

지 상 강 좌

# CDMA의 응용 및 PCN 적용

●  
디지털 셀룰러 표준화 동향

●  
방식별 현황

●  
CDMA 도입과정

●  
Qualcomm CDMA 시스템의 개요

●  
CTIA WB-SS 공청회에서의 몇가지 흥미로운 결과

●  
미국의 광대역 CDMA 방식

# CDMA의 응용 및 PCN적용

김 호 영/한국전자통신연구소

## 1. 디지털 셀룰러 표준화 동향

- '88.6 : TIA UPR(User's Performance Requirements)작성
- '86.9 : CTIA UPR승인
- '87.9 : CTIA Advanced Radio Technologies분과 위원회 구성
  - '98년을 목표로 제 2세대 셀룰러 무선 기술을 설명하는 UPR작성
  - 10배 이상의 시스템 용량
  - 동등한 음성품질
  - 1200baud의 모뎀과 9600bps의 데이터 전송능력
  - '90 3~4분기에 디지털 기술개발 완료
- '89.1 : IS-54표준채택
- '91.12 : 현장시험 발표회(CTIA주최, Washington D. C.)
  - CDMA현장시험 결과발표
- '91.1 : CTIA광대역 셀룰러 방식에 관한 기술위원회 구성
  - 6월까지 공청회를 개최하여 결과를 CTIA이사회에 보고토록 의결
  - TIA TR45.5소위결성
  - Qualcomm의 CDMA제안서 검토결과를 CTIA에 제출
- '92.6 : CTIA는 TR45.5소위로 하여금 광대역 CDMA의 표준화를 의결

## 2. 방식별 현황

- CDMA Group
  - GTE, PacTel, Ameritech, US West
  - '92년 말까지 표준화작업의 완료를위해 활동중

- TDMA Group
  - McCaw, South Western Bell, Bell South
  - TDMA설비의 조기 사용 추진
- 기타
  - Nynex, Bell Atlantic
  - Nynex : 우선TDMA를 도입한 후에 CDMA의 도입검토
  - PacTel : 현실적인 용량포화는 자사 고유의 Micro Cellular System으로 대처하고 향후 CDMA직접도입
  - 제조업체(AT&T, Motorola, NT) : 개방형 시스템 개발 계획중

## 3. CDMA 도입과정

- 1989. 1 TIA/CTIA에서 TDMA방식 채택
- 1989. 1 PacTel사에 CDMA방식 소개
- 1989. 4 CDMA방식 관련 CTIA와 첫 접촉
- 1989. 6 (Chicago)에서 개최한 CDMA방식 공청회를 CTIA에서 후원
- 1989.11 (San Diego)에서 PacTel사와 협력하여 2CS & 1MS CDMA 방식 데모
- 1990. 2 NYNEX사와 협력하여 CDMA방식 (Manhattan)현장 시험
- 1990. 9 CDMA CAI 규격작성
- 1991. 9 MS & BS ASICs 생산 개시
- 1991.11 5개 셀, 8개 섹터 와 70개 이동국의 현장시험
- 1991.12 CTIA공청회에서 현장 시험 결과 발표
- 1992. 1 CTIA결의 Re : TIA에 WB/SS관련 공청회 요청
- 1992. 3 CTIA의 제 1 차 공청회(아래의 3개사가 규격 제출)

- Qualcomm
- SCS Mobilecom
- Ericsson Radio System AB

## 4. Qualcomm CDMA 시스템의 개요

### 4.1 순방향 링크

- 직접 확산 대역 신호 방식(DS-SS)
- 의사 잡음(PN)확산(칩)속도 = 1.2288MHz
- 채널구성
  - 파일럿 채널
    - 무변조된 DS-SS신호 : W(0)
    - BS는 항상 전송하며 타임 오프셋을 이용하여 섹터/셀을 식별하도록 한다.
    - 완전한 위상/시간/신호 세기 기준을 제공
    - 섹터/셀 내의 모든 사용자들이 공유
  - 동기 채널(1개)
    - 파일럿 반송파 발견 후, 이동국은 동기 채널의 수신을 시작한다.
    - 결정된 Walsh부호를 이용한다. : W(32)
    - Cell/sector용 파일럿 채널에 따라 시간 배열
    - 동기 채널 메시지는 시각 및 부호 동기 정보를 포함
    - MS로 하여금 페이징 채널에 맞추어 동기채널의 타이밍을 조정할 수 있게 한다.
  - 페이징 채널(최대 7개)
    - 2400, 4800 혹은 9600bps 의 DS-SS신호
    - 시스템 용량에 알맞게 채널수를 선정한다.
  - 트래픽 채널
    - 호는 트래픽 채널로 즉시 이동된다.
    - 폐루프 전력 제어 동작
    - 호 설정 관련 정보의 전송
    - 가변속도 보코더를 지원하기 위한 1200, 2400, 4800 또는 9600 데이터전송 속도
- 확산
  - 1.2288MHz 속도의 PN 부호 이용
  - 주기가  $2^{15}$ 의 PN 부호 이용
  - 확산 대역 변조 : Filterd QPSK

- 변조/복조
  - 다중 경로, 채널 다중 경로 및 / 또는 BS 경로 다이버시티의 최적의 결합을 이용하는 코히어런트 BPSK
  - 복조기 ASIC는 3개 핑거 RAKE로 수신기로 별도의 3개 경로에 대한 독립적인 추적을 허용한다.
  - 두개의 탐색기는 계속해서 최상의 다중 경로를 찾는 시간 원도를 조사한다.
  - 각 경로의 위상, 시간 및 신호의 세기는 파일럿 채널에서 측정된다.
  - 상기 변수의 측정을 위해 파일럿 채널은 20 dB 이상의 SNR을 제공할 수 있다.
- 코딩/디코딩
  - BW(대역폭)가 CDMA 방식에서는 중요하지 않으므로 강력한 콘벌루션(길쌈) 부호의 이용이 가능하다.
  - 모든 정보 비트는 코딩으로 보호 된다.
  - 부효율=1/2, 구속장 K=9
  - 복조기 ASIC는 최적의 소프트 - 결정 비터비 복호를 제공한다.
  - AWGN 채널에서 BER =  $10^{-3}$  일때 부호 이득=4.5dB
- 다이버시티
  - 경로 다이버시티
    - (a)다중경로 전파현상을 역이용
    - (b)소프트 핸드오프
  - 시간 다이버시티
    - 20ms 인터리빙 + 코딩 (부호화)
- 직교 순방향 링크 채널
  - 섹터로부터의 모든 순방향 링크 신호는 상호간에 직교성이 보장된다.
  - 9600bps의 데이터 전송 속도에서 섹터당 64개 직교 채널을 이용할 수 있고, 4800bps의 피크 데이터 전송 속도에서는 128개 직교 채널을 이용할 수 있다.
- 비화
  - 확산 대역 시스템의 고유한 성질

- 각 순방향 링크 트래픽 채널은 데이터를 스크램블 하기위해  $2^m - 1$  PN 부호를 이용한다.

#### 4.2 역방향 링크

##### ○ 확산

- 1.2288MHz 속도의 PN 부호 이용
- 길이  $2^m - 1$  ( $44 \times 10^{12}$  개의 번지 이용 가능)인 PN 부호와 길이  $2^{15}$ 의 PN 부호를 연결하여 사용함.
- 확산 대역 변조 : Filtered OQPSK

##### ○ 변조/복조

- 부분 코히어런트 검파를 이용한 64 직교 신호 변조
- 하나의 변조 심볼길이는 208 $\mu$ sec
- 4개 핑거 RAKE 수신기
- 셀 복조기 ASIC는 한개의 핑거와 두개의 탐색기를 내장
- 4개의 ASIC's으로 4개 경로에 대한 독립 추적을 허용하고 8개의 탐색기로 다중경로를 동시에 조사한다.

##### ○ 코딩/디코딩

- BW가 CDMA 방식에서는 중요하지 않으므로 강력한 콘벌루션(길쌈) 부호의 이용이 가능하다.
- 부호율=1/3, 구속장 K=9
- 복조기 ASIC는 최적의 소프트 - 결정 비터비 복호를 제공한다.
- AWGN 채널에서 BER=10<sup>-3</sup> 일 때 부호 이득 = 4.8dB

##### ○ 다이버시티

- 공간 다이버시티, 2개의 수신안테나 이용 핸드 오프 동안 4개의 수신 안테나까지 이용 가능
- 시간 다이버시티  
20ms 인터리빙 + 코딩
- 경로 다이버시티  
다중경로 전파현상을 역이용

#### 4.3 전력 제어

##### ○ 순방향 링크

저속의 미약한 전력 제어로 충분하며, 셀경계(핸드오프)지역에서 주로 유용하다.

##### ○ 역방향 링크

원근문제(약 80dB 또는 그 이상의 수신 레벨 변동)

##### 1) 개방루프 전력 제어

- 이동 수신기의 AGC 회로도 동작
- 약 10dB 내에서 보정(디 대칭인 두 링크)
- 매우 빠른 응답
- 총 수신 전력으로부터 광 범위한 동적 범위(80dB)와 빠른 개방 루프는 동작에 의해 송신전력 추정, 즉  
Tx 전력(dBm) = const - Rx 전력(dBm)
- 개방 루프 추정은 지형 변화, 즉 새도월에 의한 평균 경로 손실에 대해 알맞은 송신 전력 레벨을 결정토록 한다.  
순방향 링크와 역방향 링크 사이에 상관 이 없으므로 급속한 페이딩 변화에 응용할 수 없다.

##### 2) 폐쇄 루프 전력 제어

- 폐쇄 루프 전력 제어는 수신된 SNR이 정해진 목표치를 충족시키기위해 개방 루프제어로 결정된 값을 조정한다.
- 기지국 수신기는 매 1.25ms마다 Eb/No를 측정한다.  
(6개의 연속된 Walsh 심볼 기간동안 수행)
- BS는 MS로 명령을 전달한다 : 1.25ms 마다 1비트(800bps)

##### ○ 전력 제어 명령은 각 순방향 트래픽 채널상에서 1.25ms마다 1 심볼을 강제치환함으로써 전달된다.

##### ○ 명령이 전달되는 링크는 높은 오율(약 .05)를 갖지만 제어 루프 성능에 큰 영향을 미치지 않는다.

##### ○ 타겟 SNR은 타겟 평균 FER을 충족시키기 위하여 동적으로 조정될 수 있다.

4.4 호제어 절차

○ 이동국 발호 통화

- 액세스 채널로 이동국의 발호 메시지 전송
- 페이징 채널상에서 기지국 분간
- 기지국은 트래픽 채널상에서 전송을 시작
- 그동안, MTSO는 보코더/셀렉터 및 백홀을 할당

- 착신측 교환기가 접속되고 착신자의 전화가 울린다.

- 착신자 응답으로 통화가 이루어 진다.

○ 이동국 발호 통화

- 여러개의 기지국이 페이징 채널상에서 페이징 메시지를 전달한다.

- 이동국은 액세스 채널로 확인 메시지 전송

- 기지국은 트래픽 채널상에서 전송을 개시

- 그동안 MTSO는 보코더/셀렉터 및 백홀을 할당

- 이동국은 트래픽 채널 프레임을 수신

- 이동국은 트래픽 채널상에서 전송을 시작

- QTSO에서 셀렉터는 이동국 단말기가 울리게 한다

- 착신자 응답이 이루어지고 셀렉터에 통보

- 셀렉터는 QTSO 접속 호를 PSTN에 연결

**5. CTIA WB-SS 공청회에서의 몇가지 흥미로운 결과**

문. 가입자 단말기에서 CDMA 방식의 영향 및 이점

답. 1) 송신 전력

CDMA 방식은 낮은 평균 송신 전력 소요 San Diego의 매크로 셀에서 6mW의 평균 전력을 보임

2) 배터리 수명

저송신전력과 슬롯 공백(Slotted idle) 모드에 의해 배터리 수명 연장가능

3) 소모 전력

CDMA 방식의 특수 기능은 모두 소형, 저전력 ASICs에 내장

4) 비용

여타 이중 모드 단말기와 유사

\* 배터리 수명 예측

시스템 모드	통화시간	대기시간
FM	1.4 시간	15시간
CDMA	2.5 시간	40시간

문. 마이크로 셀에서의 CDMA 방식

답. 1) 기본적으로 셀크기 변화에 민감하지 않다.

2) Soft & Softer 핸드 오프(handoffs)는 마이크로 셀에 유연한 적용이 가능토록 한다.

3) 분산 ANT 구조(chain형 연결)는 마이크로 셀에 적합하다.

문. 매크로 셀에서 마이크로 셀로의 핸드오프 (Handoff)

최대 전력을 사용하는 차량 전화는 역방향 링크에서 마이크로 셀의 기지국에 상당히 높은 간섭을 발생시킨다.

이런 상황에서 어떠한 핸드오프가 적합한가?

답. 1) 1 RF 채널 CDMA 방식의 경우

마이크로 셀 영역내의 매크로 셀 영역은 핸드오프없이 제공 불가능.

2) 다중 RF 채널 CDMA 방식의 경우

- 매크로 셀은 통상 영역이 중복되지 않으므로 동일한 RF 채널을 이용할 것이다.

- 매크로 셀내의 이동국은 마이크로 셀 RF 채널을 이용할 수 있다.

- 매크로 셀의 이동국이 마이크로 셀에 접근하면 이들은 다른 RF채널로 넘겨진다.

문. 각 대역에서 이용가능한 CDMA 방식 채널의 수

답. 1) Qualcomm은 1.23MHz 간격을 권고하며 A와 B 대역 모두 9개의 CDMA 주파수

할당가능

- 2) 1.23MHz = 41 AMPS 채널은 CDMA 3 dB대역폭에 일치 (B 대역에서만 38 AMPS 채널 간격)

- 3) 채널 283과 384는 CDMA 방식의 중심 주파수와 가장 근접한 AMPS 제어 채널 중심 주파수간에 900KHz 채널간격을 허용하는 1차(primary) CDMA 채널이다.

## 6. 미국의 광대역 CDMA 방식

### 6.1 B-COMA 특성 및 규격

주파수 대역	1850-1990MHz
칩 속	25Mcps/s
대역폭	48MHz
음성 코딩(부호화)	32kb/S(부호화 되지 않음) ADM
암호화	선택사양
처리이득	750
데이터 전송속도(부호화된)	45Mb/s까지 가변
Voice activity 검출	개방 루프
핸드오프	사용자에 의해 개시
레이크 수신기	BS에서만 교환 시간 다이버시티
공간 다이버시티	BS에서만 동등 이득 공간 다이버시티
현장 시험	Houston, Orlando, NY City
셀(cell) 간격	1200ft 간격
사용자 밀도	12000 사용자/제공 마일까지
시스템 오벌레이	3개 독립 시스템의 동시 운용 가능

### 6.2 B-CDMA 개발계획

