

《主 題》

디지털 이동전화 시스템에 대하여

서 정 욱

(전파통신기술개발추진협의회 의장)

■ 차 례 ■

I. 서 언

II. 무선 주파수 자원

III. 외국의 동향

IV. 보코딩 기술

V. 결론: 국내 CDMA 시스템 개발에 관련한 과제

I. 서 언

이동전화 서비스의 고도화 및 수요의 폭발에 따라 기존의 방식에 한계가 들어났다. 기존의 이동전화에서는 이동체의 전화기와 무선기지국간의 무선회선에서 음성이 아날로그 방식으로 전송된다. 최근에는 음성을 디지털 방식으로 전송하는 이동전화 시스템이 각국에서 상용화되고 있다. 본고에서는 이동전화 서비스에 이용되는 무선주파수 대역에 대하여 논하고, 이동전화의 디지털화 추세를 전망하는 동시에 국내에서 진행되고 있는 CDMA 방식 이동전화 시스템 개발에 관련된 몇가지 과제를 제시하고자 한다.

II. 무선 주파수 자원

이동전화 시스템은 한정된 주파수 자원의 활용을 극대화하고, 가입자 수용 능력과 서비스의 다양성을 증대하는 데 주력하여 발달되어 왔다. 최초의 이동전화 시스템은 1921년 미국 디트로이트 경찰국의 순찰차에 설치했던 MRS(Mobile Radio Service)이었으며 낮은 무선주파수 대역에서 진폭변조(AM) 방식을 이용한 것이었다. 당시의 단말기는 부피가 크고 자동차 전지를 과다하게 소모하여 효율이 나빴다. 통화도 단방향 통신이기 때문에 불편하였고, 교환원이 있어야 했다. 1933년에 FCC(Federal Communication Commis-

sion)는 30-40MHz 대역에서 4개 채널을 이동전화에 이용하도록 할당하였다.

1946년에 일반 개인이 자동차에서 전화를 걸 수 있는 DPLMRS(Domestic Public and Mobile Radio Service)가 미국 미주리주 세인트루이스에서 제공되었다. 이것은 150MHz 대역에서 주파수변조(FM) 방식에 의한 이동전화 시스템인데 도시마다 3개의 채널만 이용할 수 있었다.

1964년에 최초의 자동화된 MTS(Mobile Telephone Service)를 150MHz대역에서 시범하였으며, 1969년에는 IMTS(Improved Mobile Telephone Service)가 등장하였다. 이것은 450MHz 대역에서 500W의 전파를 기지국으로부터 방사하여 반경 30Km의 광역 서비스를 제공하였고, 150MHz대역의 IMTS MJ 시스템과 450MHz 대역의 IMTS MK 시스템이 공존함으로써 총 33개로 채널 수가 증대하였다.

1960년대 후반에 기존의 이동전화 서비스가 통화 채널 수의 부족으로 적체가 생기고, 통화 완료율이 불량하다는 등의 불만을 해소하기 위하여 FCC는 1970년에 800MHz 대역에서 75MHz 대역폭을 할당하였다. 당시는 20-400MHz 대역에는 방송 및 통신 서비스들이 밀집되어 있었다. 이를테면 FM 방송은 100MHz대역, TV 방송은 41-960MHz, 空對地 무선통신은 118-136MHz, 군용 항공 무선은 225-400MHz, 해상 이동전화는 160MHz대역을 사용했다. 인공위성이 없던 시

대에 10GHz이상은 전송 손실 및 다중 경로 현상 등으로 인하여 이동전화 서비스에는 사용할 수 없었다.

1971년 12월에 Bell System은 셀룰라 이동전화 시스템을 시범하였고, 1974년에 FCC는 하나의 이동전화 운용사업자에게 40MHz 대역폭을 할당하였으나, 셀룰라 이동전화 서비스 시장의 불투명 때문에 20MHz로 조정하였다.

1978년부터 AT&T사와 모토로라사의 이동전화 기술 및 서비스 개발 경쟁이 본격화 되었다. FCC를 중심으로 한 표준규격화 경쟁도 치열해졌다. 당시에 AT&T사가 약 2000명을 대상으로 시카고에서 800MHz 대역에서 AMPS(Advanced Mobile Phone Service) 방식에 의한 셀룰라 이동전화 시범서비스를 시작하였다. 약 1년 6개월 후에는 AT&T사가 AMPS라는 자회사를 만들어 전국적인 규모의 셀룰라 이동전화 시장을 개척하여 1984년 4월에는 상용 셀룰라 이동전화 서비스가 미국 워싱턴에서 시작되었다. 이에 앞서 일본은 1979년에 15개 서비스 지역에서 800MHz 대역의 셀룰라 서비스를 시작하였다.

셀룰라 이동전화 방식은 주파수 재사용 기법을 사용하여 음성채널간의 혼신을 적게 하였다. 이 방식은 이동전화 서비스의 보급에 장애요소인 무선채널의

부족문제를 해소하여 공중통신 서비스로서의 이동전화를 크게 발전시켰다. 다시 말해서 이동전화 시스템에 주파수 재사용 기법을 적용하여 가입자를 많이 수용하게 되었고, 특정지역의 통화량이 폭주하는 경우에는 셀 분할방식, 듀얼 셀 및 마이크로 셀 방식 등에 의하여 적체현상을 해결하게 되었다.

국내에도 미국의 셀룰라 이동전화 시스템이 1988년부터 도입되었으며, 지속적인 수요증대에 의하여 1993년 12월에는 45만 가입자를 수용하고 있다. 세계적으로는 이동전화 수요가 매년 40% 정도 증가하고 있으며, 1993년 중반에는 2,500만명을 수용하고 있다. 2000년에는 1억명이 사용할 것으로 전문가들은 예측하고 있다. 그림 (1)은 1993년 1월 현재 각국의 이동전화 보급율을 나타내고 있으며, 국내의 보급율은 현재 약 1% 정도이나 앞으로 고속성장이 예상된다.

국내의 아날로그 이동전화 시스템에는 표 (1)과 같이 25MHz대역폭을 할당했다. 이 중에서 초기의 운용사업자는 총 10MHz 대역폭을(A 대역) 사용하고 있지만 적체때문에 1992년에 A 대역의 확장대역인(A', A'') 2.5MHz를 추가로 할당받았고, 1993년에는 B 대역의 확장대역(B')까지 할당받아 총 15MHz 대역폭을 이용하고 있다.

1993년 1월 현재

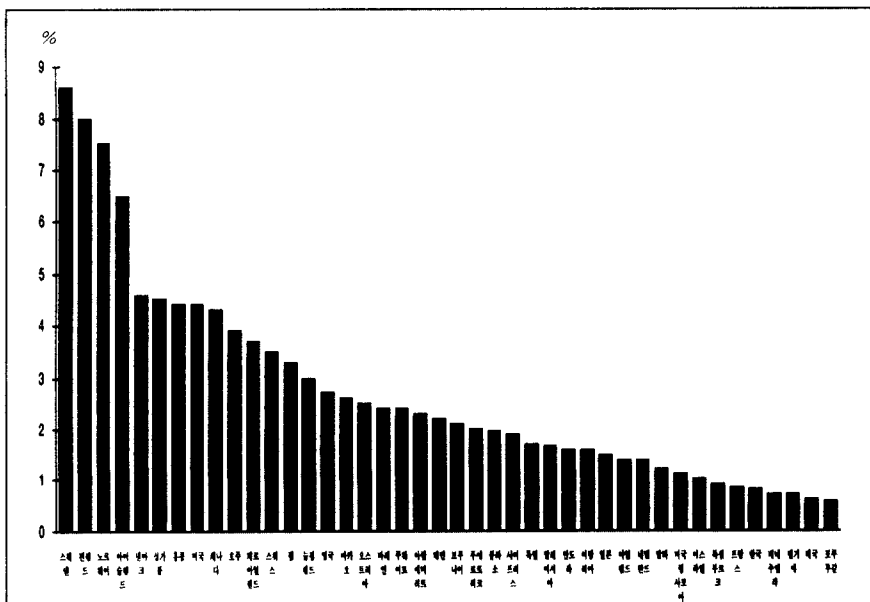
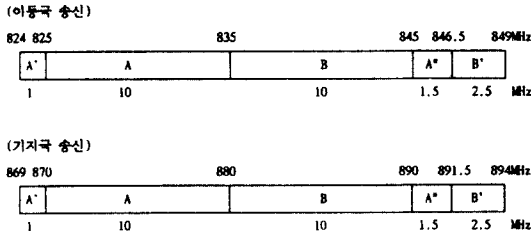


그림 1. 각국의 이동전화 보급율

표 1. 국내의 이동전화 주파수 대역



여기서 중요한 것은 이러한 주파수 대역폭으로 가입자를 얼마나 더 수용할 수 있는가 또는 이동전화 서비스를 위해서 앞으로 주파수 할당을 어떻게 할 것인가이다. 국내 전문가들은 주어진 주파수 대역폭에서 최대 수용할 수 있는 가입자 포화 용량을 예측하였지만 그 모두 신뢰도가 없었다.

따라서 통화 적체라는 의미를 재검토해야 한다. 현재 아날로그 이동전화 서비스를 위해서 전국에 수백개의 기지국이 설치되어 있다. 어느 한 곳에서라도 주파수가 부족하여 가입자들이 통화를 제대로 못한다면 그것이 통화 적체라고 할 수 있는가? 물론 그렇지 않다. 그것은 모든 기지국들의 통화 분포가 균등하게 일어날 수 없고, 모든 기지국들이 동일한 채널 수를 갖고 있지 않고 있기 때문이다.

이를테면 서울 지역에 있는 모든 기지국들이 통화가 적체된 경우를 예상하면 그전에 영동, 광화문, 영등포 등 통화 밀집 지역에서 이동전화를 사용하려는 가입자들은 그 전부터 심각한 불만이 있었을 것이다. 따라서 현재 할당되어 있는 15MHz 대역폭에서 아날로그 이동전화 서비스 용량을 예측하기 위해서는 논리적인 산출방법이 필요하고, 급선무는 서울 지역의 기지국중에서 몇 개의 기지국들이 통화 적체가 되었을 때 전체적으로 주파수가 부족하다는 판정할 수 있는 기준을 정해야 한다.

아무튼 아날로그 운용사업자는 15MHz 대역폭으로 최대한 가입자를 수용할 수 있는 방식 적용 다시 말해서 듀얼 셀 및 마이크로 셀 방식을 적용하여 최적의 셀 계획을 도출하는 알고리즘을 개발하는 등의 셀 분할을 해야 할 것이다.

디지털 이동전화 서비스에 남아 있는 10MHz 대역폭(B 대역)을 할당할 수 있다. 국내는 통화 밀집 지역에서의 주파수 부족 현상을 없애기 위하여 디지털 이동전화 서비스를 해야 하기 때문에 아날로그와 디지

털 방식의 효율적인 공존을 위한 주파수 분배를 해야 한다. 특히 디지털 이동전화가 상용화되는 시점에 10MHz 대역폭이 모두 필요한지와 어떻게 분배해야 할지를 검토해야 한다.

국내의 이동전화 주파수 사정은 외국과 전혀 다르다. 일본처럼 디지털 서비스를 위해 GHz 대역을 확보해 놓은 것도 아니고 미국처럼 하나의 운용사업자에게 10MHz 대역폭을 할당하여 디지털과 아날로그 서비스를 공존시킬 환경도 아니다. 그러므로 이동전화 가입자에게 좋은 통화품질과 만족스런 통화 서비스를 제공하기 위해서 (1) 디지털 이동전화 상용서비스를 하기 전에 필요한 아날로그 이동전화 주파수 대역을 결정하고 (2) 디지털 이동전화 서비스로 전환하기 위하여 단계적으로 주파수를 할당하며 (3) 디지털과 아날로그의 점진적인 주파수 전환 계획 등으로 부족한 주파수 자원을 효율적으로 이용할 수 있는 계획들을 수립해야 한다.

Ⅲ. 외국의 동향

외국의 동향을 살펴보면 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식에 의한 유럽의 GSM(Global System for Mobile System)의 상용화단계에 있으며, 미국의 모토롤라사와 공동개발하고 있는 일본의 JDC(Japanese Digital Cellular Telecommunication System)가 있다. 그리고 미국에서는 TIA(Telecommunication Industries Association)가 TDMA 방식을 표준규격화한 IS-54를 채택하였으며, 생산업체로는 LM Ericsson, GM Hughes Electronics, AT&T, 모토롤라, Northern Telecom 등이 있고 운용사업자로는 최근에 AT&T가 매수한 McCow, South Western 및 Bell South 등이 있다. 이에 대항하여 Qualcomm사는 1991년에 CDMA(Code Division Multiple Access) 방식에 의한 디지털 이동전화 시스템을 개발하여 그 실용성을 입증하였으며, 1993년 7월에 CDMA 방식에 의한 Common Air Interface를 IS-95로 표준규격화했다. 한국은 1993년초에 CDMA를 앞으로의 이동전화 방식으로 채택한 바 있다.

유럽은 8개국 15개 운용사업자가 GSM 방식으로 서비스를 제공하고 있다. 유럽의 아날로그 시스템은 각 사업자마다 독자적으로 개발하여 운용하였기 때문에 상호집속이 불가능하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 범유럽적으로 1982년 CEPT(Committee of European Post and Telecommunications) 산하 GSM 연구 그룹을 구축하여 디지털 이동전화 시스템의 표

준규격화 작업을 하였다. 그리고 1987년에 광대역 TDMA 방식을 표준규격화하였다.

유럽은 교환기 및 기지국 생산업체들이 다수 존재하므로 표준규격화하기에는 어려움이 많았다. 따라서 GSM은 교환기와 기지국간의 인터페이스만을 표준규격화하여 제조업체에 관계없이 접속이 가능토록 하였다. 표 (2)는 교환기 및 기지국을 생산하는 업체들이며 그림 (2)는 독일 Detecon사의 네트워크 구조를 나타낸 것이다.

표 2. GSM 생산업체

교 환 기	BSS(BSC + BTS)
Siemens	DMCS
Alcatel(SEL)	Nokia
Alcatel	Motorola
M.E.T.	Alcatel
	Matra

※BSS : Base Station System

BSC : Base Station Controller

BTS : Base Station Transceiver Subsystem

기지국(BSS)

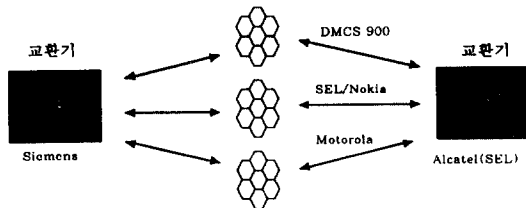


그림 2. 독일 Detecon사의 네트워크 구조

GSM의 보급은 1992년에 전체 셀룰라 이동전화 가입자의 3.2%에 불과하였다. 1997년에는 아날로그 가입자수를 능가할 것으로 전망된다. 주요국의 GSM 보급 현황을 살펴보면 사업초기에 전국망을 구축함으로써 요금의 인하와 서비스의 품질 향상을 이룬 독일이 가장 앞서 있고, 한정된 지역에만 서비스를 제공하는 프랑스는 상대적으로 보급이 부진하며, 아날로그 회선을 충분히 보유하고 있는 나라들도 보급이 부진하다.

일본의 우정성은 1989년초에 디지털 이동전화 시스템에 대하여 연구분석한 결과를 토대로 1990년에 RCR

(Research & Development Center for Radio Systems)에서 표준화작업을 시작하도록 하였다. 1991년 4월에 RCR STD-27라는 1차 규격집이 나왔고, 이것을 보완한 RCR STD-27A가 1992년 1월 나왔다. 이 규격에서 무선부분은 3슬롯/6슬롯 TDMA 방식과 함께 주파수 대역은 800MHz/1.5GHz를 할당하였다. JDC의 주파수 할당은 그림 (3)과 같이 800MHz 대역외에 1.5GHz 대역을 할당하여 주파수 부족 문제를 해소하도록 하였다.

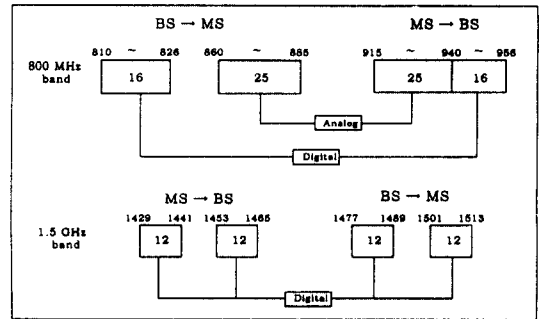
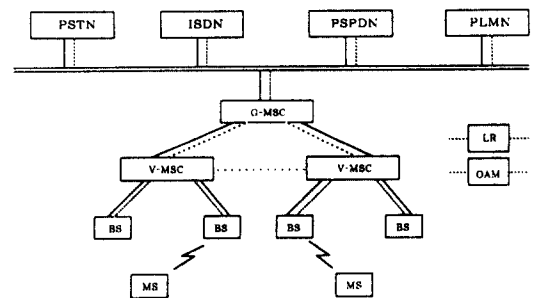


그림 3. JDC 주파수 할당

JDC의 네트워크 구조는 그림 (4)와 같이 단말기, 기지국 및 교환기로 크게 구분하고, 디지털 셀룰라망에 Gate 교환기를 설치하여 PSTN, ISDN, PSDN 및 기존 아날로그망과 연동하는 것이다. 단말기와 기지국간의 인터페이스는 RCR에서 제정한 규격을 따른다.



PLMN : Public Land Mobile Network MS : Mobile Station
 BS : Base Station LR : Location Register
 V-MSC : Visitor Mobile Switching Center OAM : Operation and Management Center
 G-MSC : Gate Mobile Switching Center

그림 4. JDC의 네트워크 구조

1993년 3월에 NTT의 도쿄모사에 의해 동경 반경 50 마일내에서 디지털 셀룰라 서비스가 시작되었고 요금체계는 아날로그 방식보다 월 1000엔이 더 비싸며, 제공되는 서비스의 내용은 거의 비슷하다. 일본 인구의 25%를 차지하는 도쿄의 주변지역만을 대상으로 서비스를 개시하여 실용화 가능지역이 부족하고, 1991년말을 기점으로 아날로그 방식의 신규 가입자 수가 감소하여 상대적으로 아날로그 회선에 여유가 생겨, 운용사업자들이 디지털 방식으로 서비스를 전환하는 데 소극적이다. 따라서 현재의 디지털 셀룰라 가입자는 1993년 6월에 6백명정도에 불과하다. 그러나 1994년 이후에는 신규 사업자와 기존의 사업자가 디지털 셀룰라 서비스에 본격적으로 참여하면 디지털 이동전화 서비스는 순조롭게 확산될 것으로 예상된다.

미국은 TIA가 1988년에 디지털 이동전화의 표준규격화 작업을 위하여 TR45 기술연구위원회를 구성하였고, 디지털 이동전화 시스템은 기존의 아날로그 방식보다 용량이 10배이상 증대해야 한다고 명시하였다.

1989년 1월에 TIA는 TDMA 방식을 IS-54로 표준규격화하였다. 채널 용량은 아날로그 방식의 이동전화 시스템보다 약 3배가 된다. 같은해에 미국의 벤처기업인 Qualcomm사가 대역확산(Spread Spectrum)을 이용한 다중접속 방식인 CDMA 방식 이동전화 시스템을 개발하여 1989-1993년동안 여러차례의 시범을 통하여 사용화가능성을 입증하였으며, 1993년 7월에 IS-95로 표준규격화하였다.

CDMA 방식은 용량, 전력제어, 소프트 핸드오프 기술의 장점뿐만 아니라 아날로그 시스템에서 가장 큰 문제가 되는 주파수 재사용 기술을 사용하지 않는다는 특징을 제공함으로써 통신기기 생산업체와 운용사업자들의 관심을 집중하게 되어 차세대 이동전화 기술로서 각광을 받고 있다.

그러나 TDMA 방식은 이미 상용화단계에 있고, CDMA 방식은 1995년의 상용화를 목표로 개발단계에 있어 두 방식이 미국 각지에서 혼용될 전망이다. 또한 미국은 디지털 이동전화 서비스를 초기에는 아날로그 방식의 적체를 해소하는 데 도입하기 보다는 오히려 통화량이 적은 대도시 주변 지역부터 안정적으로 제공할 계획이다. 이렇게 함으로써 투자 및 전환 계획에 무리를 피하고, 점진적으로 디지털 이동전화 서비스를 확산할 계획이다.

CDMA 방식 이동전화 시스템의 구조는 생산업체

들마다 각각 다르기 마련이다. 즉 유럽의 GSM 구조를 따르는 형태와 기존의 아날로그 시스템 구조를 따르는 형태로 대별되는데 구조의 선택은 생산업체가 교환기 생산기술을 보유하고 있는지의 여부에 따라 결정된다. 그러나 동일한 CDMA 방식을 채택하더라도 교환기간의 접속 프로토콜은 표준화하여야 한다.

국내의 디지털 이동전화 시스템은 1991년 8월부터 미국 Qualcomm사와 공동개발을 통하여 개발하고 있다. 무선통신 기술이 낙후된 국내 실정에 따라 Qualcomm사의 CDMA 기술에 의존하고 국내의 교환 기술을 접목한다는 전략이었다. 즉 이 시기에는 CDMA의 기초 및 동작 원리에 대하여 이해하고, 1992년 말에는 CDMA 방식을 국내의 이동전화 운용환경에서 시험하기 위하여 RTS(Roving Test System)을 도입하였다.

현재 연구개발 단계를 거쳐 상용화단계에 들어갈 업체들이 생산준비를 해야할 시점에 와 있으나 생산업체들과 Qualcomm사간의 LA(License Agreement)의 지연, 연구개발 일정의 차질 등에 의하여 외로운 악전고투를 하고 있는 것으로 보인다. 또한 외국 CDMA 시스템과 성능과 가격면에서 경쟁을 해야 하는 여건에서 개발에 참여하고 있는 연구소나 업체가 모두 심기일전의 새로운 각오와 불굴의 도전을 해야 한다.

특히 CDMA 시스템은 아직 상용화되지 않은 기술이며 국내의 기술이 빈약한 상태에서 장점만 크게 부각된 상태이고, 단점에 대해서는 거의 알려지지 않고 있어 문제가 없는 것처럼 보인다. 그렇지만 모든 기술이 그렇듯이 특히 신기술이 상용화되는 과정에서의 문제점은 상존한다고 보아야 하기 때문에 이러한 문제 해결을 위한 연구개발이 현재 단계에서는 시급한 실정이다.

이러한 상황에서 1993말에 운용사업자는 사용자 요구사항을 생산업체와 연구소에 제시하였다. 국내에서 개발되는 최종 시스템은 내수충족뿐만 아니라 수출도 가능하여야 하고, 운용사업자의 운용보전상의 유연성 및 경제성이 보증된 시스템이 되어야 한다는 것을 요구했다. 사용자 요구사항은 개발기간을 감안하여 생산업체들에게 최대한의 창의성을 발휘하도록 자율성을 보장하고, 급변하는 기술에 적극 대처하고, 이동통신 서비스 및 운용 환경에 따라 계속 보완될 것이다.

기존의 이동통신 사업자는 아날로그 방식과 디지털 방식의 서비스를 병행하여 제공해야 하기 때문에 디지털 전환 계획이 필요하다. 특히 외국의 경우는 통화량이 적은 수도권의 주변 지역부터 상용서비스를

실시하지만, 국내의 경우는 아날로그 시스템의 적체를 해소하기 위하여 디지털 서비스를 도입해야 하므로 수도권지역 및 통화 밀집 지역부터 상용서비스가 이루어질 것이다. 따라서 효율적인 디지털 전환 계획이 있어야 한다.

IV. 보코딩 기술

이동전화 서비스 수요의 급성장은 시스템 용량의 증대를 요구한다. 셀룰라 회선 용량을 증대시키는 원시적 방법은 기지국을 추가함으로써 셀 영역을 축소시키는 것이다. 그러나 대도시일수록 기지국과 안테나의 설치는 갈수록 어려워지고 많은 비용이 소요된다. 따라서 운용사업자는 기지국의 신설없이 시스템 용량을 증가시킬 수 있는 방법을 찾아내야 한다.

디지털 무선 기술의 도입은 이동전화 시스템의 용량을 증대시키는 방법의 하나이지만, 한정된 주파수의 이용효율을 높이는 연구 개발이 디지털 이동전화 시스템에서도 필요하다. 셀룰라 이동전화 시스템의 용량에 결정적인 영향을 주는 요소중의 하나가 음성 코덱의 전송속도이다. 다시 말해서 Bit rate가 낮아질수록 하나의 통화 채널 연결을 위해 소모하는 스펙트럼-시간이 작아져 주어진 시스템 밴드폭 내에서 보다 많은 통화 채널 확보가 가능해진다.

이동전화망의 용량증대는 음성 코딩 기술을 혁신함으로써 가능하다. 이것은 음성 품질을 손상하지 않으면서 코덱의 Bit rate를 계속 낮추려는 연구개발의 노력이다. 실제로 음성코덱의 Bit rate가 절반이 되면 용량은 2배로 증대한다.

현재 각국에서 디지털 이동전화에 적용하고 있는 보코딩 기술을 살펴보면, 유럽의 GSM은 Carrier당 대역폭이 200KHz이며, 8개의 음성신호와 공통제어신호를 함께 수용하면서, 13.2Kbps의 RPE-LTP(Regular Pulse Excited-Long Term Prediction) 방식을 채택하고 있다. 그리고 Half rate인 6.6Kbps로 낮추어 용량을 2배로 증대하는 연구를 하고 있다.

일본의 JDC는 Carrier당 대역폭이 25KHz이며, 이 대역에는 3개의 음성신호가 함께 수용되며 42Kbps의 전송속도를 갖고 있다. 음성코더는 11.2Kbps(음성 코더는 6.7Kbps, 에러 검출용 4.5Kbps)의 VSELP(Vector Sum Excited Linear Prediction) 방식을 표준규격에 채택하였다. 또한 표준규격이 채택과정에 있는 1991년 중반부터 Half rate 코덱 기술의 개발에 착수하여 곧 완료될 전망이다.

미국의 TDMA 방식은 VSELP 방식을 채택하고 있는데, 당시 9개의 업체가 음성부호용 알고리즘을 제안해 왔으며 하드웨어 시험을 통해 평가하고, 시험항목에는 비트에러에 대한 민감도를 포함했다. 제안자들은 비트 신호의 일부에 에러 수정용 데이터를 할당할 수 있었다. 총 비트속도는 13Kbps를 초과할 수 없고, 여러 상황에서 시험을 받았고 결과는 100명이 주관식 청취를 통하여 평가하였다. 채택된 음성과 채널 코덱 알고리즘은 음성 부호화에 8Kbps를, 에러 검출과 수정에 5Kbps를 사용하였다. 선택된 음성코덱은 CELP(Code Excited Linear Predictive) 알고리즘의 변형된 알고리즘을 사용하고, 비트에러에 대한 보호는 제한 길이(constraint length) 6을 갖는 복합 코드가 뒤따르는 CRC에 의해 제공된다. 음성 코덱의 품질은 GSM 시스템의 코덱과 거의 같다. 마찬가지로 TDMA 방식 또한 Half rate 코덱을 개발 중에 있다.

CDMA 방식은 현재 Qualcomm사에서 제안한 8Kbps 가변 속도를 갖는 QCELP(Qualcomm Code Excited Linear Prediction)을 적용하고 있다. 이 방식은 다른 방식보다 용량이 크지만 통화품질을 향상시키면서 보다 긴섬을 감소시키고 용량을 증대하기 위하여 Half rate인 4Kbps QCELP를 개발하고 있다.

TDMA 방식에서도 Half rate로 낮추는 것은 25KHz 대역내에 3개의 채널을 전송하던 것을 6개의 채널을 전송할 수 있게 되어 용량이 증대된다. 물론 CDMA 방식에서도 용량이 증대하고 통화품질이 향상된다. CDMA 방식의 용량은 식(1)에 의해 산출된다.

$$N = \frac{W}{R} \times \frac{1}{\frac{Eb}{No}} \times \frac{1}{d} \times F \times G \tag{1}$$

여기서 N = 한 기지국에서 동시에 통화하는 이동국들의 수

- W = 1개의 CDMA 채널 밴드폭 (1.25MHz)
- R = 데이터 전송속도 (Full rate인 경우 9600 bps, half rate인 경우 4800bps)
- Eb = 비트당 에너지
- No = 잡음 전력 밀도
- d = 음성 duty cycle (0.4)
- F = 주파수 재사용 계수 (0.6)
- G = 섹터화에 따른 이득 (3-섹터인 경우 2.55)

Qualcomm에서 산출한 주파수 재사용 계수(F)를 적용한 경우에 omni 및 3-섹터 안테나를 사용하는 기

지국내에 동시에 통화 채널수는 표 (3)과 같이 산출된다.

표 3. F = 0.6인 경우의 기지국 유형별 동시 통화 채널수

구 분	동시 통화 채널 수	
	Full rate	Half rate
Omni	38	77
3-섹터	99	198

그리고 Nynex사의 주파수 재사용 계수에 대한 시뮬레이션 결과는 Omni 안테나를 갖는 기지국인 경우 0.659, 3-섹터 안테나를 갖는 경우 0.544로 산출되었다. 이를 사용하면 표 (4)와 같은 결과를 얻을 수 있다.

표 4. Nynex사의 결과를 이용할 경우 기지국 유형별 동시 통화 채널수

구 분	동시 통화 채널 수	
	Full rate	Half rate
Omni	42	85
3-섹터	90	180

이상과 같이 Half rate를 적용하면 용량은 2배로 증대한다. 그러나 Qualcomm의 CDMA 방식에서는 64개의 Walsh function을 사용하므로 제어 채널을 제외하면 하나의 Omni 기지국에서 사용 가능한 최대 트래픽채널수는 60개뿐이다. 따라서 Half rate를 적용하는 경우에도 CDMA 방식의 한계때문에 Omni 기지국인 경우 최대트래픽채널수는 60개를 넘지 못하고, 3-섹터 기지국인 경우 최대 180 채널을 수용할 수 있을뿐이다. 따라서 Qualcomm의 CDMA 방식에서 Walsh function의 한계를 극복하기 위한 연구개발이 필요하다. 이러한 연구개발은 앞으로 개인통신서비스(PCS)에도 활용될 수 있다.

세계각국에서 개발하고 있는 디지털 이동전화 시스템용 보코딩 기술개발에 공통성이 있다면 Half rate 코덱을 실현하려는 것이다. 물론 Half rate 코덱이 개발되면 기존의 단말기와 기지국은 쓸모가 없어진다. 이러한 부담을 감수하면서 Half rate를 실현하려는 것은 한정된 주파수의 효율적인 이용 또는 용량 증대 효과 때문이다. 개발중인 국내의 이동전화 시스템에도 보코딩 기술의 혁신을 제때에 수용해야 한다.

V. 결론: 국내 CDMA 시스템 개발에 관련한 과제

국내의 디지털 이동통신 시스템 개발은 교환기에 관련된 기술을 제외하고는 기지국, 제어국 등 무선분야는 Qualcomm사에 전적으로 의존하고 있는 실정이다. 물론 외국의 CDMA 시스템 생산업체들도 대부분 Qualcomm사와의 LA에 의존하지만, 결국에는 자체 기술로써 상용 시스템을 개발하고 있다.

그러나 국내의 실정은 아직도 Qualcomm이 제공한 요소기술의 소화단계에 있으며 CDMA 시스템 국산 개발에 도움을 줄만한 국내의 기술지원은 대학이나 연구소를 통털어 전무한 상태이다. Qualcomm의 CDMA 기술 역시 완숙한 생산단계의 기술이 아니고, 표준규격화에 필요한 최소한의 것이라고 평가한다. 따라서 Qualcomm의 CDMA 기술은 국내에서 계속 보완하고 발전시키면 독창적 기술을 창출할 수 있는 과제를 풍부하게 내포하고 있다.

앞에 말한 Half rate 보코딩 기술의 개발, 이를 최대한 활용할 수 있는 Walsh function의 연구는 대학이나 연구소에서 큰 비용을 들이지 않고도 수행할 수 있는 과제이다. 또한 CDMA 시스템에 사용되는 핵심부품의 국산화 연구도 중요하다. 다량으로 소요되거나 단일 기업에 의해 공급되는 부품들을 가격과 품질의 안정성을 위해 우선적으로 개발하여야 한다. 이를테면 Linear HPA(High Power Amplifier), GPS(Global Positioning System) 및 CDMA ASIC 등은 첨단기술지향형 중소기업들이 관심을 가질만한 품목들이다. Linear HPA는 현재 AB급을 사용하고 있지만 CDMA에서는 보다 완벽한 선형성이 보장된 HPA가 필요하다. CDMA ASIC 부분에 대한 알고리즘 분석은 국산화에 필수적인 선행작업이다.

운용 기술면의 연구과제로는 전력제어, 셀 계획, 인접 셀간의 간섭률 분석, 아날로그 이동전화 시스템과의 전과 간섭 연구, 동일 기지국에서 아날로그와 디지털 서비스를 위한 주파수 사용 계획 및 디지털 가입자 증가에 따른 주파수 할당 계획 등을 들 수 있다.

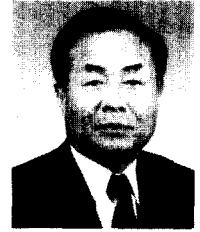
CDMA에 관련된 많은 논문들이 국내의 전문 학술지에 발표되고 있다. 특히 Qualcomm 등 굴지의 전기통신 제조 및 서비스 사업체에서 CDMA 방식을 채택한 후부터 급격하게 CDMA 방식에 의한 이동전화에 대한 연구개발 결과들이 많이 발표되고 있다. CDMA 시스템의 연구개발에 참여하는 연구소, 대학, 기업들은 앞에 제시한 연구과제뿐만 아니라 전문 학술지의 논문을 최대한으로 활용하고 발전시켜 도입한 외국

의 CDMA 기술을 완전히 소화하고 개량하는 노력을 배가하여야 한다.

TDMA와 CDMA 방식으로 나뉘어 경쟁이 일어나고 있는 디지털 이동전화 시스템의 시장은 두 방식간의 기술적 우열에 못지 않게 서비스의 보급에 의하여 결정되며 지역에 따라 공존할 가능성이 크다. 최후의 승리자는 우수한 통화품질과 많은 가입자를 수용하는 방식이 될 것이다.

이러한 상황에서 디지털 이동전화 시스템 개발은 낙후된 국내의 무선통신 기술을 한단계 높일 수 있는 기회가 될 것이다. 상용화단계에 들어가려는 CDMA 시스템을 개발하고 있는 국내의 이동통신 분야의 산-학-연은 지금까지 외국에 의존하여 운용되어 왔던 제조, 운용 및 서비스 기술의 낙후성을 탈피하고 국산개발을 통해 국내의 이동통신 시장을 수호하고 해외로 진출하기 위한 경쟁력을 길러야 한다.

특히 연구개발자들은 신뢰성, 가용성, 보전성, 내구성에 더하여 시장 경쟁력을 구비한 상품을 개발하겠다는 자세뿐만 아니라 연구개발에도 비용대효과를 따져 요소기술은 과감하게 도입하여 남보다 우월한 이동전화 시스템을 개발할 수 있는 관리적 자질이 필요하다.



徐廷旭

- 1934년 11월 14일
- 1957년 3월 : 서울대학교 공과대학 전기공학과
- 1963년 1월 : 미국 Texas A&M University(공학석사 : 전기 및 전자공학)
- 1969년 5월 : 미국 Texas A&M University(공학박사 : 전기 및 전자공학)
- 1957년 8월 ~ 1970년 8월 : 공군사관학교 전자공학과 주임교수
- 1970년 8월 ~ 1983년 6월 : 국방과학연구소 실장, 부장, 부소장, 소장
- 1984년 1월 ~ 1990년 12월 : 한국전기통신공사 TDX 사업단장, 품질보증단장, 부사장, 전산망조정위원회 주전산기개발사업단장 겸임
- 1990년 12월 ~ 1992년 6월 : 과학기술처 차관
- 1992년 7월 ~ 1993년 3월 : 한국과학기술연구원(KIST) 원장
- 1993년 4월 ~ 1993년 8월 : 한국과학기술연구원 연구자문위원
- 1993년 8월 : 한국이동통신 이동통신 기술개발사업 관리단장
- 1993년 9월 : 전파통신 기술개발추진협의회 의장
- 1978년 : 칠탑산업훈장
- 1986년 : 국민훈장 동백장
- 1992년 : 황조근정훈장
- 1982년 : IEEE Fellow