

CDMA 이동통신시스템 운용기술 현황

鄭奎錫

韓國移動通信(株) 中央研究所

I. 머리말

무선을 이용한 이동통신은 개인화(Personalization), 이동성(Mobility) 및 정보화(Information-Oriented) 추세에 맞추어 괄목할 정도로 성장하고 있다. 특히, 이동전화는 세계적으로 상용화가 시작된 지 10년 밖에 지나지 않았지만 '93년 6월 현재 미국이 1,168만명, 유럽이 660만명을 넘어섰으며, 우리나라에서도 통신의 궁극적인 목표인 "언제, 어디서나, 누구와도" 자유롭게 통신할 수 있는 기반구축을 위하여 해마다 배이상의 증설을 거듭하여 왔다.

이렇게 기하급수적으로 증가하는 가입자 수요에 부응하고 양질의 통화품질을 제공하고자 세계 각국은 새로운 디지털접속방식을 개발하기 시작하여 미국을 중심으로한 TDMA 방식과 CDMA 방식, 범유럽의 TDMA를 기초로한 GSM 방식 등이 제안되었다.

CDMA 방식은 '91년 12월에 워싱턴에서 개최된 CTIA 주관의 차세대 셀룰러 시스템시험결과 발표회에서 각 방식에 대한 비교검토결과 그 우수성이 인정되어 '93년 8월단말기와 기지국간 접속규격으로 IS-95가 미국 잠정표준규격으로 채택, 공포되었으며, 그외 음성부호화기 규격 등 5종이 '93년내에 표준화가 완료될 예정으로 있다.

우리나라도 차세대 디지털이동전화방식으로 CDMA 방식을 채택하여 기술기준고시(안)을 제정하였으며, '95년 장비를 개발, 서비스를 제공하기 위하여 국가적 사업으로 추진중에 있다. CDMA시스템은 현재 전세계적으로 개발중에 있으므로 여기서는 우리나라와 미국에서의 시험용장비 운용현황 및 운용관련기술 등을 중심으로 살펴보고자 한다.

II. CDMA 시스템 운용현황

1. 국내 운용시험 현황

1) 개요

국내에서의 CDMA 시스템 운용시험은 ETRI에서 미국 Qualcomm사의 간이형 CDMA 디지털셀룰러 시스템인 RTS(Roving Test System)를 이용하여 2차에 걸쳐 시스템기능 및 성능시험을 실시하였다. RTS는 간이교환기(QTSO), 기지국 및 이동국으로 구성되어 있으며, RTS의 운용을 통하여 CDMA 시스템의 기본기능 및 제한된 범위내에서의 성능을 확인하였다. RTS 운용시험을 위한 구성도는 아래 그림 1과 같다.

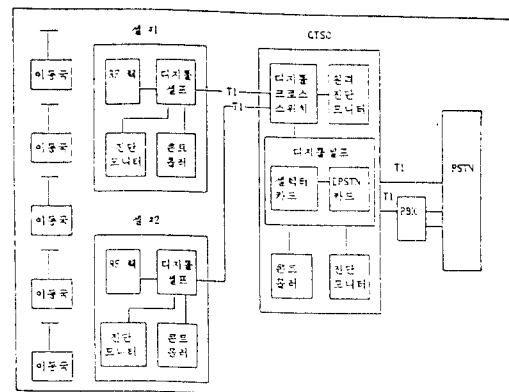


그림 1. RTS 구성도

2) RTS 운용시험

'92.12월부터 '93.4월까지 ETRI연구소 및 남대전 전화국에서 실시된 RTS 1차 운용시험은 2개의 기지

국을 포함하여 PSTN 접속 및 시스템 최적화 그리고 CDMA 기본기능을 시험하였다. RTS 2차 운용시험은 '93.8월부터 '93.11월까지 서울 아현전화국과 노량진전화국에서 실시되어 기존 QTSO와 2개의 기지국과 이동국을 증설(차량: 5대, 휴대용: 20대)하여 세부적인 기능을 시험하였다.

1.2차 성능시험에서 사용된 주파수는 현재 이동통신용으로 할당되어있는 주파수대역중 미사용중인 B Band 대역의 887.67MHz, 842.67MHz를 기지국 송가수신용으로 사용하였다. 세부적인 시험내용은 시스템 설치 및 통화시험, Service Area 및 Hand-off영역시험, 전력제어, 순방향 및 역방향 링크에서의 시스템 성능시험, 통화용량시험, CDMA CAI 메시지 확인시험, Soft Hand-off 시험을 포함하고 있다.

3) 운용시험 결과

운용회사가 일반사용자들을 대상으로 상용시스템을 운용하기 위해서는 과금, 통계 및 부하에 따른 시스템 성능 등 다양한 서비스 기능과 환경이 만족되어야 한다.

RTS 운용시험은 위와 같은 상용화시험에 앞서 단지 CDMA 시스템의 기본기능을 확인하므로써 CDMA 디지털 셀룰라 시스템의 개발 가능성을 보여준다는 점에서 의의가 있으며, 2차에 걸쳐 실시한 RTS 운용시험 결과는 CDMA 기본기능들을 만족시키고 있는 것으로 나타났다. RTS 운용시험의 세부 시험결과는 아래 표 1과 같다.

표 1. RTS 운용시험 결과

시험 항목	시험 결과
1. 시스템 설치 및 통화시험	- 호 통화 시험내용 양호
2. 시스템 경계시험	- 시험루트의 반복 측정결과 양호
3. 전력제어	- 시험루트에 대해 2회 반복 시험 결과 양호
4. 시스템 성능	- 순방향 및 역방향 링크의 평균 FER 및 누적 분포 FER이 양호
5. 시스템 부하가 있을 때 시스템 성능	- 가상의 가입자가 있을 때 순방향 및 역방향 링크의 평균 FER 및 누적 FER 양호
6. CDMA CAI 메시지 확인	- CDMA CAI 메시지는 비교적 양호
7. Soft Hand-off	- Soft Hand-off에 대한 소요시간과 Hand-off영역은 비교적 양호

2. 국외 운용시험 현황

1) 개요

미국의 통신사업자들은 현재 애널로그 이동통신시스템을 보다 효율적인 시스템으로 전환하기 위하여 CDMA 디지털 셀룰라 시스템의 개발과정에 참여하고 개발중인 시스템의 시험을 통하여 CDMA 운용기술을 확보함과 아울러 시스템 기능을 확인하고 있다. 여기서는 '92. 12월 장비제조업체와 셀룰라 운용회사가 참여한 가운데 도심 전파환경을 갖는 워싱턴 D.C에서 Drive Test를 실시한 Bell Atlantic Mobile의 CDMA 시스템 운용시험을 살펴본다.

2) 시험내용

시험지역인 워싱턴 D.C의 전파환경은 비슷한 높이를 가진 건물들이 많고 도로폭은 다양하며 차량속도는 매우 느린 일반적인 도심 전파환경이다. CDMA 운용시험의 기술적인 내용은 셀 서비스범위, Soft Hand-off Performance, Signal Power, Rake 수신기 성능 및 Guard Zone 확인, CDMA와 애널로그 FM사이의 송신전력 비교, 건물내 성능, 시스템 용량확인 등이다. 이러한 시스템 성능 시험 결과는 대체적으로 양호한 것으로 나타났으며 자세한 세부 시험결과는 아래 표 2와 같다.

표 2. Bell Atlantic사의 운용시험 결과

시험 항목	시험 결과
1. CDMA와 FM의 서비스 범위 비교	- CDMA가 FM보다 최소 수신신호세기 가 5dB 이하로 나타나 셀반경을 33% 증가시킴
2. Soft Hand-off	- 순방향 링크 FER이 평균 0.282%, 역방향 링크 FER이 평균 0.340%
3. 신호전력대 FER	- FER이 -100dB~-20dB이하에서 평균 0.4%이하임
4. Rake 수신기 기능	- 서비스 지역에서 다중경로차는 1~2usec
5. 송신전력 비교	- CDMA는 FM보다 14~30 dB 낮음
6. 건물내 성능	- CDMA가 FM보다 더 넓은 건물내 서비스 범위를 가지며, 음질도 일정함
7. 요구 Eb/lo	- CDMA가 FM의 10배 용량 확인

3. CDMA 무선망 운용시의 Frequency Coordination

현재 운용중인 애널로그 FM 이동통신시스템에서 CDMA 디지털시스템으로 전환할 때 고려해야 할 무

선망 요소중 주파수 계획은 다음 사항들을 면밀하게 검토해야 한다.

첫째, 셀 크기, 간섭신호 세기 및 주파수 재사용계수에 의해 결정되는 무선망 구조둘째, 필터를 통과하는 간섭량을 결정하는 결정하는 수신단의 필터 특성 셋째, 시스템 환경, 안테나 높이 및 Fading 특성에 의해 결정되는 경로손실등을 분석하여 In-Band 간섭과 Out-of-Band 간섭을 최소화해야 한다.

◆ In-Band Interference : CDMA와 Non-CDMA 시스템이 동일 주파수대역을 사용할때 발생하는 간섭으로 이를 줄이기 위해서는 시스템간 적정거리(Guard Zone) 유지가 필요하다.

◆ Out-of-Band Interference : 동일지역 또는 인접지역의 Non-CDMA시스템이 CDMA시스템에 미치는 간섭으로 최소의 주파수간격(Guard Band)을 설정(보통 900KHz)하여 간섭에 따른 영향을 줄일 수 있다.

애널로그 FM 시스템과 CDMA 시스템을 같이 사용할 때 주파수 배치에 대한 예를 아래 그림 2에서 처럼

◆애널로그 FM 채널은 가장 가까운 CDMA 채널 중심주파수로 부터 일반적으로 900Khz 이격되어야 Out-of-Band 간섭을 배제할 수 있다.

◆Guard Band는 CDMA 채널사이에서는 불필요하다.

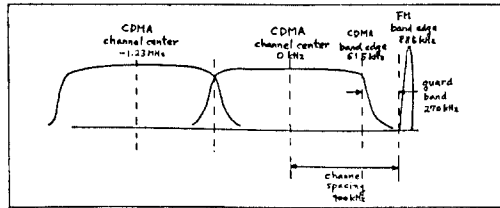


그림 2. FM과 CDMA 주파수배치 예

Ⅲ. CDMA 디지털이동통신시스템

1. 시스템 구성 및 기능

1) 시스템 구성

우리나라에서 현재 개발중인 CDMA 디지털이동통신시스템은 크게 교환국, 기지국, 이동국으로 구성되어 있으며 전체적인 구성도를 살펴보면 그림 3과 같이 MS(이동국), BTS(기지국), BSC(기지국제어장치), MSC(이동통신교환기), HLR(홈위치등록국), VLR(방문자 위치 등록국), OMC(운용보전국)로 구성되어 있다.

2) 구성장치별 기능

◆ MS(Mobile Station)는 이동국으로서 이동전화 가입자가 이동통신 서비스를 제공받기 위한

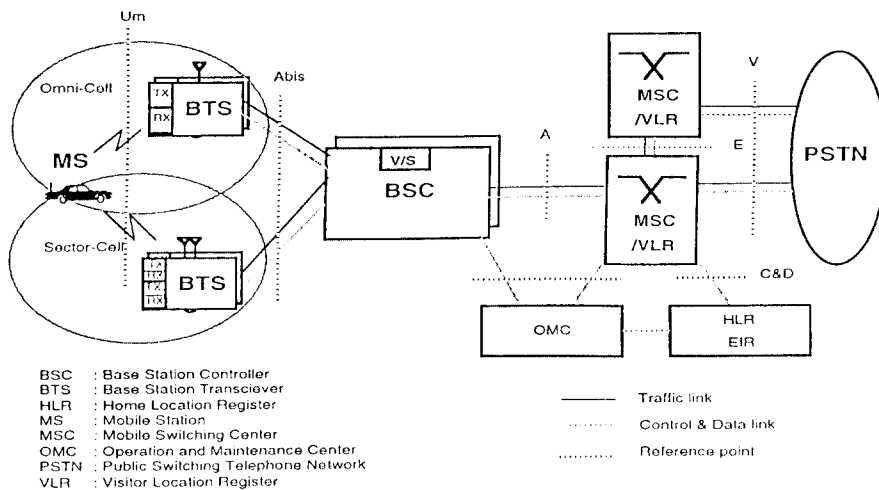


그림 3. 이동통신망 구성도

단말기능을 보유하고 있으며, 애널로그방식 이동국과 다른 특징으로는송신전력의 제어가 빠르고 정확하게 수행되기 위한 전력제어기능과 다경로 페이딩환경에서 양질의 링크 품질을 보장하기 위한 Rake 수신기를 가지고 있다.

- ◆ BTS(Base Tranceiver System)는 기지국 무선장치로서 RF접속을 통하여 이동국과의 무선 접속 및 이동국과 기지국 제어장치간의 유가무선 접속기능을 수행한다.
- ◆ BSC(Base Station Controller)는 기지국 제어장치로서 기지국과 이동통신교환기사이에 위치하여 기지국 관리 및 제어를 담당한다. 시스템의 고유기능은 BSC에서종단처리된다.
- ◆ MSC(Mobile Switching Center)는 이동전화 가입자에게 이동통신서비스를 제공하기 위한 이동통신 교환기로서 가입자간 회선교환, 입가출중계 호처리, 핸드오프, 페이징 및 로밍 기능등을 가지며, VLR 데이터베이스를 관장한다.
- ◆ HLR(Home Location Register)는 이동국의 현재 위치정보를 비롯하여 이동가입자의 상태, 통계 및 각종 서비스 관련정보를 관리하는 데이터베이스 센터이다.
- ◆ OMC(Operations가Maintenance Center)는 이동통신망에 대한 망운용의 효율화,보전 서비스향상, 고품질 통신서비스를 제공하기 위한 운용 및 유지보수를 담당한다.

2. 호처리

1) 채널 구조

(1) Forward Link

Forward Link는 기지국에서 이동국으로 송출하는 순방향 채널들로서 서로 직교하는 Walsh 함수들에 의해 확산되는 64개의 채널이 있다. 순방향 채널에는 기능별로 구분하여 Pilot 채널, Sync 채널, Paging 채널, Traffic 채널이 있다.

- ◆ Pilot 채널은 비변조된 확산대역 신호이며, 주파수대역 1.25 MHz당 1개의 채널이 할당되어 있다. Pilot 채널은 기지국 관할영역에서 동작하는 이동국이 초기동기를 얻는데 사용되며 PN 코드가 32768 비트인 짧은 주기를 갖는다.
- ◆ Sync 채널은 1.25 MHz 주파수 대역당 1개의 채널이 할당되어 있고 이동국이 채널 시작 시간 동기를 얻는데 사용된다. 데이터 전송율은 1.

200 bps이고, 해당 기지국의 Pilot 채널과 동일한 Pilot PN 시퀀스의 Offset을 사용한다.

- ◆ Paging 채널은 1.25 MHz 주파수 대역당 7개 까지 수용가능하며 2,400, 4,800,9,600bps 까지의 유연한 전송속도를 갖는다. 이 채널은 이동국이 기지국과 함께동작하기 위해 필요한 시스템 Overhead 메시지를 전송하는데 사용된다.
- ◆ Traffic 채널은 호가 설정된 동안 각종 신호정보를 특정 이동국에 전송하는데사용되며 최대 채널수는 총 64개 채널에서 Pilot 채널, Sync 채널 및 운용중인Paging 채널 수를 뺀 수이며, 데이터전송율은 1,200, 2,400, 4,800, 9,600 bps로가변적이다.

(2)Reverse Link

Reverse Link에는 이동국에서 기지국으로 송출하는 역방향채널들로 호가 설정된동안 각종 신호정보를 전송하는 역방향 Traffic 채널과 이동국이 기지국과 접속을시도하거나 수신한 Paging 채널 메시지에 응답하기 위한 Access 채널이 있다.

Access 채널은 변조된 확산 스펙트럼 신호로 전송되어 호 발신, 페이징 응답 등에사용된다.

2) 호처리 과정

호처리 과정을 이동국 호처리 과정과 기지국 호처리 과정으로 구분하여 살펴보면

(1) 이동국의 호처리 과정(4단계)

- ◆ 이동국 초기화 상태 : 이동국이 듀얼모드인 경우 이동국이 CDMA 시스템과 아날로그시스템 중 어떤 하나의 방식을 선택하는 과정이며, CDMA를 선택한 경우 기지국의 CDMA 채널을 탐색하고 동기를 맞추게 된다.
 - ◆ 이동국 유희 상태 : 이동국이 Paging 채널을 감시하여 기지국에서 보내는 메시지 및 이동국 착신호를 수신하며, 발호, 등록 및 메시지를 전송할 수 있다.
 - ◆ 시스템 접속 상태 : Access 채널을 통하여 기지국에 메시지를 전송하고 기지국의 Paging 채널로 부터 수신된 메시지를 처리한다.
 - ◆ Traffic 채널상의 이동국 제어 상태 : 기지국과 Forward/Reverse Traffic 채널을 통해 서로 통신할 수 있다.
- ##### (2)기지국의 호처리 과정(4단계)
- ◆ Pilot/Sync 채널 처리 : 이동국이 초기화 상태

표 3. 이동국 발신시 호처리 과정

이 동 국	채 널	기 지 국
- 사용자 호개시 요구 감시 - 발신메시지 송출	Access 채널 →	- Traffic 채널 설정 - Null Traffic 데이터 송출 시작
- Traffic 채널 설정 - 연속된 유포프레임 수신	Traffic 채널 ←	- 채널 할당 메시지 송출
- Traffic 채널 Preamble 송출 시작	역방향 Traffic채널 ▶	- 역방향 Traffic 채널 획득
- Null Traffic 채널 데이터 송출 시작	순방향 Traffic채널 ◀	- 기지국 인식명령 송출
- 서비스 옵션 1에 따라 제 1 Traffic 처리 시작	순방향 Traffic채널 ◀	- 서비스옵션 응답명령 송출
(선택사항) - 발신 Continuation 메시지 송출	역방향 Traffic채널 ▶	(선택사항)
(선택사항) - 음성경로를 따라 벨 울림	순방향 Traffic채널 ◀	(선택사항) - Alert Information 메시지 송출(벨 울림)
(선택사항) - 음성경로로 부터 벨 울림 제거 (사용자 통화)	순방향 Traffic채널 ◀	(선택사항) - Alert Information 메시지 송출(벨 울림) (사용자 통화)

표 4. 이동국 착신시 호처리 과정

이 동 국	채 널	기 지 국
	Traffic 채널 ←	- 호출메시지 또는 Slotted 호출메시지 송출
- 호출 응답메시지 송출	Access 채널 ▶	- Traffic 채널 설정 - Null Traffic 채널 데이터 송출 시작
- Traffic 채널 설정 - 연속된 유포프레임 수신	Traffic 채널 ←	- 채널 할당 메시지 송출
- Traffic 채널 Preamble 송출 시작	역방향 Traffic채널 ▶	- 역방향 Traffic 채널 획득
- Null Traffic 채널 데이터 송출 시작	순방향 Traffic채널 ◀	- 기지국 인식명령 송출
- 서비스옵션 1에 따라 제 1 프레임 처리 시작	순방향 Traffic채널 ◀	- 서비스옵션 응답명령 송출
- 벨 울림 시작 - 모에 대한 사용자 응답 - 벨 울림 종료	순방향 Traffic채널 ◀	- Alert Information 메시지 송출(벨 울림)
- Connect Order 송출 - 서비스옵션 1로부터의 제 1 프레임 피킷송신 시작 (사용자 통화)	역방향 Traffic채널 ▶	(사용자 통화)

일 때 CDMA 채널을 탐색하고 동기를 맞추 수 있도록 Pilot과 Sync 채널을 전송한다.

◆ Paging 채널 처리 : 이동국이 유휴상태 및 시스템 접속 상태일 때 메시지를 수신할 수 있도록 Paging 채널을 전송한다.

◆ Access 채널 처리 : 이동국이 시스템 접속상태에서 보내는 메시지를 수신하기위하여 Access 채널을 감시한다.

◆ Traffic 채널 처리 : 이동국이 Traffic채널 제어상태에 있는 동안 이동국과 통신할 수 있도록 Forward/Reverse Traffic 채널을 사용한다.

3) 호처리 예시

호처리 진행과정은 이동국발신호와 이동국착신호로 구분하여 표 3과 표 4에 간략하게 표기하였으며, 모든 메시지가 오류없이 수신된다고 가정한다.

Ⅳ. 맺는말

통신이 지향하는 목표는 “언제, 어디서나, 누구와도” 즉시 통신을 할 수가 있어야한다. 통신의 발전역사는 이러한 의미에서 통신의 이상을 실현하기 위한 과정이었으며, 이동통신은 이러한 이상을 구현하기 위한 가장 확실한 통신방식이라고 볼 수 있다. 하지만 현재 운용중인 애널로그 셀룰라이동전화 서비스는 이동전화 수요의 폭발적인 증가로 인하여 공간상의 주파수가 한계점에 다달았으며, 통화 품질 측면에서도 많은 어려움을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 세계 각국에서는 대용량, 고품질, 비화기능 강화 등의 특성을 갖는 CDMA 디지털 이동통신방식으로의 전환은 필연적이라 하겠다.


장래의 통신 환경은 디지털 이동통신 기술을 근간으로 하여 통신의 이상을 실현시킬 수 있는 개인 휴대통신서비스로 발전해 가고 있으며, 이를 구현하기 위해서는 단말의 이동성, 개인의 이동성, 서비스의 이동성이 기본적으로 보장되어야 한다. CDMA디지털 이동통신시스템은 개인 휴대통신 서비스를 제공하기 위한 가장 근접한 기반기술을 보유하고 있다고 판단되기 때문에 통신분야의 경쟁 및 개방에 대처하고 다가오는 2000년대 고도 정보화사회를 구축하기 위해서는 CDMA 장비개발 및 시스템 운용기술 확보에 더욱 노력해야 할 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

[1] Telecommunications Industry Association, "EIA/TIA IS-95", July 1993.

[2] Qualcomm Inc., "Introduction to CDMA and the CAI", May 1992.

[3] 한국전자통신연구소, "차세대이동통신(CDMA) 시스템", Sep. 1991.

[4] Pactel Corporation, "Digital Cellular Technology Forum" Feb. 1993. 

筆 者 紹 介



鄭 奎 錫

1948年 1月 6日生
 1970年 2月 서울공대 졸업(공학석사)
 1978年 7月 California 대학 버클리 졸업(공학박사)

1993年 6月 ~ 현재 KMT 중앙연구소 소장
 1985年 10月 ~ 1993年 6月 AT&T Bell Lab. 교환기 연구개발 Project Manager
 1978年 7月 ~ 1985年 10月 Argonne 국립연구소 연구원

주관심 분야 : 교환기 Hardware 및 Software 개발, 종합망 관리, 무선 Data