

CDMA 이동통신 시스템의 연구개발 현황

이 혁 재
(한국전자통신연구소)

I. 서 론	IV. 국내 연구 개발 현황
II. 세계 각국의 디지털 이동통신 방식개발	V. 결 론
III. CDMA 이동통신 시스템	

I. 서 론

정보화 사회로의 진전으로 언제, 어디서나, 누구와도 다양한 형태의 정보를 손쉽게 습득, 교환하려는 욕구가 증대되어 이를 충족하기 위해서는 통신의 개인화 및 휴대화가 필요하다. 이를 가능케하는 이동통신에 대한 수요가 현재 급증하고 있으며, 향후 2000년대에는 통신수요의 50% 이상을 점유할 것으로 예측된다.

세계적으로 차세대 전화서비스의 발전동향을 살펴보면 그림 1에서 보는바와 같다. 고정 유선서비스는 ISDN(종합정보통신망)으로 진화하면서 지능망 기능을 갖추게 될 것이며, 이에 부가하여 복합기능 통신번호가 도입될 것이다. 이동통신서비스 부분에서는 차량전화의 발전과 코드리스 전화기의 다기능화가 이루어지면서 중국에는 유무선 통합의 복합기능 개인통신시대가 도래할 것이다.

따라서 이동통신서비스 기술발전의 원동력이 되고 있는 셀룰러 이동통신 시스템의 개발동향을 특히 우리나라에서 추진하고 있는 CDMA방식을 중심으로 기술하고자 한다.

현재 세계적으로 실용화되고 있는 셀룰라 차량전화 시스템은 '79년 미국 시카코에서 최초로 시험운영

되어, '79년 일본, '81년 스웨덴, '83년 미국에서 상용서비스를 개시한 이후로 완만히 증가하다가, '86년 소형 경량의 휴대용 전화기가 보급된 이후에는 그 수요가 급증하게 되어, '90년말 천 2백만, '92년말 2천만까지 증가하였다. 이는 그림 2로 보여지고, 이후의 수요 예측으로는 이동통신 수요는 연간 20%이상씩 증가하여 향후 2000년에 가서는 그 수가 약 1억에 이를 것으로 보인다.

가입자 수요의 급증으로, 특히, 뉴욕, 시카코, 로스엔젤레스, 런던, 동경 등의 대도시에서는 30만에서 50만 이상의 가입자가 수용되고 있어 현행 아날로그 시스템의 주파수 대역으로는 수용용량의 한계에 도달하고있다. 이에 주파수 사용 효율의 증대와 수요충족을 위하여 각 국별로 독자적으로 디지털 방식의 이동통신시스템 개발을 추진하게 되었다.

북미에서는 NAMPS(Narrow-band Advanced Mobile Phone System), ADC TDMA(American Digital Cellular Time Division Multiple Access), ETDMA(Extended TDMA), CDMA(Code Division Multiple Access) 방식이 개발되었으며, 유럽에서는 범유럽 공동 규격인 디지털 무선 전화 시스템인 GSM(Groupe Special Mobile)이었지만 현재는 Global System for Mobile communication으로 일컬어짐)방식이, 일본에서는 JDC(Japan

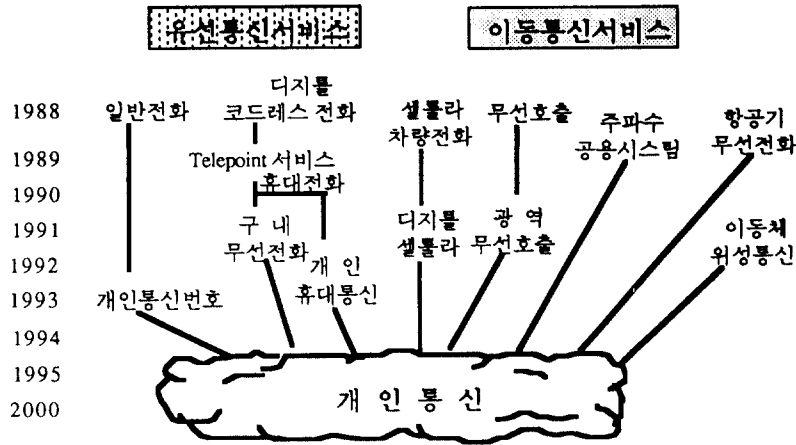


그림 1. 차세대 전화서비스의 발전동향

Digital Cellular이었지만, 국제성을 위하여 PDC로 바꿈)방식이 각각 개발되었다. 유럽의 일부 국가에서는 '92년부터 GSM 상용시스템들이 서비스 시작되었으며, 일본에서는 '93년 4월 JDC 방식의 TDMA 상용시스템이 서비스 개시 되었다.

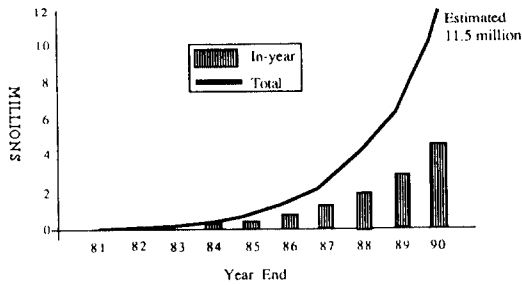


그림 2. 세계 Cellular전화 가입자수 증가

우리나라에서도 그림 3으로 보이는 것같이, '84년 차량 전화시스템의 도입 이후, '88년 올림픽을 기점으로 차량 전화 및 휴대전화 수요의 폭발적인 증가가 이루어져 '88년 이후 매년 100% 이상의 가입자 증가가 일어나, '92년말 현재 27만을 초과하였으며, 특히 서울지역에 총가입자의 60%이상이 집중되어 있다. 서울지역에서의 이동통신 주파수 부족 문제는, 이동통신 선진국의 대도시와 다를바 없이 심각하고, 이에 대한 대책을 강구하는 것이 시급한 현안이다.

우리나라에서 현재 상용되고 있는 아날로그시스템

은 미국의 AMPS방식(AT&T APX, 모토롤러 EMX)으로 그간 전량 도입되어 사용되고 있지만, 국내 업체의 국산화 개발 노력에 의하여 현재는 기지국 무선장비 및 전력 증폭기(Power Amplifier)부분에 국산화가 이루어져 있고, 전체 시스템의 국산화 노력도 진행중에 있다. 이동 단말기 분야에서 차량탑재형 단말기의 국산자립화가 어느 정도 이루어졌지만, 휴대형 단말기 분야는 핵심부품의 국산화가 미흡한 현상에서 설개. 생산이 이루어져, 시장에서의 경쟁에 열세인 것이 현실이다. 이에 정부는 디지털 이동통신시스템의 국내개발을 국책사업으로 추진하는 것은 물론 이동통신 핵심부품의 국산화를 제고를 위한 기술개발사업도 강력하게 추진하고 있고, 우리 업체들도 기술 자립화를 위하여 다방면으로 노력을 아끼지 않고 있다.

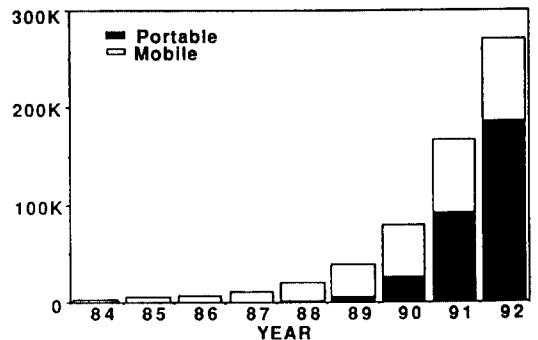


그림 3. 국내 이동전화 가입자수

'91년 7월부터 서비스가 개시되도록 계획되어 있었지만, 여러가지 사정으로 지연되었는데, '92년 중반에 들어서 독일, 포르투갈 및 Nordic 국가에서 상용화가 시작되었다. 지연된 이유로서 GSM규격이 복잡하고 이에 따라 규격의 보완, 변경이 계속 이루어짐에 따라 실제 설계기준 결정이 늦게 이루어졌으며, 또 관련되는 핵심 ASIC(주문형 반도체)등의 구현이 늦어져 상용수준 이동단말기 생산에 장기간이 소요된 점등이 지적되고 있다. 또 이동단말기의 형식승인(Type Approval) 절차가 복잡하여, 이를 충족시켜 주는 측정시스템의 개발이 지연되었다. 따라서 유럽각국은 '92년 10월에 우선 잠정형식승인(Interim Type Approval) 절차에 의거하여 인증된 상용단말기를 당분간 사용하기로 결정하였고 이에 따른 휴대단말기를 시판하고 있다. 아울러, 각 국가, 각 제조업체간에 지적소유권(IPR) 문제와 이동전화 접속(International Roaming) 절차와 관련한 사항도 아직 해결이 끝나지 않은 문제점으로 지적되고 있다.

'93년중반 현재 독일에서는 GSM방식 가입자수가 60만을 초과할 정도로 자리를 잡아가고 있으며, 그외 포르투갈과 프랑스에서 가입자수가 몇만에 달하고 있다. 다른 국가에서는 아직 시범규모 수준으로 진행되고 있지만, 특히 주목할 만한 사항은 유럽국가들 이외에 호주, 뉴질랜드, 인도, 홍콩, 싱가포르, 태국 및 많은 중동 국가들에서 차세대 방식으로 채택되어 지고 있다는 것이다.

나. 북 미

미국에서는 TIA(Telecommunication Industry Association)가 '88년 4월에 북미에서의 디지털 자동화 통신의 규격을 정하는 작업을 위하여, 산하에 TR45 기술연구위원회를 구성, 연구검토에 착수하였다. 그 결과 '89년 1월 다중접속 방식으로 TDMA방식을 투표로써 결정하였고, 그후 변조방식으로는 $\Pi/4$ shift QPSK를, 음성부호화기로는 모토롤라사가 제안한 VSELP 방식을 선정하여, 잠정규격안으로 IS-54가 채택되었다.

미국은 디지털 시스템의 채택에 있어, 다른 국가들과는 달리, 현용의 아날로그 시스템과 공용할 수 있는 이중모드 디지털 단말기를 개발하고 있으며, 시스템 용량에 있어서는 10배 이상의 수용능력을 갖는 것을 목표로 하였지만, 우선은 3~4배 정도에서 기존 아날로그 음성채널당 세개의 디지털 음성채널이 다중화되는 방식을 채택하고, 이후 Half-rate 음성부호화가

가 개발되면 처음의 목표를 달성한다는 단계로 설정되고 있다.

원래는 '92년초를 상용화하기로 계획하고, '91년 9월 Dallas와 Stockholm에서 Lockdown Test를 실시하였고, 여러 업체에서 시스템 및 단말기 개발에 막대한 투자가 이루어져 기본 개발은 끝난 상태로, 일부 지역에서는 시범상용운용중에 있다. 그러나 용량이 CDMA에 비해 작다는 점, 통화품질이 만족스럽지 못하다는 점, 기지국 재배치 및 시설투자가 과다하다는 점등의 여러 사정때문에, 현재 일부 사업자들이 적극 추진하고 있다고 발표는 하고 있지만, 상용시범서비스 단계 이상으로 본격 상용화가 이루어 지고있지 않다.

그러나 TDMA방식이 잠정규격으로 채택된 직후, "군용에서 주로 쓰이던 주파수 대역 확산(Spread Spectrum) 방식의 Direct-Sequence CDMA 접속방식을 상용 이동통신에 이용하면, 기존의 아날로그 방식보다 20배의 수용용량을 증대시킬 수 있다"고 Qualcomm사가 제안함에 따라, 이후 북미에서의 디지털 방식의 개발방향에 크게 혼선이 일어났고, 전문가들 사이에서 그 가능성에 대하여 많은 논쟁을 일으켰다. Qualcomm사는 '89년말 부터 '90년 초까지 San Diego와 New York에서 두개의 Cell과 하나의 이동단말기로 이루어진 시험시스템을 가지고 CDMA방식의 통신가능성을 실험으로 보였다.

이동통신사업사로서는 PacTel과 Ameritech이 CDMA 방식의 디지털 전화방식을 TDMA 방식과 병행하여 상용화 하겠다고 발표하였으며, NYNEX도 이 CDMA 방식을 개인휴대통신(PCS)에 적용한다는 상용화 계획을 세우고 휴대단말기를 Qualcomm에 맡긴다는 계획이 공표되어서 차츰 업계에 주목을 받기 시작하였다.

이에 제조업체로서는 처음으로 '90년 AT&T와 Motorola양사가 Qualcomm과 기술제휴하여 CDMA 방식 셀룰러 시스템의 네트워 장비와 단말기 개발을 추진하게 되었으며, 그후 여러회사들이 Qualcomm과 기술제휴하여 단말기개발에 착수하고 있다는 것이 발표되었다. 즉, 기존에 TDMA방식시스템의 개발에 막대한 투자를 하고있던 업체들중에서 경쟁적이라 할수 있는 CDMA방식도 병행하여 개발한다는 이해하기 어려운 일이, 시장에서 수요가 있고 주문만 들어온다면 개발 공급할 것이라는 관점에서, 일어나게 된 것이다.

Qualcomm사는 '91년 가을에 San Diego에서 다섯개의 기지국과 70개의 단말기로서 이루어진 CDMA방

식 종합검증실험을 성공적으로 마침으로써 CDMA 방식에 대한 그간의 의구심을 해소할 수 있었다. '91년 12월에 Washington, DC에서 열린 CTIA(Cellular Telecommunications Industry Association)주관의 차세대 셀룰라시스템 시험 결과 발표회에서 그간 제안된 각 방식에 대한 비교검토가 이루어졌고, 이 자리에서 CDMA방식의 우수성이 압도적으로 인정되었다. 이 결과 '92년 1월 CTIA 이사회는 CDMA방식의 표준화 채택가능성을 연구, 검토하도록 결의하였고 '92년 6월에는 제2표준방식으로 채택을 하고, 세부 규격안을 작성하여 주도로 TIA에 요구하였다. 표준화작업은 순조롭게 진행되어 '93년 8월 IS-95로 미국의 제2표준방식으로 채택되었다.

디지털시스템으로의 전환을 꾀하고있는 사업자를 보면 '92년말에 USWest가 Seattle에 '94년 CDMA방식을 설치, 운영할 것이라고 발표하였고, '93년 5월 PacTel은 1995년초에 로스엔젤레스에 CDMA방식 상용 디지털 서비스를 제공하겠다고 발표했으며 모토롤라-노텔사(모토롤라와 노텔 합작회사)가 CDMA망 기반구조장비를 PacTel에 공급하며, 로스엔젤레스에 100여개의 Cell을 가진 CDMA시스템망 구성을 계획하고 있다. 그후 Bell Atlantic도 CDMA방식 채택을 발표하였고, 현재 GTE, Ameritech, NYNEX등 다른 주요 사업자들도 CDMA방식을 선호하고 있으며, 곧 이의 채택을 발표할 것이라고 알려져 있다.

디지털 셀룰러 시스템에 관하여 어떠한 한 방식이 미국에서 주종을 이룰 수 있는가, 아니면 두 방식 모두 상용화 되겠는가가 현재 의문으로 되어 있지만, 미국 정부인 FCC의 방침이 이동통신의 표준화 기능은 시장원리에 맡긴다는 기본정책을 견지하고 있기 때문에, 당분간은 이런 혼선상태가 계속되어 질 것이다. 그러나 용량과 음성품질등 여러가지 점에서, CDMA의 기술적인 우수성을 많은 전문가들이 인정하고 있으며, 장래의 궁극적인 이동전화 방식으로 CDMA방식이 이용될 것이라는 점에서는 모두가 동의하고 있다. 그래서 일부 사업자들은 현재가 어찌피 CDMA방식으로 이전되어가는 중간단계라면, TDMA방식보다는 다음에 설명될 NAMPS방식이 사업의 위험 부담을 최소화 시킬 수 있는것으로 판단하고, 이렇게 추진도 하고 있다.

NAMPS방식이란 모토롤라가 별도로 제안한, TDMA든 CDMA든 이 두 방식의 실용화에는 상당한 시간의 지연이 예상되어지므로, 그 잠정기간 중에 가입자 수요를 충족할 수 있도록 기존의 아날로그 FM방식의

30KHz 대역을 1/3로 축소하여 10kHz의 협대역만을 사용하는 아날로그 방식으로, '91년초 Las Vegas에서 시험하고 서비스에 들어갔으며, '92년 10월 잠정표준(IS-88)이 채택되었고, '93년에는 Seattle 지역에서 서비스되기로 계획되어 있다.

또 하나의 새로운 방식으로 Hughes Network System은 잠정규격인 TDMA 방식과 호환성이 있으며, 실제로는 이의 확장이라 할 수 있는 ETDMA(Extended TDMA) 방식을 제안하고 있는데, 이 방식은, "Half-rate 음성부호화기를 조기 실용화 채택하고, 대화내용중의 묵음시간을 활용하는 DSI(Digital Speech Interpolation) 기법을 응용, 기존 아날로그 시스템보다 15배정도의 수용용량 증대가 가능하다"고 주장하며 개발을 하여 왔다. 그러나 아직 표준화작업이 이루어지지 않고 있으며, Hughes사만이 개발을 추진하고 있고 개발속도가 TDMA보다 늦고, Call Processing이 복잡하다는 점들이 지적되고 있으며, '93년초부터 Bell South사에 의해 현장시험이 수행되고 있다.

이상에서 설명한 바와같이, 세계최대의 이동통신 시장인 북미지역에서의 차세대 자동차 전화방식에 대하여, 상이한 여러 시스템들의 등장으로 혼선중에 있으나, '93년 중반이 지난 현재에는 대략 CDMA방식이 우세한 양상으로 진전되어지고 있다. 결과적으로 북미지역에서의 디지털 셀룰러 시스템의 상용화시키는 많이 지연되어 '94년도말에 가서야 가능할 것으로 보이며, 우선 대도시에서의 수요증대에 따른 추가 수요는 마이크로셀방식의 응용등 아날로그방식의 기술적 보완으로 충족될 것으로 예측된다.

다. 일 본

일본 또한 가입자의 급증에 대처하기 위하여, 이미 아날로그 시스템에서 변조대역폭을 25kHz에서 12.5kHz로 줄인 협대역 아날로그 시스템을 이미 실용화 하였고, 디지털 시스템 개발을 위하여는 NTT를 중심으로 연구개발이 추진되어 왔다.

특히 통신시장개방의 표적으로 된 이동통신분야는, RCR(Research and Development Center for Radio System)이 표준화 작업을 주도하고 있는바, '91년 4월 TDMA방식의 표준안을 제정하였다. 기술개발에서는 7개의 일본업체(NEC, 마쓰시다, 미쓰비시, 후지쯔, 오키, 후주부세이코, 세이코엡슨)와 3개의 외국업체(AT&T, 모토롤라, 에릭슨)가 참여하여 개방형 구조로 기지국과 이동단말기를 개발하고 있다.

표준규격에서 특이한 사항은 일본의 규격이 미국

의 잠정 TDMA 규격과 매우 흡사하다는 점을 들 수 있는데, 이는 세계 시장을 겨냥해, 기술적으로 전환이 용이하게 하여 북미방식시스템으로의 진출을 염두에 둔 것이며, 특히 음성부호화기는 미국의 모토롤러의 제안방식인 VSELP(6.7KBPS)가 채택되어 있다. 사용 주파수 대역으로 다른 국가들과는 달리 아날로그 시스템과는 다른 별도의 800~900MHz대역을 배분하고 있고, 1.5GHz대의 준 마이크로파 대역도 사용할 예정이다.

일본은 '92년 동경에서 아날로그 서비스 지역과 중첩하여 디지털 시스템의 상용시험 서비스를 가졌으며, '93년 4월부터 동경일원에서 상용서비스가 개시하였다. 단말기는 차량탑재형, 휴대형 등이 개발되었고 초기부터 데이터와 팩스등 데이터통신서비스가 가능하도록 구성된 점이 특징이다.

III. CDMA 이동통신 시스템

가. CDMA기술이란?

군용통신에 일찍부터 이용되고 있는 대역확산(Spread Spectrum)방식을 상용 이동통신에 응용하게된 것으로, 대역확산통신은 기본적으로 보내고자 하는 신호를, 신호의 점유주파수대역보다, 아주 넓은 주파

수대역으로 확산하여 보내는 방식이다. 대역을 확산하여 전송하는 이점중에서 비화성및 전파방해에 매우 강하다는 점이 군용통신에 주로 이용되는 것이며, 반면에 동일한 주파수대역에서 여럿이 동시에 통신할 수있다는 점이 바로 이동통신에 더 많은 가입자를 수용할 수 있지않을까 고려된 것이다. 물론 대역을 확산하여 전송함에 따라, 시스템이 복잡하여지고 동기를 맞추기가 어려운 등의 단점도 있다.

대역확산통신방식에는 크게 직접확산(Direct Sequence)방식과 주파수도약(Freq. Hopping)방식이 있는데, 현재 일반이동통신에의 응용은 잡음에 유사한 의사잡음(Pseudo-Noise)확산부호를 이용하는 직접확산방식이 주로 쓰이고 있으며 이를 부호분할다중접속방식(CDMA)이라고 부른다. '89년 미국 Qualcomm사가 기존의 아날로그방식보다 15-20배의 가입자 수용능력이 있다고 CDMA방식을 제안한 이래, 미국에서의 디지털이동통신분야의 개발과정에 크게 영향을 주고 있으며, 앞질에서 기술한 과정을 거쳐 현재 제2 표준규격으로 채택이 되어 있다. 특히 앞으로 다가올 개인통신시스템을 구현하는 접속방식으로 CDMA의 중요성에 대하여는, 유럽이나 일본도 관련기술개발에 적극 추진하고 있는 것이 현황이다.

CDMA방식의 원리를 실제 Qualcomm사 응용의 예

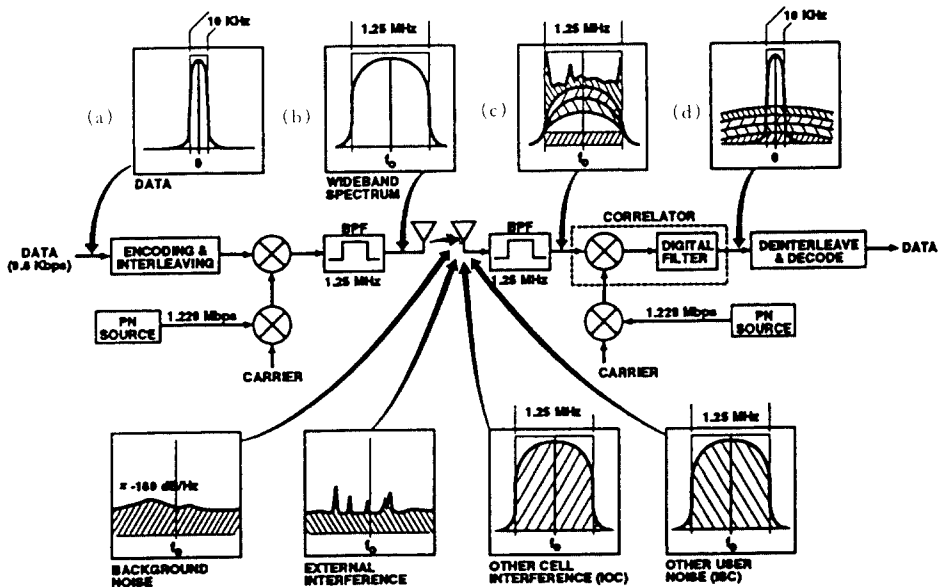


그림 5. CDMA방식의 개념

로써 그림 5에 보이고 있는데, 입력신호(a)를 PN code와 correlation을 취하여 확산을 한 송신신호(b)를, 수신기에서는 외부 잡음과 다른 송신기로 부터의 간섭들이 포함된 수신신호(c)를 받아, 송신기에서 사용된 것과 동일한 PN code와 다시 correlation을 취하면 원래의 신호를 (d)와 같이 복원할 수 있는 것을 나타낸다. 그러면 CDMA방식의 구현에 따른 특징을 살펴 보겠다.

1) Near-Far문제와 Power Control

그림 5에서 보이는 것과 같이, 수신된 신호에는 원하는 신호정보외에 각종 잡음 및 간섭신호가 혼재되어 있다. 즉 수신된 신호에서만 보면 신호대 잡음. 간섭비(S/N 또는 S/I)가 아주 낮아 잡음. 간섭량이 신호보다 훨씬 큰 것을 알 수 있는데, 이 수신신호를 원래의 PN code와 correlation과정을 거쳐 복원이 가능한 S/N비(디지털통신에서는 Eb/No)이상을 갖는 복조신호를 얻어야만 통신이 가능하게 되는 것이다. 만일 동일 채널 송신자가 더욱 많아져, 간섭량이 증가되어 correlation 후에 필요한 S/N비를 얻지 못하면, 통신이 이루어지지 않으므로 동시에 통신할 수 있는 한계 용량은 존재할 것임을 알 수 있다.

즉 CDMA 방식에서 최대통신용량을 얻기 위하여는, 수신기에 수신되는 여러 송신신호들의 수신전력이 동일하여야 한다는 조건에서 가능한데, 이동통신환

경에서 보면 우선 이동단말기들의 위치가 가까울 수도 멀 수도 있고, 또 fading이나 shadowing 등에 의하여 그 수신전력의 변동이 심한데, 이를 어떻게 적절히 제어하여 여러 수신전력을 동일하게 할 수 있겠는 가 바로 CDMA 방식이 이동통신에 이용될 수 있겠는 가를 결정지어 주는 핵심 요소이고, 이 점이 여러 전문가들이 의문을 제기하였던 사항이었다. 이 power control 문제를 Qualcomm사는 몇가지의 방식을 제안하여, 아주 정교한 이동단말기의 송신출력제어를 가능케 함으로써 해결하였다. 이 결과를 그림 6에 보이고 있는 바, 출력제어기능이 단말기의 송신출력을 변동시켜 기지국에서의 수신전력이 거의 일정하게 된 것을 볼 수 있다.

2) Cell간 동일주파수 제어용

CDMA 방식의 수용용량은 동일 채널에서 동시에 통신되는 간섭량에 따라 결정되므로, 다른 접속방식은 달리 인접cell들 간에 동일 채널을 사용할 수 있다는 점이 바로 CDMA 방식의 수용용량이 클 수 있다는 특징이다. 한 기지국에서 수용할 수 있는 최대용량은, 기지국 하나만이 있을 경우보다는 여러 기지국관내에 있는 단말기들에 의한 간섭량이 증가되므로, 감소하지만 (Qualcomm의 방식에서는 약 67%정도) 여러 cell들이 같은 주파수를 사용할 수 있다는 점에서 시스템 전체적으로 수용용량이 대폭 증가되게 된다.

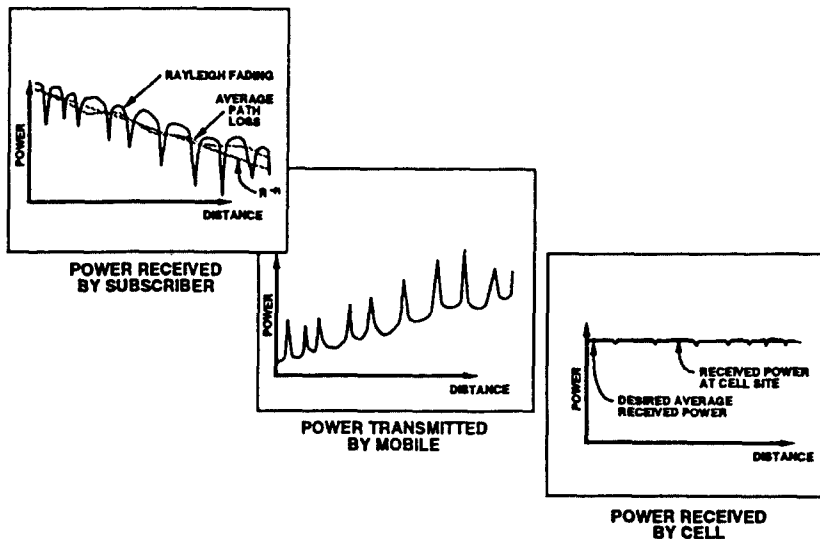


그림 6. Power Control의 결과

같은 이유로 한 cell내에서도 sector를 분할하여 이용하면 또 수용용량이 증가될 수있음을 알 수있다.

3)가변 음성부호화기 이용

Qualcomm방식에서의 음성부호화기로는 8 Kbps를 기본으로 하여 4, 2, 1 Kbps로 변하는 가변부호화기(QCELP)가 쓰이고 있는데, 이는 CDMA방식의 수용용량이 동일채널간섭량에 의하여 정하여 진다는 점과 사람들이 전화통화시 항상 유를 발생하지 않는다는 점(통계적으로 약 37%정도 시간점유)에 착안하여, 즉 묵음시에는 송신하지 않게 하여 간섭이 덜 일어나도록 하여, 시스템면에서 더 많은 가입자를 수용(Qualcomm방식에서는 약 2배)할 수있게 한 것이다.

4)통화 품질의 향상

직접확산 CDMA방식은, 수신부에서 원하는 신호를 복조하기 위하여, 원래의 확산부호와의 correlation 관계에서 끄집어 내는 것인데, 이의 특징으로는 다중경로과전송환경에서 지연특성이, 확산부호의 전송율(chip) 즉 한 chip의 시간보다 긴 것들은 분별할 수있다는 점이 있는데, 이를 활용하여, 다중경로파에 의한 fading을 많이 줄일 수있는 효과를 얻으므로, 통화품질이 크게 향상된다. 또 대역을 늘여가는 확산과정에서 고효율의 오류정정부호를 삽입할 수있으므로, TDMA방식과 같이 대역이 넓지 않은 경우에 쓰이는 중요한 bit들만 오류정정을 하는 다른 집중방식과 비교하여, 통화품질이 좋아질 수있다.

5)Soft Handoff기능

인접 cell들과 동일한 채널을 공유한다는 점과, 다중경로파를 분별할 수있다는 점을 이용하여, Qualcomm방식은 이동단말기의 수신부에 3개의 rake receiver를 두어 수신된 신호중에서 가장 큰 3개의 다중경로파를 골라 각기 복조하여 그 결과를 합하여 신호를 복원하게하여 수신통화품질을 향상시키며, 아울러 단말기가 이동하여 들어가려는 cell의 기지국에도, 원래의 기지국과 동시에 통신로를 열어 줌으로, cell과 cell사이에 통화절체가 연속적으로 일어 나게하는 soft handoff기능을 구현할 수있다.

6)저소비전력

정교한 송신출력제어를 통하여, 시스템 전체적으로 최대용량이 얻어지도록 조절되고 있으므로, 이동단말기의 입장에서는 신뢰도있는 통신이 되기 위한

만큼, 또 다른 통신신호에 미치는 간섭을 되도록 적게 하기 위해서도,최소 송신출력이 요구되어 진다. San Diego에서 있는 시스템검증시험 결과, 단말기의 실제 평균 송신출력이 10 mW수준이어서, 현용의 하나로 그단말기보다 아주 작음이 밝혀 졌다. 이에 따라 다른 방식에 비하여, 휴대단말기의 소형화나 battery 충전시 장시간 사용이 가능하여 졌다.

이상으로 CDMA방식, 특히 Qualcomm방식을 주로 하여 그 중요한 특징들에 대하여 기술하였다. 그러면 CDMA방식에서 수용용량이 얼마나 증가되는가를 개략적으로 계산하여 보자.

$$\text{용량 } N = W/R \cdot 1/(E_b/N_o) \cdot 1/D \cdot F \cdot G$$

여기에서 W는 확산전송율로 1.25 MHz이고, R은 정보신호율로 9.6 Kbps이며, E_b/N_o은 약 7.0 dB이고, D는 Voice Activity Detection율로 약 40%, F는 cell간 Frequency Reuse Factor로 60%, 그리고 G는 sector간 Frequency Reuse Gain으로 2.55/3 sectors 이다.

결과로 1.25 MHz 대역에서 cell당 98 채널을 얻을 수있다는 것을 알 수있고, 비교로 현용 하나로그 AMPS방식으로는 같은 대역에서 cell당 6 채널을 수용할 수있으므로, 대략 16배 차이가 있다.

나. CDMA 표준화 동향

1)표준화 제안

'89년초 Qualcomm사에서 군용 및 위성통신에 쓰이던 대역확산 통신방식을 응용제안하여, '89년말 샌디 애고와 뉴욕에서 현장시험, '91년 11월 최대용량 인증을 위한 공개 실험을 통하여 CDMA 방식의 우수성을 CTIA로부터 인증받았으며, '92년 1월 CTIA이사회에서 TIA에 CDMA방식에 대한 표준규격 제정 가능성에 대하여 조사·연구토록 요청을 하였다. 그 결과, '92년 6월에 CTIA는 CDMA방식을 제2표준으로 채택하기로 정하고 TIA에 표준세부 규격을 제정토록 요청하였다.

2)표준화 경위

'92년 3월 TIA는 CTIA요청에 따라 CDMA방식의 표준규격 제정을 위하여 TR45.5 소위원회를 구성하여 표준화 작업을 개시하였으며, '92년 3월에서 5월까지 CTIA에서 CDMA방식에 대한 공개토론회를 개최하였는데, 여기에서 Qualcomm, Ericsson, SCS(Inter-digital사의 전신)등이 각기 제안한 CDMA방식들에

표 2. 표준규격 제정 대상

규격명	내용	진행상황	표준화완료 예정
IS-95	단말기-기지국간 접속규격	완료	'93년 7월
IS-96	음성부호화기 규격	투표중	'93년 7월
IS-97	기지국 성능 규격	표준규격(안) 제출중	'93년 10월
IS-98	이동국 성능 규격	투표중	'93년 10월
IS-99	데이터 서비스 규격	표준규격(안) 작성중	'93년 12월
IS-41*	시스템간 연동 규격	기본문서 작성중	'93년 10월

주: IS-41은 시스템간 연동에 관한 현용 규격으로서 CDMA시스템과의 연동규격을 보완할 예정임.

대하여 설명하고, 상호 질의 및 응답의 과정을 거쳤다. 이 결과 Qualcomm사 제안의 우수성과 실현 검증성이 인정되어, 이를 기초로 표준규격 시안작성에 본격 착수하게 되었다. '92년 10월에서 '93년 2월까지 TIA의 TR45.5 소위원회에서는 Qualcomm사 제안을 근간으로 한 표준규격 시안작성(PN-3118)을 마치고, '93년 3월부터 4월까지 표준규격 시안에 대한 의견수렴 및 잠정규격(안) 제정을 완료하였다. '93년 4월 19일 TIA의 TR45.5 소위원회에서 잠정규격(안)인 IS-95의 채택여부에 대한 투표실시 결과 84% 찬성(투표결과 찬성:21, 반대:4, 기권:3)을 얻었다. 이후 TIA에서 표준규격으로서의 분구조정 및 반대의견 수렴 등 마무리 작업을 마치고 '93년 6월 재투표과정을 거쳐 7월 16일 CDMA방식잠정표준규격(IS-95)을 채택하였으며, 8월에는 규격이 공표되었다.

3) 추후 일정

CDMA방식의 표준화대상 중에서 가장 중요한 단말기와 기지국간의 무선 접속규격(IS-95)이 우선 표준규격으로 공표되었으며, CDMA방식 관련 표준규격 제정 대상은 IS-95를 포함하여 총 6종이며, '93년 12월까지의 표준화가 완료될 예정이다. CDMA방식 관련 표준규격 제정대상은 표 2와 같다.

IV. 국내연구개발현황

가. 개발목표

'94년 9월에 기본 음성통신기능을 갖춘 CDMA상용 시험서비스 시스템을 개발하여, 서울지역 일부에서 시험서비스를 개시하면서, 기능을 수정·보완하여 '95년 말부터는 우선적으로 상용서비스에 들어갈 수 있도록 초도 상용화시스템개발 일정이 추진되고 있다. 다음 단계에서는 핵심기술의 독자개발 ASIC chip의 이

용과 경쟁력을 갖춘 구조, 그리고 비음성 서비스(데이터, 팩스...)등의 추가기능이 보완한 본격 상용 시스템이 개발되어 '97년부터 서비스에 들어갈 계획이다.

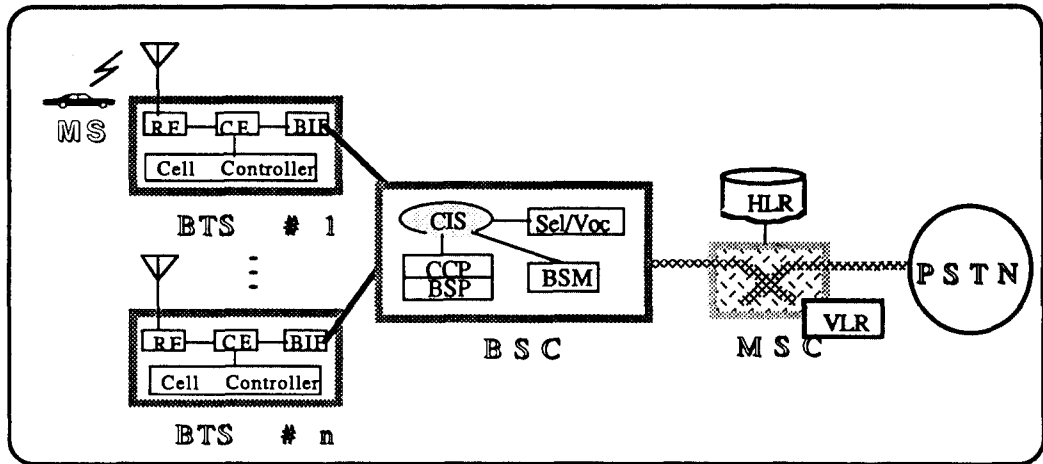
시스템의 개발목표로서는 첫째, 국내 디지털 이동통신 기술기준을 개발하고 둘째, 디지털 이동통신시스템의 표준규격을 제정하며 셋째, 기지국, 이동국, 제어국, 홈위치등록국, 그리고 운용보전 시스템을 개발하며 넷째, 이동통신교환기를 TDX-10에 기능을 추가하여 개발하고 다섯째, 셀룰러망 구성기술 및 운영기술 개발에 있다.

나. CDMA 이동통신시스템 구성

개발될 국내 CDMA 이동통신시스템은 그림 7과 같이 MS(Mobile Station, 이동국), BTS(Base Transceiver System, 기지국), BSC(Base Station Controller, 기지국 제어장치), MSC(Mobile Switching Center, 이동통신교환기), HLR(Home Location Register, 홈위치등록국), VLR(Visitor Location Register, 방문사위치등록국), OMC(Operations & Maintenance Center, 운용보전국)로 구성된다.

(1) BTS: RF 접속을 통하여 이동국과 무선접속을 주관하는 기지국 무선장치이며 이동국과 기지국 제어장치간의 유무선 접속기능을 담당한다. BTS는 RF무선부와 CDMA신호를 처리하는 channel card 및 controller로 이루어진 기저대역처리부, 그리고 BSC와 신호를 주고 받는 BIF부로 구성되어 질 것이다.

(2) BSC: 기지국과 이동통신교환기사이에 위치하여 기지국관리/제어를 담당하며 CDMA시스템의 고유기능은 이곳에서 중단처리되며, 특히 cell간 soft hand-off기능이 vocoder selector에서 처리된다. BTS와의 전송은 T1/E1 중계선이 사용되며, 전송형태는 CDMA방식의 특징인 가변음성부호를 효율적으로 처



- o MS : Mobile Station
- o BTS : Base Transceiver Station
- o BSC : Base Station Controller
- o MSC : Mobile Switching Center
- o HLR : Home Location Register
- o CCP : Call Control Processor
- o BSP : BSC/MSC Signalling Processor
- o VLR : Visitor Location Register
- o CE : Channel Element
- o BIF : Backhaul Interface
- o CIS : CDMA Interconnection Subsystem
- o Sel/Voc : Selector and Vocoder
- o BSM : Base Station Manager

그림 7. 한국형 CDMA 이동통신시스템 구성도

리할 수 있도록 packet으로 이루어져 CIS는 복잡하지 않은 packet교환기구조로 구성될 것이다. 그외에 CCP, BSP 그리고 BSM등이 각종 호출신호의 처리와 No. 7 신호처리를 수행한다.

(3) MSC : 이동가입자에게 각종의 이동통신서비스를 제공하기 위한 시스템으로서, TDx-10의 기본기능인 가입자간 회선교환, 입출중계 호처리 등에 추가로 이동통신 고유기능인 핸드오프, 페이징, 로밍과 인증기능을 포함하고 있으며 VLR 데이터베이스를 내부에 가질 것이다.

(4) HLR : 이동국의 현재 위치정보를 비롯하여 이동가입자의 상태, 통계 및 각종서비스 관련정보를 관리하는 데이터베이스 센터이다.

(5) OMC : 이동통신망에 대한 망운용의 효율화, 보전서비스 향상, 고품질 통신서비스의 유지 및 통신망설비의 효율적 운용을 위한 중앙 집중화된 운용보전 시스템이다.

다. 개발현황

디지털 이동통신 시스템 개발은 '89년부터 ETRI와 기업체 등에서 기본 연구가 추진되어 왔다. 앞절에서

보인바와 같이 세계 최대 시장인 미국에서의 TDMA/CDMA 방식등 여러 방식이 제안되어, 이들 방식들의 장·단점을 검토하고, 또 유럽의 GSM방식에 관하여 오래 기간동안 조사, 연구, 검토하였다. 그 결과, 현재 우리나라에서 미국의 AMPS 아나로그방식이 사용되고 있으며, 이에 따른 주파수 현황, 그리고 세계 최대 시장으로써의 북미의 위치등을 고려하여 미국방식을 따라야 한다는 점에서는 일찍 의견일치가 이루어 졌다.

그러나 TDMA와 CDMA방식중에서 어느 방식을 선택할 것인가에 대하여는 많은 논란이 있어왔지만, 우리나라도 제일 수요가 많이 몰려 있는 수도권에서의 수요 증가추세를 보아 장기적인 해결책을 제시할 수가 있어야 하며, 또 관련 무선기술의 기반이 취약한 실정에서 두 방식 모두 순수하게 자체 개발은 어렵고 어떤 형태로든지 해외 선진 기술과의 협력은 피할 수 없다는 점에서 공동개발등 국제협력의 가능성이 타진되어야 되었다.

이러한 점들이 고려되었고, 또 TDMA기술은 이미 많은 해외업체들이 보유하고 있어서 이를 쫓아가야 한다는 입장이지만, 이보다 앞선 CDMA기술은 유일

하게 미국의 Qualcomm사만이 보유하고 있기 때문에, 이를 택한다면 다른 선진 업체들과의 차이를 줄일수 있다는 면에서 우리나라의 이동통신기술을 도약시켜 국제 경쟁력을 갖출수 있는 아주 좋은 기회이라는 결론에서 CDMA방식을 선호하게 되었고, 그 제안회사인 미국의 Qualcomm사와 공동연구 및 기술전수과정을 통하여, 한국형 CDMA 디지털 셀룰라 시스템을 개발기로 계획하고 기술개발을 추진하고 있다. 이동통신교환기는 우리나라에서 기 개발된 TDX-10을 근간으로 하여 이동통신 교환기능을 구현하고, 부족한 무선기술(CDMA핵심 포함)은 Qualcomm사의 기술을 적극 수용, 활용하기로 하고, ETRI 중심으로 국내 기업체(금성, 삼성, 현대및 맥슨사)가 참여하는 공동개발체제를 갖추어 추진하고 있다.

'93년 9월 현재의 CDMA시스템개발현황은 미국 Qualcomm사와의 2단계 공동개발단계가 거의 종료되고 있으며, 국내에서는 STP(System Test Platform) 구성을 위하여 각 서브 시스템의 H/W 상위 구조설계가 끝나, 공동개발참여업체에서 시제품을 제작하고 있다. 이와 병행하여 각종 S/W의 개발이 진행되고 있다.

이동통신분야의 국내기술수준은 아직은 미성숙단계이지만, 정부의 무선통신환경화 정책, 정보화 시대에서의 이동통신의 역할에 대한 일반의 인식, 또 제 2 이동통신사업자의 선정 및 연기등과 관련하여, 이동통신의 기술자립을 위한 기술개발에의 필요성 및 중요성에 대한 관심과 연구개발 지원태세등에 대한 열의는 어느 선진국가에도 떨어지지 않는다고 보여진다. 이를 잘 융합하여, 산, 학, 연, 관의 유기적인 연구개발 및 지원체제를 갖추어, 차세대 이동통신 시스템의 기본이 되는 디지털 셀룰라 시스템의 국내개발을 독려하여야겠다.

라. 디지털시스템 전환 방안

제 1 사업자는 제한된 주파수 범위에서(현재 800 MHz대에서 15MHz밴드 사용중) 급증하는 수요에 대처하고 아날로그 및 디지털 가입자 모두에게 보다는 양질의 서비스를 제공하기 위해 일부 주파수 대역을 CDMA 방식으로 전환할 필요가 있다. 이경우에 기존 아날로그망을 일시에 CDMA로 전환하기는 현실적으로 매우 어렵다. 이에 일정기간동안은 아날로그와 디지털이 혼재된 상태로 운용되어야 하며 이에 따라 아날로그망과 디지털망사이의 망간 연동이 필요하게 된다.

한편, 제 2 사업자는 가입자 수용용량, 서비스 측면

및 기술추세를 감안하여 디지털 이동통신방식을 채택하고, 사업초기부터 국내에서 개발이 예정되어 있는 CDMA 방식의 시스템으로 망을 구성하는것이 유리할 것으로 보인다. 이러한 점을 고려하여 정부는 지난 6월 제2이동전화사업자의 운영통신방식으로 CDMA 방식을 채택할 방침임을 발표했다.

그러나 이기종 사업자나 시스템간에 연속통화를 제공하는 핸드오프 기능을 제공하는 것이나, 타사업자만의 서비스 지역에서 roaming제공등은 추후 투자 대 효과면을 충분히 고려하여 결정될 사항으로 여겨진다. 특히 미국에서는 기존 이기종 아날로그망과의 연동을 위해 IS-41 규격을 정하고 연동시스템이 개발되어 있으나, 사업자간 핸드오프는 아직 그 서비스가 많이 확산되어 있지 않는데, 이는 이용자의 편리성에 비하여 사업자의 비용-효과 측면에서의 부담이 크기 때문인 것으로 풀이되므로 우리나라에서도 비슷한 양상이 나타날 것으로 기대된다.

그러나 이러한 경우 제1사업자는 이중모드 가입자에게 아날로그와 디지털 서비스 지역에서 자동착신기능(Land-to-Mobile)을 제공할 필요가 있으므로 아날로그-디지털간 접속(Roaming) 및 등록(Registration) 기능은 개발이 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

지금까지 디지털 셀룰러 시스템의 기술개발 현황과 CDMA방식의 특징, 그리고 우리나라의 개발 현황 등에 대하여 살펴보았다. 우리나라에서의 차량전화 서비스 현황을 보면 서울지역은 외국의 대도시의 서비스 양상과 크게 다르지 않아 통화의 불편, 가입자 수용 용량의 부족이 심각한 문제가 되고 있다. 이러한 가입자 수요의 급증은 통신사업자뿐 아니라 연구개발자에게 새로운 도전과 기회를 주고있으며, 이를 주파수재이용 효율이 높은 디지털 이동통신시스템의 개발로 대처하고 있으며, 또 2 GHz대에서의 이용 기술개발도 특히 앞으로 다가올 개인통신(Personal Communication Service)시대를 맞아 준비하여야 할 분야이다.

무선통신 전반에 걸쳐 기술후진국이라 할 수밖에 없는 우리나라의 입장에서 독자적인 디지털 셀룰러 시스템을 개발을 추진하게 된 것은, 정보화사회에서의 무선통신의 역할이 필수적이라는 산학연관의 인식의 일치에서 우리나라의 관련기술을 자립화하기 위한 열망의 표현이다. 그러므로 증대하는 국내 이동통신 수요를 충당하고, 또 수출주도형의 우리나라 산

업구조를 감안한다면, 세계 최대 시장인 특히 미국에서의 상용화 동향에 주의를 기울여 이에 대처할 수 있는 시스템의 국내 표준화 및 기술 개발이 이루어져야 한다는 것은 이론의 여지가 없다. 앞에서 기술된 바와 같이, 미국에서의 상용화 동향이 혼선중에 있으므로, 우선은 국내업체와의 공동개발작업에 박차를 가하여 CDMA 방식 시스템에 기반 기술도 갖추고, 또 국제 경쟁력 있는 시스템을 개발할 수 있는 좋은 기회로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 이동통신 시스템 상용화 전략('93년 2월 9일자), 한국전자통신연구소 이동통신기술연구단.
2. DCN 개발 기본계획서('93년 4월자), 한국전자통신연구소 이동통신기술연구단
3. CDMA SYSTEM ENGINEERING HANDBOOK VOL. 1, Qualcomm 사
4. U. S. CELLULAR SUBSCRIBER FORECAST, Hanifen Imhoff Inc. ('92. 9. 21일자)
5. 이동전화, 무선호출 연도별, 지역별 시설수 및 가입자수, 이동통신(주)
6. CDMA TECHNOLOGY FORUM, TIA TR45. 5 STANDARDS UPDATE ('93년 2월 24일자, 샌디에고), GERARD J. FLYNN(TIA TR45. 5 의장)
7. CDMA 이동통신시스템 기술특성 및 국내 연구개발 현황, 전파진흥 '93 7/8월



李 赫 宰

- 1970년 2월 : 서울대학교 전자공학과(학사)
- 1977년 : Oregon State Univ. 전자공학과(석사)
- 1982년 : Oregon State Univ. 전자공학과(박사)
- 1970년 ~ 1973년 : 해군 기술장교
- 1973년 ~ 1975년 : 주식회사 세양 전자기사
- 1976년 ~ 1982년 : Oregon State Univ. 연구조교 및 Teaching Assistant
- 1983년 ~ 현재 : 한국전자통신연구소 전파기술부장