

향후 CDMA 이동통신 시스템의 발전 전망

李成宰, 李柱埴

韓國移動通信(株) 移動通信技術開發事業管理團

I. 서론

셀룰라 이동전화는 1988년부터 본격적인 서비스가 이루어졌는데, 현재 운용중인 아날로그 시스템은 가입자의 지속적인 증가속에서 '93.9월 현재 41만 가입자를 수용하고 있는 실정이다. 또한 세계적으로 이동전화 가입자수는 매년 40% 정도로 증가 추세에 있으며, '93년 중반에 2,500만명이 사용하였으며, 2000년에는 1억명이 사용할 것으로 전문가들은 예측하고 있다. 이러한 추세속에서 아날로그 시스템은 주파수 계획, 색터화 및 마이크로셀 기술등 다양한 기술을 이용하여 가입자 수용을 최대화시키고 있다. 그러나 한정된 주파수와 아날로그 시스템의 가입자 수용 한계에 따라 디지털 이동통신 시스템의 필요성이 대두되어 전세계적으로 연구, 개발 추진중에 있다.

디지털 이동통신 시스템에 적용하는 기술들로는 아날로그 시스템 용량의 3배 정도인 TDMA 방식과 10배이상인 CDMA 방식이 경쟁적으로 개발되고 있다. CDMA 방식을 채택하는 세계 주요 운용사업자, 단말기 및 네트워크 장비 생산업체들의 현황은 그림(1)에 나타내었다. 이와같이 세계적으로 CDMA 방식을 채택하는 회사들은 날로 증가하고 있는 추세이다. 한국에서는 '93년에 디지털 이동전화 시스템에 CDMA 방식을 채택할 것으로 발표하였다.

CDMA 방식을 이용한 디지털 이동전화 기술의 상용화가 앞으로 1 ~ 2년후에 이루어질 것이라는 전망하에 본 논문은 향후 CDMA 이동통신 시스템의 발전 전망을 단말기 부분, 시스템 부분 및 전체적인 망의 발전 방향을 제시하였다.

II. CDMA 단말기 발전 전망

CDMA 단말기의 현재 개발 상태는 '92년에 차량용 듀얼 모드가 시험용으로 개발되었고 '93년 초에 휴대용 단말기가 프로토타입 형태로 개발되었다. 이 개발은 CDMA 방식이 TDMA 방식보다 가입자 수용 용량이 크고 많은 장점이 있다는 것을 보여 주고 상용화가 가능하다는 방식임을 입증하기 위한 것이었다. 좋은 기술이라는 것은 가입자가 저렴하고 편리하게 사용할 수 있어 많은 사람들에게 호응을 받을 때에 인정받는다. 즉, 가격에 따라 그 기술의 가치는 평가받는다. 디지털 장비에서 가격을 결정하는 것은 단말기에 얼마나 칩의 수를 적게 사용하느냐에 따라 결정된다. 미국에서 초기 디지털 단말기 가격은 600 ~ 1000달러 범위에서 결정

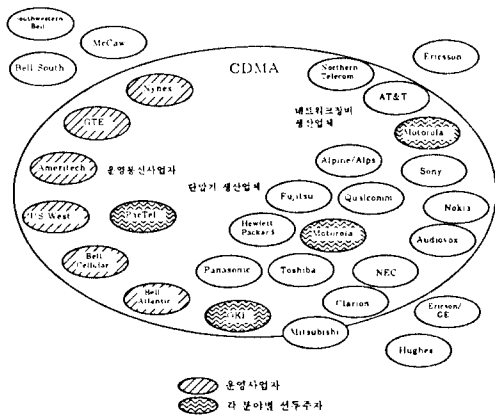


그림 1. 디지털 이동전화 시스템 개발 및 운영 업체 동향

될 것이며, 이 시점에 아날로그 단말기는 200 ~ 300 달러가 될 것으로 전문가들은 예상하고 있다.

퀄컴사는 그림 (2)와 같이 이중모드 휴대용 단말기의 발전 추세를 3세대로 구분하고 있다. 제 1 세대는 CDMA 신호 처리부, 변복조 부분들을 ASIC화하고 보코더 및 RF 부분들은 기존의 discrete 부품들을 사용하는 것이고, 제 2 세대는 아날로그 부분들을 ASIC 화하여 크기를 줄이는 연구 개발과 CDMA 신호 처리와 보코더를 하나의 ASIC에 포함시키고, 제 3 세대 단말기는 전체적으로 CPU를 포함한 CDMA 신호 처리가 하나로 통합시키는 개발을 통하여 4개 부분으로 단순화함으로써 단말기의 경량화와 축소화에 중점을 두어 추진할 전망이다. 이에 따라 퀄컴사는 이미 제 1 세대인 CDMA 처리를 위한 요소들(CPU, CDMA signal processor, vocoder)은 3개의 칩으로 구현하였고, 제 2 세대이중모드 휴대용 단말기를 위한 칩들이 실현 상태에 있다. 제 3 세대 이중모드 단말기가 상품화되는 시점에 단말기 가격은 100 ~ 200 달러로 가격이 하락될 것으로 퀄컴측은 예측하고 있다.

	First Generation Dual Mode Portable	Second Generation Dual Mode Portable	Third Generation Dual Mode Portable
CPU	ASIC Microcontroller	ASIC Microcontroller	
Baseband Processor	Discrete	MSM 2.0	MSM 3.0
Vocoder	MSM 2.0		
CDMA Signal Processing and Modem	Discrete		
Baseband Processor (IS-95)	Baseband Analog Vocoder	Baseband Analog Vocoder	Baseband Analog Vocoder
Baseband Processor (IS-95)			
TX RF Modulator / RX RF Demodulator		AGC ASIC	
AGC (TX/RX)	Discrete		
RX Transceivers etc.	Discrete	TX ASIC / RX ASIC	
TX Transceivers etc.	Discrete		RF Front-End MMIC
Antenna	Discrete		
Power Amplifier	Standard AMPS Modem	Custom MMIC	Custom MMIC

그림 2. 이중모드 휴대용 단말기의 발전 추세

단말기의 기술은 가격의 저렴화뿐만 아니라 배터리의 사용 수명으로 제한을 받는데, 이는 stand-by 상태와 통화 상태에서의 전력 소모에 의해 결정된다. 그림 (3)은 Bell Atlantic 시험에서 측정된 기준

AMPS 단말기와 CDMA 단말기의 전력 소모를 보여 주고 있다. 이 시험은 동일 기지국과 동일 차량에서 측정되었다. FM AMPS 단말기는 전력 증감폭이 약 5dB 정도이고, 반면에 CDMA 단말기는 차량이 진행하면서 전력제어가 미세하게 이루지고, AMPS보다 14 ~ 30dB 전송 전력이 낮음을 보여 주고 있다.

시험 결과에 따라 현재 구현된 제 1 세대 단말기는 약 2 ~ 3배 정도 배터리의 수명 연장을 가져 왔다. 향후 제 3 세대 단말기가 실현될 경우 stand-by 시간은 상당히 길어질 것으로 예상된다.

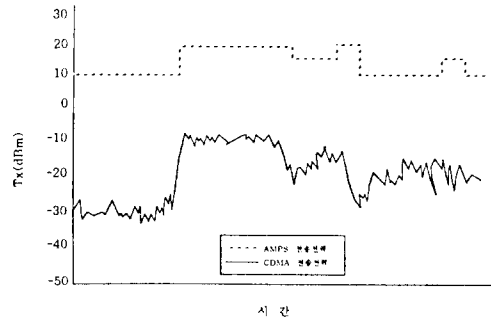


그림 3. AMPS와 CDMA 단말기의 전송 전력 비교

따라서 CDMA 단말기의 국산화를 위한 기술은 IS-95로 잠정 규격된 CDMA 알고리즘의 분석과 더불어 전력 소모를 줄일 수 있는 알고리즘 개발이 필요하다. 또한 단말기 가격의 하락을 주도할 수 있는 ASIC 기술의 축적이 세계 CDMA 이동전화 시장을 확보할 수 있는 길을 열어 줄 것이다.

III. CDMA 이동통신 시스템 발전 방향

CDMA 이동통신 시스템의 발전 단계는 크게 3 단계로 구분할 수 있다. 제 1 단계는 초기 상용화 시스템으로 CDMA 기술을 디지털 이동전화에 적용하여 서비스하는 단계이며, 제 2 단계는 CDMA 특징인 소프트 핸드오프 및 전력 제어 기술을 최대한 적용한 시스템으로 디지털 이동통신 네트워크간 연동을 위한 gateway를 설치 운영하는 단계이다. 마지막으로 제 3 단계는 마이크로셀 운용 및 지능망으로 구성하여 개인휴대통신으로 발전하는 단계이다.

1. 제 1 단계 시스템

초기 CDMA 이동통신 시스템은 전체적으로 그림 (4)와 같이 단말기, 기지국, 제어국, 홈위치등록기 및 교환기로 구성된다. 각 부분별 주요 기능으로 기지국은 단말기로부터 CDMA 신호를 수신하여 기저 대역으로 신호 변환 후 파일럿, 페이징, 액세스, 동기 및 트래픽 채널을 이용하여 CAI(Common Air Interface) 규격을 지원하는 기능을 갖는다. 기지국이 섹터화되어 있는 경우 섹터간 소프트 핸드오프를 수행하며, 단말기의 송신 전력을 측정하여 단말기를 제어한다. 기지국은 제어국과 패킷 통신을 수행하는데 T1 혹은 E1으로 연결된다.

제어국은 기지국들과 교환기를 서로 연결시켜 주는 주된 기능외에 패킷으로 수신된 정보를 64Kbps PCM 신호로 변환하는 역할을 수행한다. 또한 한 제어국에 연결되어 있는 기지국들간의 소프트 핸드오프, 순방향 및 역방향 전력제어를 담당한다.

CDMA 이동통신 시스템의 초기 상용화시에는 주요 대도시에서 적은 가입자를 수용하므로 셀의 반경이 2 ~ 5Km를 유지하게 될 것으로 예측된다. 따라서 제어국들간의 소프트 핸드오프 기능의 제공이 없는 네트워크로 구성된다.

교환기는 호처리 및 운용관리 기능을 제공하고 VLR(Visitor Location Register)를 갖고 가입자를 운용 관리한다. 또한 HLR(Home Location Register)과는 CCITT No.7 Common Channel Signalling으로 연결되어 가입자의 정보의 등록, 삭제등 가입자 관리 정보를 상호간 송수신한다.

따라서 제 1 단계 CDMA 이동통신 시스템의 주요 목표는 CDMA 방식을 이용한 디지털 이동전화로 가입자에게 제공하기 위한 것으로 전력제어, 소프트 핸드오프 및 기지국의 운용을 효율적으로 처리할 수 있는 시스템으로 개발된다.

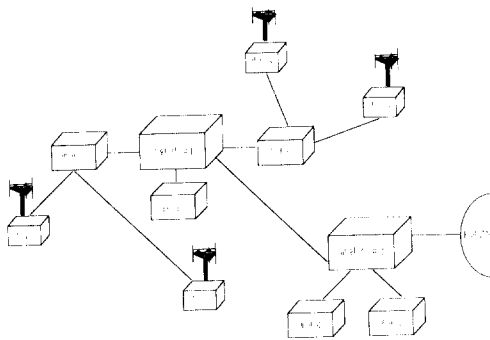


그림 4. 제 1 단계 시스템 구성도

2. 제 2 단계 시스템

제 1 단계에서는 음성 정보만을 제공하는 시스템이었고, 제 2 단계 CDMA 이동통신 시스템은 음성 정보외에 데이터 서비스를 부가하고 가입자 증가에 따라 셀들의 크기가 작게 운용될 것이다.

제 2 단계 시스템에서의 주요 데이터 서비스로서는 비동기 다이얼업 모뎀, G FAX 및 패킷 교환 네트워크와의 데이터 액세스이다. 현재 개발중인 시스템은 가변 데이터 속도를 갖고 처리를 하므로 패킷 데이터 서비스에는 큰 문제가 없으리라 예상된다. 제 1 단계에서 음성만을 서비스하는 경우에는 FER(Frame Error Rate)가 2%미만(평균 1%)에서도 통화품질이 떨어지지 않는다. 그러나 데이터 서비스시에는 BER(Bit Error Rate)를 더 낮게 운용하여야 하므로 기지국의 가입자 수용 용량에 영향을 미칠 것이다. 따라서 데이터 서비스를 위해서는 Eb/No의 조정, 성능이 향상된 전력 제어 알고리즘 개발 및 CDMA radio modem 개발등이 필요하다. 현재 데이터 서비스를 위한 개발 진행 현황은 그림 (5)와 같이 구성되어 mobile-to-mobile 데이터 통신을 실현하였는데, 그 결과는 음성 통신의 결과와 유사하였다.

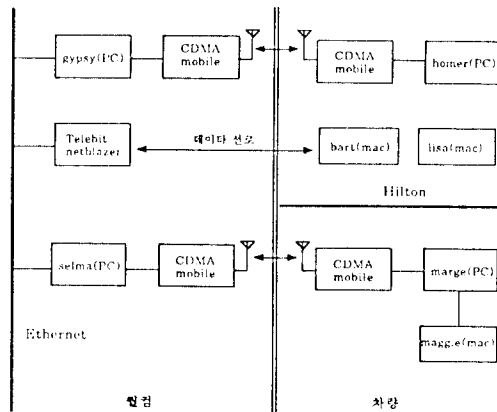


그림 5. CDMA 데이터 통신 시험 구성도

가입자의 증가와 함께 변화되는 것은 셀 크기의 축소인데 이 경우 제 1 단계에서와 같이 제어국 단위로 소프트 핸드오프가 처리되는 경우 가입자는 아날로그 시스템과 동일하게 하드 핸드오프를 많이 느낄 것이다.

셀 반경이 1 ~ 3Km로 운용되는 경우에 하드 핸드오프 비율은 상당히 크게 될 것이고 이에 따라 시스템은 CDMA 시스템 특성을 충분히 나타내기가 어렵다. 그러므로 제 2 단계에서는 제어국들간의 연결을 구성하여 소프트 핸드오프 비율을 높이고록 구현될 것이다.

또한 교환기들간에는 gateway를 구성하여 CDMA 이동통신망의 효율적인 운용뿐만 아니라 타망과의 연동을 집중시키는 형태를 갖는다. 그림 (6)은 제 2 단계의 CDMA 이동통신 시스템 구성도를 나타내었다.

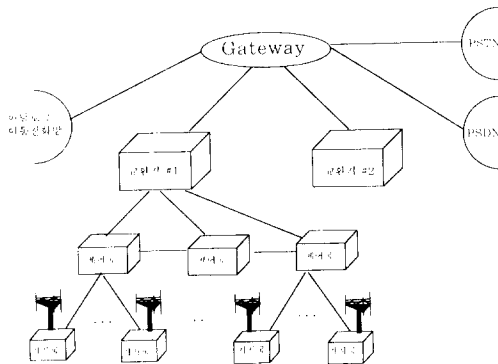


그림 6. 제 2 단계 시스템 구성도

3. 제 3 단계 시스템

제 3 단계는 CDMA 이동통신 시스템이 개인 휴대통신으로 발전하는 단계이다. 이 단계에서 소요되는 기술은 마이크로셀 운용과 지능망의 적용으로서 저렴하고 저전력 소모의 휴대용 단말기가 필요 조건이다. 마이크로셀 운용은 현재 아날로그 시스템에 적용시킬 예정이며 이를 이용하면 디지털 이동전화 시스템에서도 가능할 것이다.

개인휴대통신은 개인 전화 번호를 통해 네트워크에서 한 가입자의 위치 및 정보를 관리하는 것으로 지능망 개념 도입이 필요하다. 그러므로 지능망 서비스는 개인휴대통신 가입자의 call origination access, call termination access, call transfer access 및 personal mobility를 제공해야 한다.

다음은 개인휴대통신 특성을 지능망에서 제공해야 할 내용이다.

- (1) 접속, 인증 및 확인 : 개인휴대통신 서비스에 접속하기 위한 절차
- (2) 절차 확인 : 개인휴대통신 가입자가 성공적으로 서비스를 받기 위한 절차로서 위치 등록,

호 설정등이다.

- (3) 네트워크 액세스 등록 : 가입자의 위치를 등록하는 것으로 네트워크가 알고 있는 물리적인 주소
- (4) 호 처리와 과금 : 호 처리 기능을 관리
- (5) 개인 서비스 화일의 갱신

따라서 제 3 단계 CDMA 이동통신 시스템은 제 2 단계 시스템에 지능망을 추가하여 상위 레벨의 가입자 관리에 대한 기능을 강화시키는 구조로서 그림 (7)과 같다.

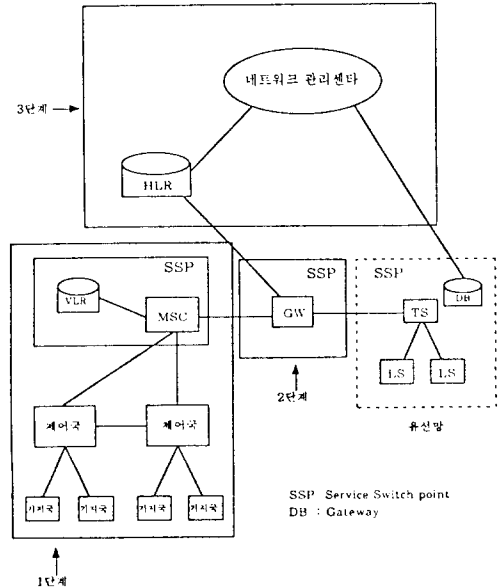


그림 7. 제 3 단계 시스템 구성도

그러므로 제 3 단계에서는 무선에서 기지국에서 많은 가입자를 수용하는 기술과 더불어 가입자 정보 및 관리를 위한 지능망 추가로 궁극적인 개인휴대통신으로의 발전을 예측할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 현재 개발중인 CDMA 이동통신 시스템의 발전에 대하여 단계별로 정의하여 개략적으로 설명하였다. 단말기의 발전 추세는 ASIC 기술 및 알고리즘의 성능 개선에 따라 급속도로 발전하리라 예상된다. 또한 시스템은 제 1 단계에서 음성 정보를 CDMA 기술을 이용하여 가입자에게 서비스하는 것이며, 제 2 단계는 음성 이외에 데이터 서비스가 가

능한 시점으로 공중 데이타망과의 연동을 구현하고, 디지털 이동전화 시스템 망을 gateway를 통해 집중화하는 단계이다. 마지막 단계는 2 단계 시스템 구조에 지능망을 부가하여 개인휴대통신망으로서의 발전하고 저렴한 단말기의 제공이 가능하리라 예상된다.

향후 단계별 시스템 발전에 따른 소요 기술과 구체적인 망 진화 추세에 대한 연구 개발이 필요하다.

參 考 文 獻

[1] "Code Division Multiple Access", Digital Cellular Technology Forum, 1993.2.23. San Diego, Callifonia

[2] A. Salmasi and K.S. Gilhousen, " On the System Design Aspects of Code Division Multiple Access(CDMA) Applied to Digital Cellular and Personal Communication Networks," in Proc. 41th IEEE Veh. Technol. Conf. 1991.5.
 [3] Stewart Fist, " Will GSM and D-AMPS Give Way to the CDMA Push?," Australian Communications, 1993.7.
 [4] K.M.S. Murthy, " Intelligent Personal Communication System," IEEE VTC 43rd, 1993.5. ④

筆 者 紹 介



李 成 宰
 1955年 2月 3日生
 1984年 2月 영남대학교 전자공학과 졸업

1973年 11月 ~ 1991年 10月 한국통신 근무
 1991年 11月 ~ 현재 한국이동통신근무

주관심 분야 : TDX전전자 교환기 개발 사업 참여, TDX-ps(페이징시스템) 개발 사용화 이동통신 사업관리단 CDMA 개발 분야 참여



李 柱 植
 1962年 5月 12日生
 1984年 2月 성균관대학교 전자공학과 학사
 1989年 2月 성균관대학교 전자공학과 석사
 1992年 2月 성균관대학교 전자공학과 박사

1992年 2月 ~ 1992年 8月 한국이동통신(주) 기술개발실 선임연구원
 1992年 8月 ~ 1993年 8月 한국통신 이동전화개발국 개발 협력실장(파견)
 1993年 9月 ~ 현재 한국이동통신(주) 이동통신 기술개발 사업관리단

주관심 분야 : 디지털 이동통신, 무선 데이타