [3] Qualcomm, "Draft Text for the 1xEV Physical Layer", July 2000.

### 홍 순 호

1975년 서강대학교 전자공학과 학사

1977년~현재 삼성전자 IMT-2000시스템연구팀장(상무)

1989년 사내기술대상, TDX-1B교환기개발

1992년 삼성그룹기술대상/회장단표창, TDX-10교환기개발

1996년 대통령표창, CDMA기술개발 정부포상 표창

### 박 창 수

1995년 경북대학교 전자공학과 학사

1997년 포항공과대학교 전자전기공학과 석사

1997년~현재 삼성전자 정보통신연구소

관심분야 : 이동통신시스템

### 박 진 수

1994년 연세대학교 전자공학과 학사

1996년 연세대학교 전자공학과 석사

1996년~현재 삼성전자 정보통신연구소

관심분야 : 이동통신시스템