



디지털 이동통신(CDMA) 기술

金 泰 曄*
Kim, Tai Ha

1. 서론

근래 새로운 통신서비스 분야인 PCS(Personal Communications Service:개인통신서비스)는 대다수 국민이 저렴한 가격으로 언제, 어디서나, 누구와도, 어떤 통신방식으로도 쉽게 이용할 수 있는 보행자 중심의 통신방식과 기존의 아날로그셀룰러 이동통신 방식이 진화한 디지털 셀룰러이동통신 방식이 있다.

여기서 PCS 통신은 저렴(장치 및 서비스 요금)하고 경제적으로 이용할 수 있도록 고안된 통신방식으로 아날로그셀룰러 이동통신의 이동성과 가정용 무선전화기의 저렴하고 편리한 이용성을 고려한 것이다. 기본적으로 디지털셀룰러 이동통신은 고속의 이동성을 보장하는 통신인 반면 PCS 통신방식은 저속의 보행자 위주의 통신 및 가입자 수용용량을 극대화하기 위한 마이크로셀(Micro-cell)에 역점을 두어 개발되었다.

이러한 이동통신망은 차세대이동통신의 주역으로 등장하고 있으며 이용의 편리성과 저렴한 요금 구조로 인해 수년내 통신수요가 급증할 것으로 예측하고 있으며, 가정용 유선망과 더불어 가장 경쟁이 치열한 분야로 예상하고 있다.

지금까지 유선에 의한 가입전화는 한국통신과 데이콤이 국제전화와 시외전화, 이동통신분야는 한국이동통신과 신세기이동통신이, 무선호출(페이징)은 한국이동통신과 지역이동통신 사업체로 양분되었으

나, 금년 상반기에 새로운 통신사업체 선정작업이 완료되면 사업체 수가 십여 업체로 증가하여 국내 통신서비스 시장은 지금까지 그 유래를 찾아보기 힘든 본격적인 경쟁체제로 돌입하게 된다. 현재 통신시장에 참여하기 위한 제안서 작성을 추진중인 업체의 수가 약 100여 업체로 추산되고 있으며 대기업뿐만 아니라 중소기업 등 날로 그 수가 증가하고 있다.

따라서 본고에서는 새롭게 등장한 디지털 이동통신의 기술적 배경과 국내개발CDMA이동통신 기술에 대해 간략히 소개하고자 한다.

2. 도입배경

2.1 국내외 환경

근래까지 사용되고 있던 아날로그 셀룰러 이동통신은 보편적이며 완숙된 기술로 비교적 쉽게 제품의 생산, 시설, 운용되어 왔으나, 통신의 이동성 및 편리성으로 인해 그 수요가 공급을 초월하는 현상이 발생되었고 근래 대도시와 수도권 지역에서는 가입자 증가로 기존의 방식으로는 더이상 회선수용이 불가능한 실정에 이르렀다.

이러한 예측은 이미 '80년말 한국전자통신연구소(ETRI)의 연구보고서에서도 예상한 바 있어 정부와 통신서비스 업체에서는 이를 극복하기 위한 대책을 강구하게 되었는데 이것이 바로 '90년부터 국내에 개발하게 된 디지털 이동통신 무선접속 방식

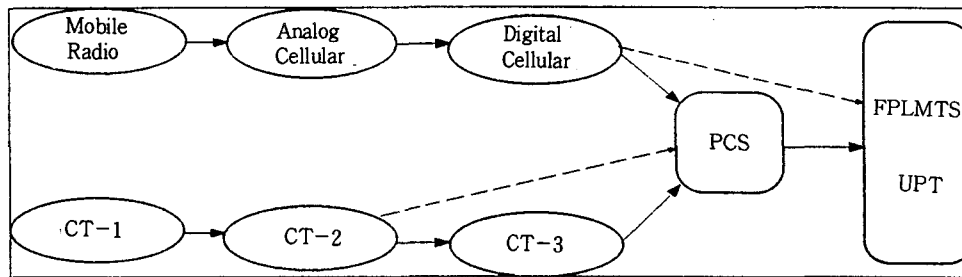
*電氣通信技術士(42회), 한국전기통신공사 근무, 한국통신기술협회 RSG-9 부의장, 한국통신 사내교수.

인 CDMA(Code Division Multiple Access)방식 즉, 부호분할 다중접속 방식을 개발하게 되는 계기가 되었다.

이러한 현상은 우리 나라 뿐만 아니라 선진외국의 경우에도 동일한 현상으로 나타나게 되는데 지역별, 국가별 이익에 따라 각기 상이한 디지털 이동통신의 표준화를 추진하게 되었다.

전세계적으로 디지털 이동통신의 표준화는 무선

접속방식을 기준으로 나누어지는데 우리 나라의 경우 CDMA 방식을 국가표준으로 정하였고, 미국에서는 CDMA와 TDMA(Time Division Multiple Access)방식으로 정하였으며 유럽지역에서는 TDMA접속방식을 이용한 GSM(Global System for Mobile Communication)시스템을 채택하고 있다. 아래 (그림1)은 이동통신 진화과정을 나타내고 있다.



<그림 1> 이동통신 방식의 진화

우리 나라에서는 디지털 셀룰러 이동통신과 개인통신 서비스인 PCS 방식의 무선접속방식 표준이 CDMA로 확정되었고, 국내 개발품인 디지털 셀룰러방식(CMS) 즉, CDMA 통신방식이 '96. 1월 한국이동통신에서 수도권인 경인 지역에 최초로 상용 서비스에 도입하였으며, 제2사업자인 신세기 이동통신도 '96년 4월 서비스 예정이다.

PCS 이동통신 방식의 경우는 '96. 6월 사업자 선정(전국사업자:3업체)후 '98년 서비스를 목표로 하고 있으며 전국적으로 3개의 사업자가 선정될 것이다.

이러한 이동통신의 기술진화 추세는 한정된 주파

수 스펙트럼자원의 효율적 이용과 경제적 활용, 가입자 수용용량 확대를 위해 새로운 디지털기술을 채용한 이동통신분야가 통신산업계의 돌풍을 일으키고 있으며, 또한 정보통신부(MIC)의 상반기 신규통신 사업체 선정과 더불어 금년 중 국내 통신업계의 최대의 뉴스를 제공 할 것이다.

신규통신 서비스의 종류로는 개인통신(PCS : Personal Communication Service), CT-2(Cordless Telephone 2), TRS(Trunk Radio System) 등을 들 수 있다. 참고로 금년 상반기에 신규로 참여할 분야와 업체수는 표1에 보인다.

<표 1> 신규사업체 선정수(예정)

서비스 종류	PCS	CT-2	TRS	무선호출	국제전화	사회전화	무선 데이터	계제도 위성
업체수	3	1/10	1/9	/1	1/	1/	복수	복수

※ 개략임(전국/지역)

2.2 기술적 배경

근래 국내에서 논란이 되었던 디지털 이동통신분야(PCS)의 TDMA, CDMA 방식의 국내 표준화과정, 한국이동통신(KMT)과 신세기통신의 주파수대역 확보를 위한 경쟁 등 이러한 모든 것들이 주파수자원을 확보하기 위한 것이며, 폭증하는 가입자의 수용용량을 확보하기 위해 디지털 셀룰러 이동통신의 도입과 개인통신(PCS)방식에서의 소구역(마이크로) 셀(Cell)방식 도입이 필요로 하게되었고 통신방식 뿐만 아니라 서비스, 이용매체 등에 의해 여러 가지 방법을 강구하게 되었다.

가. 주파수 자원의 극대화 방안

- 1) 셀 반경을 줄인다(매크로셀 → 마이크로셀 → 피코셀)
- 2) 인접 및 동일 채널간 간섭제어
- 3) 전송신호량을 압축한다(줄인다).

나. 디지털 셀룰러 이동통신 서비스 도입

- 1) GSM (Global System for Mobile Communications)
- 2) TDMA/CDMA(CMS)
- 3) FPLMTS(Future Public Land Mobile Telecommunication System)

다. 개인통신서비스(PCS) 도입

- 1) TDMA(DCS-1800, PCS-1900 등)
- 2) CDMA(CMS 등)

3. 디지털 이동통신(CDMA)

3.1 다중접속

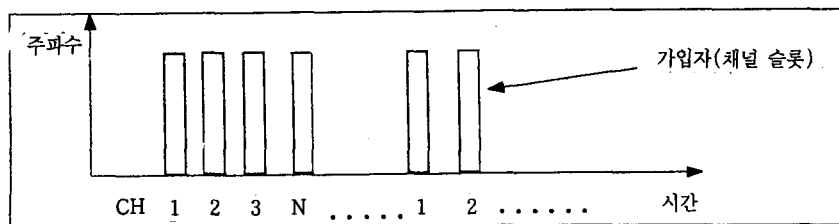
무선통신망에서의 자원의 활용방법을 극대화하기 위해 주파수, 시간, 공간을 이용한 접속기술이 있다. 무선통신망의 자원이란 주파수 자원을 말하는데 위성통신에서 다수의 지구국과 한 개의 위성중계기(transponder)의 효율적 접속을 위해, 또는 이동통신에서 한정된 주파수에 많은 가입자를 수용하기 위해 다원접속(MA:multiple access)이란 방식을 사용하게 된다.

이러한 다원접속의 방법에는 앞에서 말한 주파수(frequency), 시간(time),공간(space)등의 방법과 근래 활발한 개발이 이루어지고 있는 주파수확산 부호분할다중접속이 있다.

- FDMA : 주파수분할다중접속(frequency division multiple access)
- TDMA : 시간분할다중접속(time division multiple access)
- SDMA : 공간분할다중접속(space division multiple access)
- CDMA : 부호분할다중접속(code division multiple access)

가. TDMA (time division multiple access)

시간분할 다중접속은 그간 PCM 등에서 사용되고 있는 방법과 같이 시간을 분할하여 특정한 시간을 각각의 채널에 할당하는 기법을 이용한 것으로 이동통신에서는 가입자 채널을 동일한 주파수 대역에 시간적으로 분할하여 각각의 가입자에게 할당하며 할당된 SLOT 에서만 인가된 가입자를 접속한다.



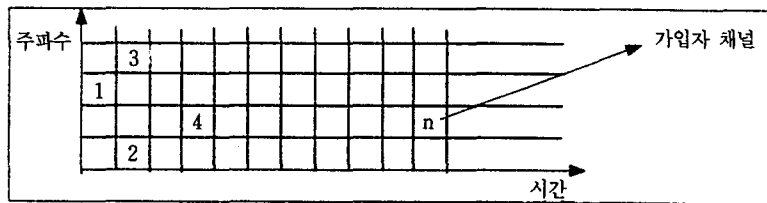
<그림 2> TDMA 개념

TDMA 방식의 특징은 시스템 구성이 쉽고, 일반화된 기술들의 집합이므로 시설비 절감에 유리한 장점이 있다. 이동통신에서 TDMA 방식은 유럽의 디지털 이동통신 표준이다.

나. CDMA (code division multiple access)

부호분할 다중접속은 스펙트럼 확산 통신방식을 이용한 것으로 동일한 주파수대역내에서 각 가입자

채널들 상호간에 상관도가 낮은 부호를 사용하여 정보신호를 변조하고 수신측에서는 송신측에서 사용한 동일한 PN 부호를 사용하여야만 신호의 복원이 가능하도록 조작한 방식이다. 이때 송, 수신 상호간 PN부호가 일치하지 않으면 이 신호는 잡음으로 처리되므로 방해신호에 유리하고 비화성이 월등한 장점이 있다.



<그림 3> CDMA 개념

3.2 SS 통신방식

가. 이론적 근거

주파수 대역과 통신용량에 관한 이론적 근거로 샤논(Shanon)의 통신용량 이론이 있다. 이것은 통신시스템이 에러 없이 정보를 전송할 수 있는 주파수 대역폭과 통신용량에 관한 정의로 다음의 식이 주어진다.

$$C = W \log(1 + S/N)$$

C : 채널용량

W : 주파수 대역폭

S/N : 신호대 잡음비

이 식을 보면 채널용량은 주파수 대역폭을 크게 하든지 변복조기의 S/N 값을 크게 하면 채널용량을 증가할 수 있다는 것이다. 이것만 보면 당연한 내용으로 의미를 부여할 수 없다. 그러나 S/N을 유심히 살펴보면 대역폭을 아주 크게 하면 S/N 값이 아주 적어도 채널용량의 변동 없이 사용할 수 있다는 것이다.

이 원리에 의해 스펙트럼 확산(Spread Spectrum: SS) 통신방식이 개발되었다. SS 통신은

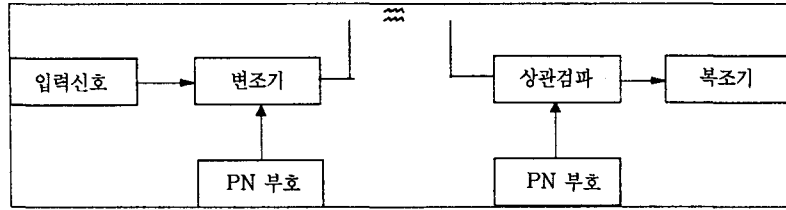
채널대역폭을 수십 또는 수백배 주파수로 확산하여 신호를 백색잡음레벨까지 저하시키는 것으로 일반적으로 신호를 측정할 수 없을 만큼(잡음레벨까지) 저하시킨다.

나. SS 통신원리

SS 통신방식은 원래의 정보신호 보다 월등히 넓은 주파수 스펙트럼으로 확산시키는데 이것은 정보신호 변조시 넓은 스펙트럼을 갖는 의사부호(PN code: pseudo noise code)라 하는 특정의 부호로 변조시킨다.

이 특정의 부호로 변조시킨 반송파를 송신하고 수신측에서 변조 때 사용한 PN부호와 동일한 특성을 가진 부호로 복조하므로 정보의 해독이 가능하게 된다.

이와 같이 SS 통신방식은 특정의 부호로 변조된 신호만을 선택수신하기 때문에 비화성과 동시에 각종 방해파, 잡음의 배제 기능을 갖고 있다. 이것은 곧, 동일주파수대를 서로 다른 부호로 변조된 신호로 많은 통신채널을 공유할 수 있다.



〈그림 4〉 CDMA 시스템 원리

상기의 SS 통신의 구성도와 같이 일반 무선 통신 시스템과의 차이점은 반송 캐리어로 PN 부호를 사용한다는 데 있다. 이것에 의해 신호를 확산하여 변조하고 수신측에서는 상관검파기에 의해 수신을 목적으로 하는 부호와 완전히 일치(상관이 있는)하는 신호만을 선택 수신하게 된다.

여기서 SS 통신방식도 몇 개의 부류로 나누어지는데 PN 부호에 의해 신호를 어떻게 확산시키느냐에 따라 나누어진다.

- Direct Sequence(DS) 방식
- Frequency Hopping(FH) 방식
- Pulse FM or Chirp 방식
- Time Hopping 방식

3.3 이동통신의 발전

가. 이동통신망의 진화

(1) 통화권 구성(Cell의 축소 : 수용용량 증대)

- 큰 셀: 반경 20Km 이상
- 중간셀: 반경 3~30Km
- 작은셀: 반경 1~3Km
- 마이크로셀: 반경 수백m 이내
- 피코셀: 반경 수십m 이내

(2) 전송방식

- 아날로그 → 디지털

(3) 단말의 형상

- 차재 형 → 트랜스 포터블 형 → 휴대 형 →

포켓폰 형

(4) 주파수 대역

- 400MHz → 800~900MHz → 준 마이크로웨이브 대역

나. 이동통신의 기술발전 추세

(1) 새로운 주파수 대역의 이용

- 준 마이크로웨이브 대역이용: FPLMTS (ITU)

- 밀리파 대역의 이용(30~300GHz)

(2) 채널 대역폭의 협대역화(narrow)

- 30KHz → 25KHz → 12.5KHz → 8.5KHz

(3) 디지털화

- 차량 및 휴대용 전화의 수요급증과 서비스의 고도화, ISDN 등 호환성을 고려해 볼 때 디지털화는 필연적으로 요구
- 디지털화 필요성

-주파수 자원의 유효이용: 주파수의 고밀도화, 다중화, 지리적 반복 이용 등 신호 처리에 아날로그 보다 유리함

-서비스의 고도화: 정보 미디어의 다양화, 통신 모드의 다양화

-비용의 저렴화: 송, 수신공동필터 사용가능(TDMA), 부품의 집적화 용이, 대량생산 용이

-단말기의 소형, 경량화: 소비전력 감소로 Battery 무게감소, 소프트웨어 처리용이, 고밀도 집적회로화 용이

-통신보안 유지 및 통화품질 향상: 신호의

부호화로 암호화가 용이하고 신호 검출 및 오류정정, 잡음에 유리

3.4 디지털 셀룰라 이동통신(CDMA) 시스템

전 세계적으로 유일하게 우리 나라에서 국가표준으로 정한 디지털 이동통신 방식이며 미국 Qualcomm사와 기술제휴로 국내에서 CDMA 시스템을 독자적으로 개발한 시스템이며 이를 CMS(CDMA Mobile System)라 한다.

가. 기존 아날로그 AMPS 방식보다 12~15배 정도의 용량증가 예상

나. 미국에서 TDMA 잠정규격으로 채택된 후 군용으로 사용되던 주파수확산통신방식의 DS-SS-SSMA 접속 방식을 상용통신에 이용하면 기존의 아날로그 이동통신에 비해 약 20배의 가입자 수용용량을 증대시킬 수 있다고 Qualcomm에서 제안

다. '89년부터 '90년 사이에 미국 현장실험 통화결과 이러한 기술이 어느 정도 입증되어 미국에서는 TDMA와 CDMA 방식이 표준화 됨

라. CDMA 장점

- 1) 가입자 수용용량의 획기적 증대
- 2) Coverage 가 아날로그 보다 크므로 cell 수가 줄어 듦
- 3) 주파수계획이 단순하고 다중경로 페이딩에 유리한 전파성능을 가짐
- 4) 통신보안에 탁월한 성능을 지님
- 5) soft-Hand off로 데이터 통신 특성이 우수함

마. 국내의 경우에는 셀룰러 이동통신 뿐만 아니라 개인휴대통신(PCS) 통신에까지 CDMA 방식이 표준으로 채택되어 있음

바. CDMA 시스템의 특징

- 1) CDMA 시스템의 원근문제(near-far)해결을 위한 고속의 전력제어
- 2) 다수 사용자 간섭을 줄이기 위한 음성활동 검

- 출(Voice activity detection)에 의한 전송율 조절
- 3) 수신전력 증가를 위한 RAKE 수신기
 - 4) 페이딩 극복을 위한 에러정정부호와 인터리빙
 - 5) 하향채널의 동기를 위한 GPS 신호의 사용 등

사. 채널제어 및 전력제어

1) 채널제어

- Pilot 채널
- Sync 채널
- Access 채널
- Paging 채널
- Traffic 채널

2) 전력제어

- 순방향 전력제어(3~4dB)
- 역방향 (80dB)

아. 채널용량

1) CDMA 방식은 DS 방식의 SS를 이용하여 사용자에게 고유의 PN부호를 부여하므로써 전송하고자 하는 신호를 높은 주파수 대역폭으로 확산하고 수신단에서는 기저대역으로 역확산을 통해 약 20dB의 신호처리 이득(Processing Gain)을 얻게 된다.

2) 또한 음성신호를 0.8~8kbps의 가변 음성데이터의 전송율로 낮추어 적은 전력으로 송신하여도 원하는 음성을 얻을 수 있는 전송율 조정 이득, PN 부호에 의한 주파수 재사용 효과, 안테나 방사패턴 조정에 의한 셀분할 이득에 의해 가입자 용량을 증가시키게 된다.

$$N = (W/R) * (1/(Eb/No)) * (1/d) * F * G$$

N: Call per Cell

W: Bandwidth(1.23MHz)

R: Data rate(9.6Kbps)

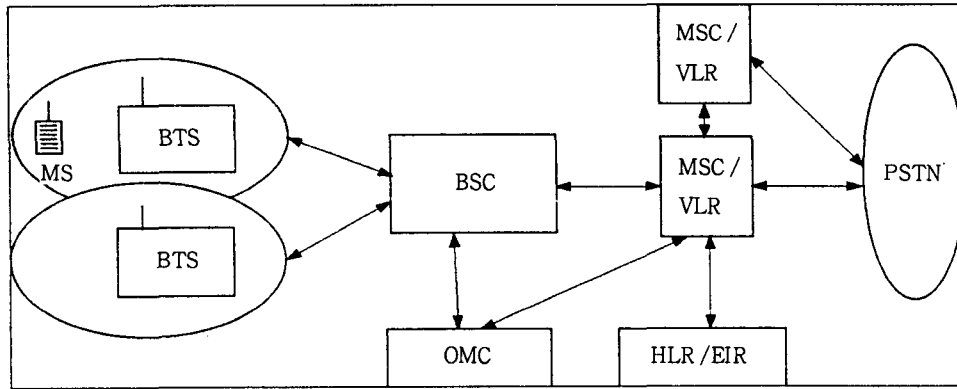
Eb/No: SNR(7dB)

d: Voice Duty Cycle(40%)

F: Frequency Reuse Efficiency(60%)

G: Sectorization Gain(2.55)

자. 시스템의 망구조



BSC : Base Station Controller BTS : Base Transciever Station
 HLR : Home Location Register MS : Mobile Station
 MSC : Mobile Swiching Center VLR : Visitor Location Register

3.5 개인통신(PCS) 시스템

가. 개요

디지털셀룰러 이동통신과의 유사한 방식으로 차이점으로는 셀룰러 이동통신은 차량에 탑재되므로 고속의 이동체통신용으로 사용이 가능하고 서비스에리어가 넓은 반면, 개인휴대통신(PCS)방식은 저속의 보행자 위주의 통신으로 서비스에리어가 좁고(수백 M) 출력이 낮아 동일한 지역에 여러 개의 셀로 나눌 수 있어 가입자 수용용량이 크다.

나. PCS의 특징

- (1) 음성부터 영상까지 다양한 정보를 제공할 수 있도록 계획되어 있다.
- (2) PCS 통신망은 단말기가 어느 곳에 있더라도 통신망을 구성할 수 있는 이동성, 개인의 이동성, 서비스의 이동성에 만족할 수 있도록 한다.
- (3) PCS 통신망은 도심지의 사용자를 수용할 수

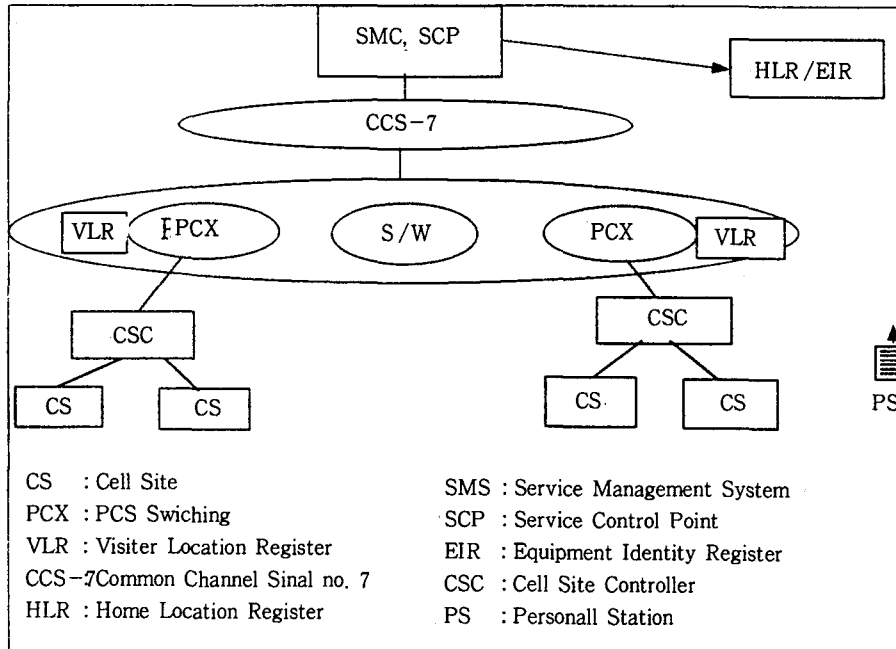
있는 대용량, 작고 저렴한 가격의 단말기, 다양한 서비스 제공, 개인의 이동성, 안전성, 타망과 연동성, 긴 배터리 수명, 보안성과 프라이버시의 보장 등을 만족할 수 있어야 한다.

(4) 주파수 대역은 준 마이크로웨이브 대역을 사용한다.

(5) 무선접속방식 특성

- 가입자 수용 용량의 증가
- Soft Handoff
- 다이버시티를 이용한 통화품질의 향상
 광대역 신호가 가지고 있는 경로다이버시티를 이용하여 페이딩 현상을 극복할 수 있으며, 이를 위하여 Rake 수신기를 이용한 복조기의 구현이 필요함.
- 통화의 보안성 확보가능
- 주파수 계획이 간단하다.

다. PCS 시스템의 망구조



4. 맺는 말

“언제 어디서나 누구와도”라는 통신인의 여망 아래 디지털 이동통신의 새로운 전개를 맞이하게 되었다. 근래 신문과 방송 등 각종 뉴스 미디어를 통해 토해내던 통신의 개방과 경쟁, 사업자선정 등 통신단체와 산업체가 지금같이 통신에 열기를 더한 적은 없었다. 통신방식 즉, 어느 것을 우리나라의 표준으로 채택할 것인가? 어느 방식이 더 경제적이고 경쟁력이 있는가? 글쓴이 본인도 직접 이 분야에 몸담고 있으면서 가장 어렵고 힘든 문제중의 하나였던 것 같다.

시스템을 개발하는 연구소, 기초연구를 담당하는 학계, 시스템 설치와 운용을 담당하고 있는 산업체와 사업자 모든 문제들이 일치될 수는 없었던 것 같다. 이러한 환경에서도 우리 나라의 디지털 이동통신의 표준화가 확정되고 디지털셀룰러 이동통신

에 이어 PCS 서비스도 눈앞에 두고 있다. 앞으로 몇 개월 후면 통신사업자가 선정되고 시스템의 설치와 운용 등을 고려해 볼 때 통신기술사들의 책임 또한 크다고 할 수 있다.

아무쪼록 국내개발제품인 디지털 CDMA 시스템이 셀룰러 방식에 이어 PCS시스템도 성공적으로 개발되어 국내 통신산업계의 획기적인 발전을 기대해 본다.

•참고자료

1. 전자통신연구소, 디지털 이동통신 시스템 개발('91. 12)
2. 한국통신, 개인통신 기술세미나('93. 1)
3. 한국전자통신연구소, 개인통신 서비스개발에 관한 연구('94. 12)
4. 대한전자공학회, 전자공학회지 21권 1호('94. 1)
5. 대한전자공학회, 전자공학회지 22권 9호('95. 9)
6. 대한전자공학회, CDMA 워크샵('95. 8)