〈主 題〉

ETRI의 IMT-2000 연구 개발 현황

장 석 진, 김 응 배, 한 기 철
(한국전자통신연구원·이동통신기술연구단)

◆ 차 례 ◆

Ⅰ. 서론
Ⅱ. IMT-2000을 위한 ETRI의 광대역 CDMA 시스템
Ⅲ. ETRI의 IMT-2000 시스템 개발 현황
Ⅳ. 결론

Ⅰ. 서 론

기술의 발달과 새로운 서비스의 개발에 의해 최근의 정보통신 분야는 하루가 다르게 변화 하고 있다. 다가오는 21세기에는 정보화가 국가 경쟁력의 원천이 되며 무한한 가치 창출 능 력을 가진 정보가 최대의 가치 척도가 될것이다. 이와 같은 흐름속에서 차세대 이동통신은 언제, 어디서나, 누구에게 통신을 가능하게 해줌으로써 인간의 통신생활 영역의 요구를 충족 시켜줄 수 있는 유일한 통신매체로 자리 매김할 것이다. 산업구조의 변화와 개인욕구의 다양화, 급격한 기술 발전 등으로 이동통신에 대한 수요는 최근 들어 폭발적으로 증가하고 있다.

이동통신의 수요가 급증함에 따라 선진 각국에서도 차세대이동통신 시스템의 연구 개발이 본격화되고 있으며, 상당한 연구 결과를 내고있는 나라도 있다. 정보화 시대에 이동전화의 중요성을 인식한 우리나라는 이러한 세계적인 조류에 따라 국내에서도 유선 통신분야에서는 국제 및 시외전화 부문의 경쟁이 확대되었으며, 무선통신분야에서는 이미 서비스를 개시하고 있는 이동 전화부문과 무선호출부문에서 신규 사업자의 선정과 경쟁 도입이 추진되었고, 개인 휴대통신(PCS), 저궤도 위성을 이용한 통신(GMPCS), TRS, 발신전용 서비스 (CT-2), WLL (Wireless Local Loop)등에서 신규통신사업자들이 쏟아지고 있는 등 통신산업의 다원적, 입체적 경쟁을 예고하고 있는 실정이다 [1].

IMT-2000 (International Mobile Telecommunications -2000)은 차세대 이동 멀티미디어 통신의 고품질 서비스를 목표로 전세계 어느 곳에서나 하나의 단말기로 통신이 가능하도록 하자는데 있다. 현재의 이동통식 방식에서는 한국에서 동작하는 이동 전화기를 가지고 일본이나 기타 지역으로 이동하였을 경우 서비스를 받을 수 없다. 이러한 1, 2 세대 이동통신의 불편함을 제거하기 위하여 ITU (International Telecommunications Union)에서는 전 세계 어느 지역에서나 동일 단말기로 통신 가능한 차세대이동통신에 대한 표준화를 추진하기로 결정하고 이를 위한 작업을 진행중이다. IMT-2000이란 2Mbps까지의 전송 속도를 가지고 언제, 어디서, 누구에게나 음성, 데이터, 영상등의 멀티미디어 통신을 가능케하고 국제 로밍 서비스를 제공하게 하는 것이며 시스템 차원에서 볼때 ATM등 초고속 정보통신망을 기반으로 하는 유무선 통합 시스템이다. 이러한 IMT-2000의 선진국 동향을 살펴보면 미국, 일본, 유럽등 선진국은 차세대이동통신 분야에서도 지속적으로 기술적인 우위를 확보하기 위해 업체별로 협력과 경쟁을 통하여 IMT-2000 시스템의 기술 개발을 적극 추진

중이며 이를 국제 표준화에 반영하기 위 해 ITU 표준화 활동에 적극 참여하고 있다. 미국은 민간 기업의 자유경쟁 개발체제로써 기존의 PCS 시스템을 보완, 발전시켜 IMT-2000으로 진화시키고자 하며 이에따라 모토롤라, 퀄컴, 루슨트 테크놀로지, 노던 텔레콤 등이 광대역 CDMA로 진화시켜 나가기로 합의했다. 일본은 IMT-2000 시스템을 구체화시키고 이에 필요한 기술적 과제등을 검토하기 위하여 우정성이 관련 분야 전문가로 IMT-2000에 관한 조사 연구회를 구성하여 운영중이다. 또한 NTT 도코모, KDD, NEC등이 독자 모델을 개발중이나 '92년부터 NTT 도코모가 연구 개발을 주도해 나가고 있다. 그리고 무선 접속방식은 다양한 방식이 시도되고 있으나 광대역 CDMA 방 식이 주류를 이루고 있다. 유럽은 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)란 이름으로 IMT-2000을 추진하며 분야별로 업체가 공동 연구를 수행하고 있다. 한편 RACE 프로 젝트를 통하여 '95년 까지 무선 접속방식, 망 구조 등에 대한 연구 개발을 수행하였으며 현재는 ACTS 프로젝트의 일환으로 기능 검증을 위한 Test-Bed를 구현중에 있다. 또한 UMTS의 무선 접속규격 연구는 에릭슨 중심의 Advanced-TDMA 방식을 병행 추진하여 왔고 현재는 광대역 TDMA 및 광대역 CDMA를 연구중이다. 따라서 세계적인 추세로 볼때 광대역 CDMA 방식이 IMT-2000 기술의 주류를 이룰것으로 보인다 [2], [3].

우리나라에서는 앞으로 2000년대 초에 제공될 차세대이동통신 (IMT-2000) 시스템을 효율적이고 신속하게 개발하기 위해 '97년 1월에 정부, 연구기관 및 국내외 참여기관등이 모여 협의체를 구성하였으며, 연구개발사업의 대외적 명칭을 "차세대이동통신 기술개발사업"으로 하였다. 차세대이동통신 기술개발사업은 '97년부터 오는 '99년까지 3년간에 걸쳐 한국전자통신연구원 (ETRI)을 주관연구기관으로하여 수행하게 되며, 정부와 국내외 97개 참여 업체들이 모여 차세대 이동통신의 기초기반기술 및 표준모델 개발을 수행하게 된다. 또한 이에따른 무선접속방식을 개발하여 ITU등 국제 표준화 기구에 제안하고, 무선접속방식 검증을 위한 Test-Bed를 구축하게되며, 2000년 이후 각 업체가 경쟁적으로 추진하게 될 상용화 개발을 지원하기 위한 표준모델도 구축할 예정이다. 본 고에서는 차세대 이동통신을 위하여 본 연구원이 제안한 IMT-2000 시스템에대해 설명하고 본 연구원에서 개발 중에 있는 차세대이동통신 시스템의 개발 현황을 살펴본다.

II. IMT-2000을 위한 ETRI의 광대역 CDMA 시스템

ETRI는 IMT-2000 시스템의 무선접속 방식으로 광대역 DS (Direct Sequence)-CDMA를 사용 한다. 이 방식을 이용하면 IMT-2000 시스템이 제공해야 할 다양한 서비스 (음성, 영상, 데이터 등)를 가능케 하며 영상 전송의 경우 높은 해상도의 이미지 전송이 가능하다. 또한 광대역 CDMA를 이용함으로써 고속의 인터넷 접속이 가능하다. 이외에도 간섭에의한 영향을 줄일 수 있으며, 패킷 서비스등을 용이하게 하는 장점이 있다. ETRI의 IMT-2000 시스템은 설계시 다음 사항들을 고려하였다.

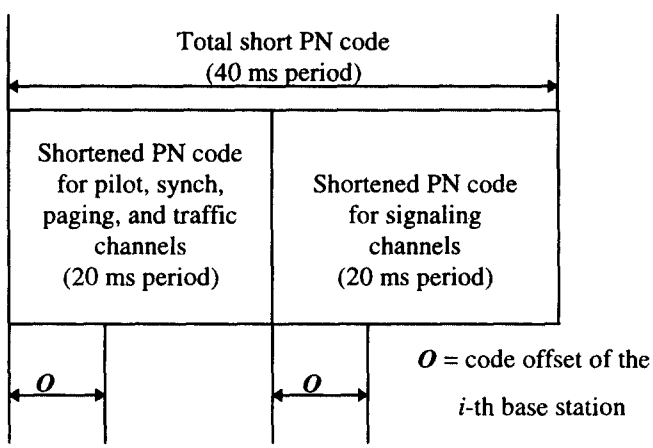
- 저렴한 서비스/단말기 비용
- 2Mbps 까지의 전송률을 갖는 다양한 서비스 제공 : 멀티미디어 서비스 (음성, 영상, 데이 터)와 패킷 데이터 서비스
- 양질의 서비스 제공 : 음성은 무잡음 채널에서 MOS (Mean Opinion Score) 4.0을 가지며 BER (Bit Error Rate)이 10^{-3}일 경우 MOS 3.5 값을 가져야 된다. 데이터 서비스에는 BER이 10^{-6} 이하로 요구된다.

이외에도 높은 주파수 효율을 가져야 하며 다층 셀 구조하에서 시스템 배치가 용이해야 하고 저전력, 소형의 단말기 사용을 고려하였다.

ETRI에서 제안한 IMT-2000 시스템은 다층 셀 구조를 위하여 다중 대역을 갖도록 설계되었다. 여기서 다중 대역은 1.25 MHz의 협대역, 5 MHz의 중대역, 20 MHz의 광대역이다. 각 대역을 위한 칩율은 각각 0.9216 Mcps, 3.6864 Mcps, 14.7456 Mcps 이다. ETRI 시스템은 다층 구조를 갖음으로써 대용량의 전송이 가능하며 주파수 효율을 극대화 시킬 수 있다. 20 MHz의 광대역에서는 2 Mbps 전송률까지 서비스가 가능하며 5 MHz의 중대역에서는 384 kbps 전송률까지 서비스가 가능하다. 1.25 MHz의 협대역에서는 32 kbps 전송률까지 서비스를 제공할 수 있다. 일반적으로 144 kbps 까지는 매크로 셀이 적절하며 384 kbps 까지는 마이크로 셀, 2 Mbps 까지

는 피코 셀이 적당하다. 따라서 ETRI 시스템은 요구되는 서비 스 전송률과 셀 종류에 따른 시스템 배치가 다양할 수 있다. 또한 ETRI 시스템은 셀간 타이밍 동기 방식을 취하며, 셀 안에서 동기 방식의 순방향 링크 구조를 갖는 동기 방식의 CDMA 시스템이다. 셀간 동기방식을 가짐으로써 능동 자기상관기 (active correlator)를 이용한 간단한 코드 획득 시스템을 구현할 수 있다. 또한 이러한 방식은 소프트 핸드오버시 유리하다. 그러나 이런 동기 방식은 GPS와 같은 외부 기준 시간이 필요하다. ETRI 시스템은 동기 방식의 순방향 링크를 가짐으로써 순방향 링크의 용량을 증가시킬 수 있다. ETRI 시스템 물리계층의 순방향 링크는 파일롯, 싱크, 페이징, 트래픽, 시그널 채널로 구성되어 있다. 여기서 파일롯, 싱크, 페이징, 트래픽 채널은 20 ms 주기를 갖는 단기 (short) PN (Pseudo Noise) 코드하에서 왈쉬 (Walsh) 코드로 구별된다. 시그널 채널을 구별하기 위하여 또 다른 단기 PN 코드가 사용된다. 간단한 구현을 위하여 40 ms 주기를 갖는 단기 PN 코드가 사용되며 그림 1은 이를 보여주고 있다.

i 번째 기지국의 코드 옵셋이 O 라면, 시그널 채널을 위한 코드 옵셋 값도 그림 1에서처럼 O 이다. 또한, 어떤 사용자를 위한 트래픽과 시그널 채널에 같은 왈쉬 코드 가 사용된다. ETRI 시스템의 역방향 링크는 파일롯, 액세스, 트래픽, 시그널 채널로 구성된다. 코히어런트 복조를 위해 파일롯 채널이 존재하며, 호 셋업 후에 액세스 채널은 시그널 채널로 바뀐다. 파일롯, 액세스/시그널, 트래픽 채널은 같은 장기 (long) PN 코드하에서 왈쉬 코드로 구별된다. ETRI 시스템의 또다른 특징 중의 하나는 전용 시그널 채널을 사용하는 것이다. 일반적으로 시그널 데이터의 발생 빈도수는 매우 낮기 때문에 협대역 CDMA를 사용하는 IS-95 시스템은 딤앤버스트 (dim & burst) 방식을 이용하여 시그널 데이터를 전송한다. 그러나 이 방법을 이용하면 음성 이나 영상 정보와 같이 실시간 서비스가 필요한 정보는 음질 이나 화질의 저하가 올 수 있다. 또한 멀티미디어 서비스등 다양한 서비스를 제공해야하는 차세대이 동통신 시스템에서 시그널 데이터의 빈도수가 빈번해지면 이 문제는 심각해질 수 있다. 따라 서 ETRI 시스템은 시그널 채



〈그림 1.〉 순방향 링크에서 할당된 단기 PN 코드

ETRI 시스템은 기준 시간을 필요로 하기 때문에 그림 1의 기지국을 위한 코드 옵셋의 할당 은 퀄컴사의 IS-95를 기반으로 하는 PCS 표준 [4]과 비슷하다. 또한 파일롯, 싱크, 페이징, 트래 픽 채널을 위한 널을 트래픽 채널에서 따로 분리시킴으로써 이러한 문제를 해 결하였다. 그러나 유효한 시그널 데이터의 존재 유무에 관계없이 어떤 물리 계층을 항상 시그널 데이터가 점유한다면 이는 용량의 감소를 초래한

다. 따라서 시그널 데이터가 유효하지 않을경우 DTX (Discontinuous Transmission) 정보가 시그널 채널을 통하여 전송되도록 ETRI 시스템을 설계하였다. CDMA의 장점들 중에 하나는 음성 활성도를 이용하여 셀의 용량을 증가 시킬 수 있는 것이다. ETRI 시스템은 CDMA의 이러한 특징을 이용하기 위하여 가변 전송률 을 갖는 CS-ACELP (Conjugate Structure-Algebraic CELP) 음성부호화기를 사용할 예정이다. 표2는 ETRI 시스템의 사양을 보여준다.

III. ETRI의 IMT-2000 시스템 개발 현황

ETRI는 2000년대 상용화를 목표로 국제 경쟁력이 있는 IMT-2000 시스템 개발을 지원하기 위하여 표준(안)을 연구하고, 표준모델을 개발하며, 핵심부품기술을 확보할 예정이다. 이를 위해 ETRI는 1997년부터 1999년까지 3개년 동안 차세대이동통신 기반기술 연구와 차세대 이동통신 표준모델 연구의 두가지 방향으로 나누어 연구를 추진할 예정이며, 다음과 같은 연구 개발 목표를 갖고 있다.

〈표 2〉 ETRI의 IMT-2000 시스템 사양 [5]

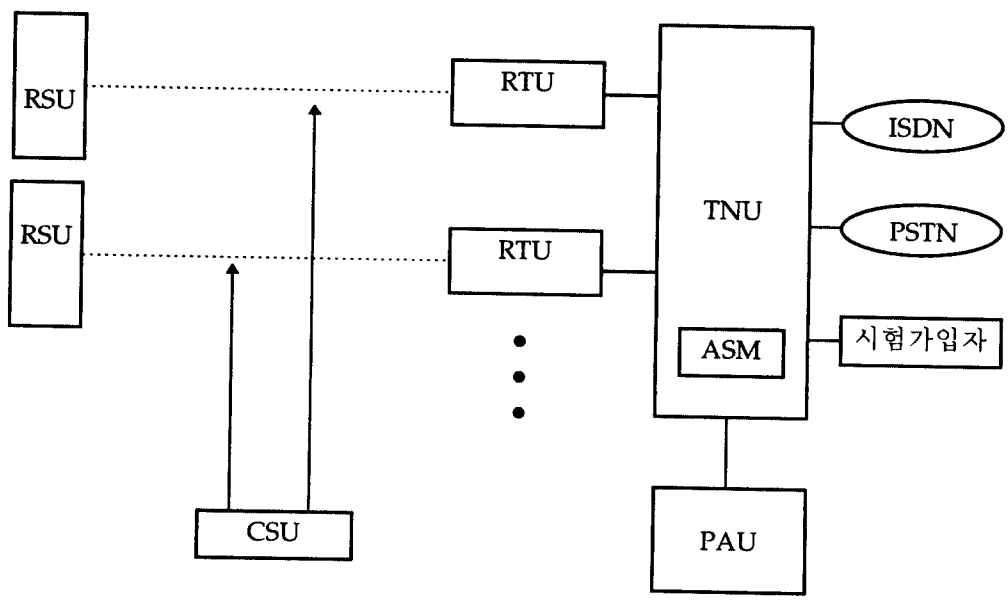
Multiple Access		Wideband DS CDMA	
Duplex Scheme		FDD	
Channel Spacing		1.25/5/20	
Chip Rate		0.9216/3.6864/14.7456 Mcps	
Frame Length		10 msec	
Inter Base Station Synchronization		Synchronous	
Modulation :: Forward/Reverse Link		QPSK/QPSK	
Spreading :: Forward/Reverse Link		QPSK/QPSK	
Spearding Code :: Forward/Reverse Link		Short and Long PN code	
Channel Structure	Forward Link	Pilot/Synch/Paging/Signal/Traffic Code Multiplexed	
	Reverse Link	Pilot/Access/Signal/Traffic Code Multiplexed	
Detection		Coherent with Pilot Channel	
Pilot Symbol Rate		Continuous	
Power Control	Forward Link	Fast Closed Loop* and FER based	
	Reverse Link	Open Loop & Closed Loop (1.6 kbps)	
Multi-Rate		Variable Symbol Spreading and Multi-Code	
Speech Coder		Variable CS-ACELP(8/4/1.6 kbps)*	
Rate Detection		Blind	
Traffic Channel Coding		Voice	Convolutional Rate 1/3 K=9
		Date	Convolutional Rate 1/3 K=9 and RS code

* : Under Development

- 국제 표준화 연구를 통하여 국제 규격 표준안 제안 및 제정
- 차세대 이동통신용 무선접속 Test-Bed를 개발하여 무선접속 성능을 평가, 분석하고 차세대 이동통신 시스템 기반 기술을 확보
- 상용화가 가능한 차세대 이동통신 표준모델의 시제품을 개발하여 2002년 상용 서비스에 대비하고 차세대 이동통신 시스템 개발 선진국으로 진입
- 단말기 및 기지국용 핵심 무선 부품을 개발하여 세계적인 통신 부품 수출국으로 부상

3.1 차세대이동통신 기반기술 연구

차세대이동통신 기반기술 연구는 표준화 연구, 무선접속 Test-Bed인 ATP (Air-interface Test Plant) 개발, 기반기술 연구 및 핵심부품 개발의 4개 분야로 구분하여 추진중에 있다. 표준화 연구에서는 국제 표준화에 우리나라가 제안한 표준(안)이 채택 또는 반영될 수 있도록 무선 접속 규격서 작성 및 ETRI 시스템의 성능 시뮬레이션을 수행하며, 현재 ITU에 제출할 RTT (Radio Transmission Technology) 규격, 무선접속 프로토콜 규격, 망 프로토콜 규격을 작성하고 있다. 또한 ETRI에서 제안된 무선접속 성능을 평가, 분석하기 위하여 개발 중에 있는 ATP Test-Bed는 그림 2와 같이 주요 기능을 수행하는 3개의 서브 시스템 (RSU, RTU, TNU)과 시스템의 성능 분석과 같은 보조 기능을 수행하는 2개의 서브 시스템(CSU, PAU)으로 구성되어 있다. 이 ATP시스템 개발은 3단계로 구분되어 진행될 예



RSU : Radio Subscriber Unit
CSC : Channel Simulator Unit
RTU : Radio Transceiver Unit
TNU : Transcoding and Network interface Unit
ASM : ATP System Manager
PAU : Performance Analysis Unit

〈그림 2.〉 IMT-2000을 위한 ATP 무선접속 Test-Bed의 구조

정이며, '97년도 말에 1단계 ATP 시스템이 개발되어 구축되고, '98년도 말에 2단계 ATP시스템이 구축되며, '99년도 말에 3단계 ATP 시스템이 구축되는 것을 목표로 하고 있다. 표 2는 ATP 시스템의 각 단계별 사양 및 구현 시기를 보여준다. 현재 예정대로 1단계 ATP 시스템이 구현 중에 있으며 이 테스트 베드를 이용하여 ETRI에서 제안한 무선 규격의 성능 및 타당성이 검증될 것이다.

- 간섭 잡음 제거 기술 성능 평가 및 설계 기술 연구
- Smart 안테나 설계 기술 연구
- 멀티미디어 프로토콜 연구
- 국제간 roaming 연구

그리고, ETRI는 우리나라가 이동통신 무선 부품의 기술 자립을 이룩하고 세계적인 통신 부품 수출국으로 부상할 수 있도록 다음과 같은 핵심부품 개발

〈표 2〉 APT 무선접속 Test-Bed의 단계별 사양

구 분	1 단계 ('97년)	2 단계 ('98년)	3 단계 ('99년)
대역	5 MHz	1.25/20 MHz	좌동
서비스	음성(8kbps 이하) 영상(128kbps 이하) 데이터(128kbps 이하)	음성(8kbps 이하) 영상(128kbps 이하) 데이터(128kbps 이하)	음성(8kbps 이하) 영상(128kbps 이하) 데이터(128kbps 이하)
음성 부호화	CS-ACELP	Variable CS-ACELP	Variable CS-ACELP
영상 부호화	동영상(H.324)	동영상(H.324)	동영상(H.324+H.263)
Handoff	Soft-handoff	Soft-handoff	좌동
Power control	Reverse	Forward/Reverse	좌동
변조 및 복조 구현방법	FPGA, DSP	ASIC, DSP	ASIC
구성요소	RSU : 10개 RTU : 2개 TNU : 2개 CSU : 1개 PAU : 2개	추후 검토	추후 검토
프로토콜	자체 프로토콜	자체 프로토콜	ITU 표준 프로토콜
망 접속	PSTN 가입자 정합	PSTN 가입자 정합, ISDN Basic Access	PSTN 가입자 정합, ISDN Basic/Primary Access
구현 시기	1997년	1998년	1999년

또한 ETRI는 차세대이동통신 시스템의 기반기술을 확보하기위해 다음과같은 연구를 수행하 고 있다.

- 광대역, 가변 대역 CDMA 전파 환경에서의 채널 모델링 및 시뮬레이션 연구
- 고속데이터 전송방식 모뎀 기술연구
- 단말기에서의 선형 증폭기 기술 연구

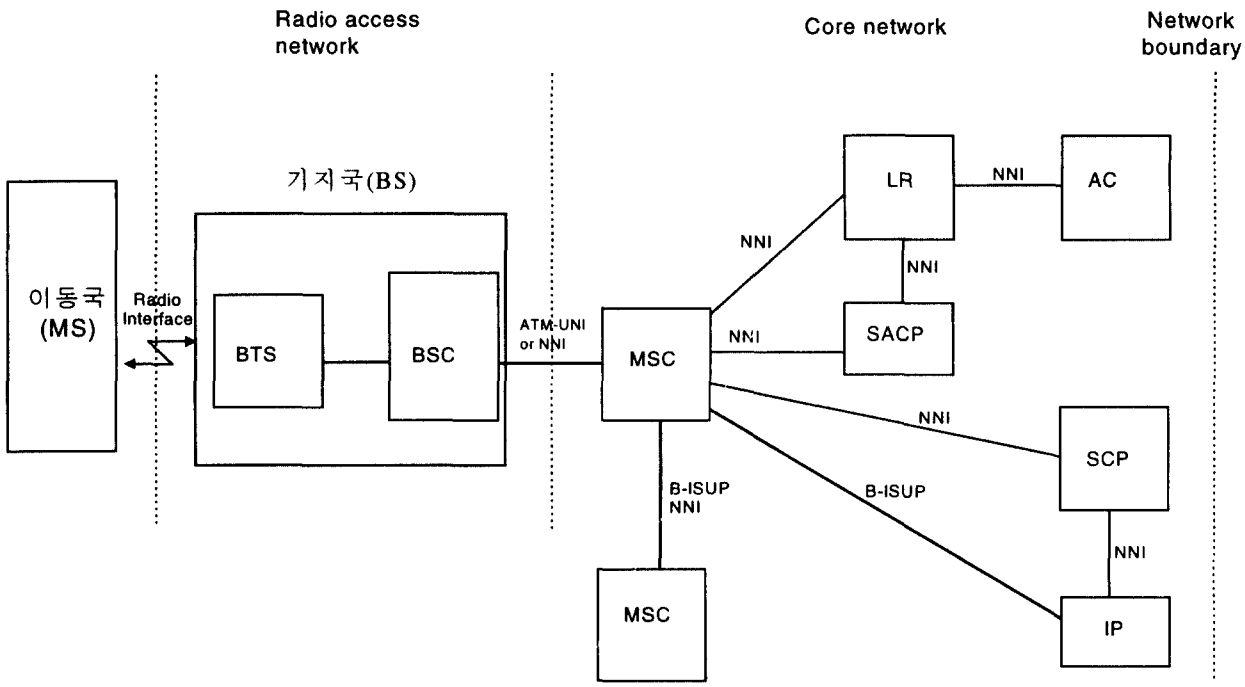
을 목표로 하고 있다.

- 단말기용 VCO (Voltage Control Oscillator)
- 단말기용 변조 및 복조기
- 단말기용 비터비 디코더
- 단말기용 RS 디코더
- 단말기용 RF 듀플렉서

- 단말기용 트랜시버 MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit)
- 단말기용 Power Amp.
- 기지국용 변복조 ASIC
- 기지국용 RF 장치
- ATM 정합용 ASIC

3.2 차세대이동통신 표준모델 연구

ETRI는 차세대이동통신 표준모델 연구에서 IMT-2000 표준모델을 개발하여 '99년부터 각 업체가 경쟁적으로 개발할 예정인 상용제품의 기능검증이 가능하도록 하며, IMT-2000 단말기 및 네트워크 시스템의 효율적인 개발을 유도하고 중복 투자를 방지



MS : Mobile Station
BTS : Base Station Transceiver Subsystem
BSC : Base Station Controller
MSC : Mobile Swiching Center
UNI : User Network Interface
NNI : Network Network Interface
B-ISUP : B-ISDN User Park
LR : Location Registration
AC : Authentication Center
SACP : Service Acsess Control Point
SCP : Service Control Point
IP : Intelligent Peripheral

〈그림 3.〉 IMT-2000 표준모델의 구조

하여 국내 정보통신산업 의 국제 경쟁력 제고에 기여할 예정이다. 앞서 설명한 ATP 시스템은 무선 접속 규격을 검증 하기위한 하나의 Test-Bed 이지만 이 연구에서 개발하게 될 표준모델은 업체들의 필요에따라 바로 상용 시스템으로 개발할 수 있는 검증 시제품이다. IMT-2000 표준모델은 그림 3과 같이 크게 MS, BTS 및 BSC 그리고 교환 기능을 하는 ATM-SW (스위치) 와 호처리 및 가입자 정보를 처리하는 망장치로 구성되어있다. IMT-2000 표준모델 개발은 2단계로 구분되어 진행될 예정이며, '98년도 말에 1단계 시스템이 개발되어 구축되고, '99년도 말에 2단계 시스템이 구축되는 것을 목표로 하고 있다. 현재는 '98년도 1단계 시스템에대한 상세 설계 및、일부 기능 구현을 수행하고 있다. 표 3은 IMT-2000 표준모델의 단계별 사양 및 구현 시기를 보여 준다.

〈표 3〉 IMT-2000 표준모델의 단계별 사양

구 분	1 단계 ('98년)	2 단계 ('99년)
대역	1.25/5/20 MHz	좌동
서비스	음성(8kbps 이하) 영상(128kbps 이하) 데이터(128kbps 이하)	음성(8kbps 이하) 영상(384kbps 이하) 데이터(2Mbps 이하)
음성 부호화	Variable CS-ACELP	좌동
핸드오프	Soft Handoff	좌동
Power control	discrete	MMIC
변복조부 구현방법	ASIC, DSP	ASIC
무선 프로토콜	자체 프로토콜	ITU 표준 프로토콜(예정)

IV. 결 론

정보통신은 향후 미래사회에서의 가장 유망한 산업으로 부상하고 있으며, 특히 이동통신은 2000년대 중반에 전체 통신서비스의 약 50% 정도를 점유할 것으로 예상되고 있어 미래 고도 정보화 사회를 열어가는 주역으로 급부상하고 있다. 과거 10년간이 고밀도 집적회로 기술을 이용하는 메모리를 중심으로 하는 반도체 혁명의 시대였다면, 향후 10년은 초고속 정보통신망과 광대역 종합이동통신을 근간으로하는 정보통신혁명의 시대라 할 수 있으며, 최근 들어 급격히 발전하고 있는 이동통신은 디지털 시대를 맞이하여 그 발전속도가 점차 가속화 되고 있다.

우리나라는 디지털 셀룰러 분야에서 세계 최초로 CDMA 기술을 상용화한 국가로서 CDMA 기술의 전세계적 확산 및 보급에 주력하는 CDMA 기술 주도국으로 부상하였으며, 차세대이동통신분야에서도 확보된 CDMA 관련 기술을 바탕으로 IMT-2000 기술을 개발하여 기술 선진국의 위치를 계속 이어가는 한편 국제 표준화 등에 우리나라의 의사가 적극 반영되도록 노력한다면, 현재의 CDMA 기술 주도국에서 21세기 고도 정보화 사회를 열어가는 차세대 이동통신 시스템인 IMT-2000에 대해서도 선진 주도국의 역할을 계속 이어갈 수 있을 것으로 기대된다

[6].

이의 기대에 부응하기 위하여 세계 최초의 CDMA 기술을 상용화한 국가로서 만족하지 말고 독특하면서 현재 기술로써 실현이 가능한 국내의 IMT-2000 무선접속 규격안을 조기에 확정하고 이를 토대로 ITU에 국내의 무선전송기술 후보안을 제출하고 정부, ETRI, 산업계, 학계 등이 일치단결하여 IMT-2000 표준모델 및 상용시스템의 개발에 매진하여야 할 것이다.

〈참고문헌〉

[1] 이동통신기술연구단 NEWS21, 한국전자통신연구원, 1997년 5월.

[2] 신용섭, "CDMA 개발을 통한 IMT-2000으로의 전환 전략", TTA 저널, 51호 1997.

[3] 이문호, "IMT-2000을 위한 채널 코딩 기술", 한국통신학회지 제14권 제9호, 1997년 9월.

[4] Radio system characterization for the proposed IS-95 based CDMA PCS standard, Qualcomm, Nov. 1994.

[5] 제 2회 CDMA Tutorial, 한국전자통신연구원, 1997년 10월.

[6] 강법주, 한영남, 한기철, "IMT2000/FPLMTS 국제 표준화 동향 및 대응 방안", 주간기술동향, 한국전자통신연구원, 1997년 5월.

장 석 진

<약 력>
1991년 2월 : 고려대학교 전자공학과(학사)
1993년 2월 : 고려대학교 전자공학과(석사)
1993년~현재 : 한국전자통신연구원 연구원
이동통신기술연구단 이동통신방식 구실
관심분야 : 디지털 이동통신, 음성 및 적응 신호처리

한 기 철

<약 력>
1974년 2월 : 고려대학교 재료공학과(학사)
1977년 2월 : 고려대학교 대학원(석사)
1995년 2월 : 고려대학교 대학원(박사)
1977년 3월 : KIST 부설 전자통신연구소 연구원
1997년 12월 : 한국전자통신연구원
1987년 1월 : AT&T Bell Labs 초빙연구원
1983년 11월~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
이동통신기술연구단 이동통신 통연구부 부장
관심분야 : CDMA 디지털 이동통신, IMT-2000

김 응 배

<약 력>
1981년 2월 : 고려대학교 전자공학과(학사)
1983년 2월 : 고려대학교 전자공학과(석사)
1983년 2월 : 금성전기(주) 연구소
1988년 2월 : 한국통신진흥(주)
1983년 11월~현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원
이동통신기술연구단 이동통신 식연구실
관심분야 : CDMA 디지털 이동통신, IMT-2000, IT