

〈主 題〉

# High-speed Wireless Technologies

정 규 석

(한국이동통신(주) 중앙연구원)

□ 차 례 □

- I. 서 론
- II. 무선접속기술
- III. 압축기술의 발전

- IV. 무선기술을 이용한 초고속 통신서비스
- V. 맺음말

## I. 서 론

최근 급격한 통신 및 컴퓨터 기술의 발전과 더불어 뉴미디어 제품이 대거 출현하여 인간생활의 대변혁이 일기 시작하고 있다. 사람들은 이제까지 데이터, 음성 등 저속의 정보를 이용하던 시대에서 벗어나 다량의 데이터, 영상등 고속 광대역의 멀티미디어 정보에 대한 요구가 일반화되고 있다. 이런 상황에서 멀티미디어 서비스를 언제 어디서나 원하는 사람에게 자연스럽게 편리한 형태로 제공하기 위해서는 초고속정보통신망의 구축이 필수적이다.

보통신망을 중심으로 투자 및 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 초고속정보통신망이 출현하게 된 배경은 그림1과 같이 크게 네가지 측면에서 기인한다. 첫째, 최근의 국민의 수요 형태가 개인화 추세에 있으며, 이에 따른 대화형 영상서비스등과 같은 뉴미디어 서비스에 대한 가입자의 요구가 증대하고 있고, 또한 이러한 기술을 생산성 향상 수단으로서 활용하려는 요구가 급증하고 있기 때문이다. 둘째, 고속 대용량의 정보를 처리할 수 있는 관련 기술의 눈부신 발전이다. 미디어처리 기술, 데이터 저장 기술, 컴퓨터 처리 속도의 향상 그리고 유무선 영상전송 기술의 비약적인 발전으로 인해 초고속정보통신망을 통한 다양한 멀티미디어 서비스의 제공이 가능해지게 되었다. 셋째, 현재의 음성, 데이터 위주의 단방향 서비스에서 홈쇼핑, 홈뱅킹, 원격교육, 원격진료, 양방향 CATV, 주문형비디오, 주문형 게임, 주문형 뉴스등과 같은 양방향 멀티미디어 서비스의 제공이 새로운 사업분야로 부각하고 있다는 점이다. 그리고 마지막으로 이러한 각종 요구를 충족시켜 줄 수 있는 망 구축 기술의 발전을 들 수 있다. 초고속정보통신망의 접속형태로는 광케이블과 동축케이블의 혼합형인 HFC(Hybrid Fiber Coax), 각 가입자 댁내까지 광케이블을 구축하는 FTTH(Fiber To The Home), 각 노드까지 광케이블을 구축하는 FTTC(Fiber To The Curb)등의 유선망 접속방안과 기간망으로 초고속정보통신망을 이용하고 광대역 가입자망으로 무선망을

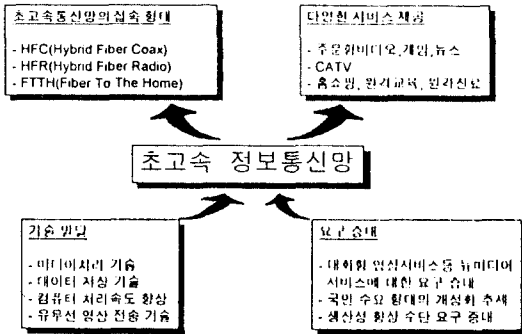


그림1. 초고속정보통신망의 출현 배경

멀티미디어 구현을 위한 다각도의 노력중에서 기반 영역에 속하는 망구축은 국가적인 차원에서 초고속정

이용하는 HFR (Hybrid Fiber Radio)와 같은 무선망 접속방안이 있다. 최근, 엄청난 광케이블 포설비용의 소요와 망 구축기간의 장기화에 따라 유선 초고속 정보통신망의 구축이 지연됨에 따라, 초고속 정보통신의 조기 활성화를 위해 미국, 일본을 포함한 여러 국가에서 무선 접속 방안이 급속히 부각되고 있는 실정이다. 이는 무선 접속 기술이 망 구축의 용이 및 경제성, 망 확장성 및 유연성 우수, 신속한 설치 가능등의 여러가지 장점을 갖고 있기 때문이며, 위치 및 시간의 제약으로부터 벗어나 필요한 정보 및 통신에 대한 욕구를 무선통신의 급속한 기술 발전으로 해소할 수 있기 때문이다.

본 고에서는 초고속 통신서비스 기술 및 이용 활성화에 가장 효율적으로 접목될 것으로 예상되는 무선 기술의 현황과 발전방향에 대해 살펴본다.

## II. 무선접속기술

초고속 통신서비스의 구현을 위해 구축되는 초고속 정보통신망에 무선의 개념이 적용된 것은 음성, 데이터, 영상등의 다양한 형태의 정보를 시간과 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 누구와도 신속하고 편리한 방법으로 주고 받기를 원하는 가입자의 요구가 가장 주된 원인이다. 그리고 기존 주파수 자원을 효율적으로 이용할 수 있는 CDMA기술과 같은 주파수 자원 이용기술이 발전되고 새로운 대역의 주파수 자원 개발이 활발히 진행되고 있으며, 신호처리기술 및 압축기술과 같은 관련 기술의 비약적인 발달때문이다. 무선망의 경우 경제적인 망 구축이 가능하고 망 구성에 유연성이 우수하며 망 확산 및 보급을 신속하게 전개할 수 있기 때문에 최근 관심이 고조되고 있다.

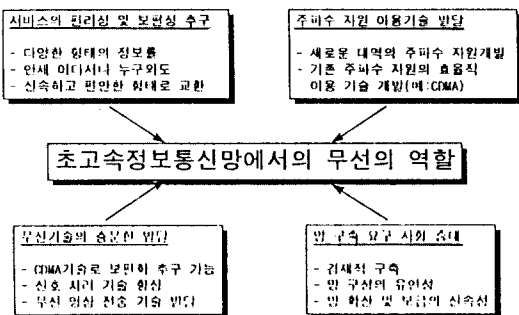


그림2. 초고속정보통신망에 무선 개념 적용

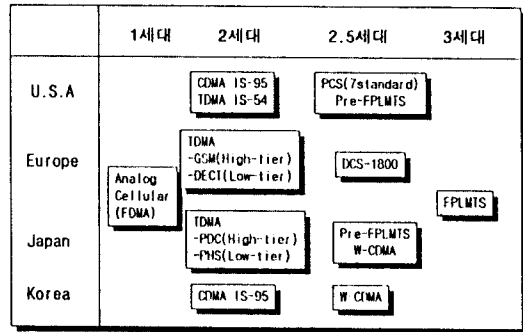


그림3. 이동 및 무선접속기술의 발전 단계

이동통신 시스템의 핵심 기술인 무선 접속 기술은 1세대 주파수 분할 다중 접속 방식(FDMA:Frequency Division Multiple Access)과 2세대 디지털 셀룰라 이동통신 방식인 시 분할 다중 접속 방식(TDMA:Time Division Multiple Access)과 코드 분할 다중 접속 방식(CDMA:Code Division Multiple Access)으로 나누어져 있다.

유럽(GSM), 미국(IS-54) 그리고 일본(PDC)등지에서 표준안으로 채택하여 상용 서비스 중에 있는 TDMA방식은 송수신내에 할당된 일정한 타임 슬롯(time slot)을 이용하여 이동국으로 신호를 송출하면 공간상에서 송신 신호가 중첩되거나 시간적으로 상호 간섭을 일으키지 않도록 각 송신 시간을 조정하여 통신하는 방식으로 기존의 아날로그 방식보다 약 3배 정도 용량을 갖도록 되어 있다.

CDMA방식은 확산 신호를 이용하여 정보신호의 대역폭보다 훨씬 더 넓은 전송 대역폭을 가지고 전송하고, 수신측에서는 역확산시켜 원 신호를 추출하는 대역 확산(spread spectrum)방식을 일반적으로 이용한다. 국내에서는 대역 확산 방식중의 하나인 직접 확산(DS:Direct Sequence)방식을 이용하여 기존 아날로그 방식에 비해 10배 이상의 용량의 향상과 보안유지가 가능하고 간섭이나 다중 경로 페이딩(multipath fading)에 강하며 통화 품질이 향상된 CDMA방식을 이동통신 시스템으로 채택하였다. 최근 부단한 노력으로 CDMA기술 토착화에 성공하여 세계 최초로 CDMA방식의 디지털 이동전화 상용서비스를 실시하고 있다. CDMA기술에 대한 각국의 기술개발 현황은 그림2에서와 같이 2.5세대의 구현을 위한 기술 개발에 주력하고 있는 상황이라 할 수 있다.

현재 무선 공중망에서 제공되고 있는 무선 서비스

는 크게 셀룰러 계열의 공중망을 통한 음성 및 저속 데이터 서비스, 코드리스 계열의 공중망을 통한 음성 및 저속 데이터 서비스로 구분된다. 셀룰러 계열에는 아날로그 방식의 AMPS, 디지털 방식의 GSM, DCS-1800, D-AMPS, CDMA 등이 있으며, 코드리스 계열에는 DECT, PHS등이 있다. 표1에서는 대표적인 시스템 별로 제공되는 서비스 및 특성, 사용자 데이터 전송능력 등에 대해 간단하게 비교하였다. 표1에 나타난 바와 같이 기존 무선 공중망에서 제공할 수 있는 무선 서비스는 무선 접속 기술 및 시스템 구조의 한 계로 음성 및 저속 데이터 서비스 위주이었다.

Cell Site, Radio Port) 등의 새로운 망 요소를 초고속 정보통신망의 ATM교환기의 종단에 수용해 유선 가입자망과는 다른 형태의 새로운 하부망 구조(가입자망 구조)이다. 이러한 구조의 무선 가입자망을 구축하기 위한 방안으로는 몇가지 방안이 있다. 첫째, 현재 보급중인 마이크로웨이브나 밀리미터파를 이용한 고정형 광대역 무선 가입자망의 구축이다. 고정형 광대역 무선 가입자망을 이용한 서비스는 무선CATV 서비스일 것이다. 무선CATV망이 공급받고 있는 프로그램은 위성을 통해 제공받거나 광케이블을 통해 제공받고 있으며 가입자까지의 망을 무선으로 구축한

<표 1> 현재의 무선 시스템 표준 비교

시스템	주요 특징	데이터 속도
D-AMPS (Digital AMPS)	- AMPS를 기반으로 한 복미의 디지털 셀룰러 통신 표준(IS-54) - 800MHz 주파수대의 TDMA/FDD 방식 - 캐리어당 3개의 채널	- CH Bit Rate : 48.6Kbps - Coded Bit Rate : 8Kbps - Data Service : 2.4, 4.8, 9.6Kbps
GSM	- 유럽의 표준 디지털 셀룰러 통신 방식 - 800MHz 주파수대의 TDMA/FDD방식 - 캐리어당 8개의 채널	- CH Bit Rate : 270Kbps - Coded Bit Rate : 13Kbps - Data Service : up to 9.6Kbps
DECT	- 무선 PABX와 공중망에서 동시에 사용될 수 있는 코드리스 계열의 유럽 통신 표준 - 1.8-1.9GHz대의 TDMA/FDD방식 - 캐리어당 12개의 채널	- CH Bit Rate : 1152Kbps - Coded Bit Rate : 32Kbps - Data Service : 16, 32, 64, 128, 384Kbps
Q-CDMA	- CDMA에 기초한 2번째 복미 디지털 셀룰러 통신 표준 - 800MHz 주파수대의 CDMA/FDD 방식 - 캐리어당 64개의 채널	- CH Bit Rate : 1,2288Mbps - Coded Bit Rate : 1.2-9.6Kbps - Data Service : up to 9.6Kbps
PHS	- 일본의 코드리스 계열의 통신 표준 - 1.8 - 1.9GHz대의 TDMA/TDD방식 - 캐리어당 4개의 채널	- CH Bit Rate : 384 Kbps - Coded Bit Rate : 32Kbps - Data Service Up to 4.8Kbps

그러나 장차 유선망이 초고속정보통신망으로 확장되고, 서비스도 음성, 데이터, 영상등 멀티미디어 서비스로 발전 및 통합됨에 따라 무선 접속 기술도 가입자 서비스 요구에 따라 유선망과 대등한 수준으로 확대되어야 할 것이다. 마지막으로 전세계적인 인터넷이 가능하며 멀티미디어까지 통신가능한 진정한 의미의 언제, 어디서나, 원하는 사람과 어떤 종류의 정보도 서로 통신할 수 있는 Future Public Land Mobile Telecommunication Service(FPLMTS)로 발전하게 될 것이다.

초고속정보통신망에 무선 접속 기술을 응용할 경우 고려해야 할 사항은 무선망 가입자를 수용하기 위한 무선 접속장치 및 제어장치(예를들면, Base Station,

형태이다. 현재 단방향 아날로그 무선CATV시스템은 67개국, 200만 가입자정도로 상용화되어 있으나 이를 발전시킨 양방향 디지털 시스템의 개발은 시작품 수준의 연구개발 단계에 있다. 상용화된 28GHz대역 LMDS방식 단방향 아날로그 무선CATV시스템은 미국의 Cellular Vision사에 의해 처음 개발되었으며, 또한 최근에는 CAI Wireless System사에서도 비디오 프로그램 전송을 기존에 사용하고 있는 유선망을 사용하지 않고 무선 마이크로웨이브 기술을 이용하여 송신하는 기술을 95년 중반에 연구 개발한 바 있다. 그리고 미국의 SA(Scientific Atlanta), TI(Texas Instrument)에서는 95년 8월경 28GHz대역 LMDS방식 양방향 무선CATV시스템 시작품을 개발하였다.



디어와 같은 다양한 정보통신 서비스의 제공이 가능한 특징을 가지고 있다. 이러한 특징들은 향후에 전개될 FPLMTS의 요구사항과 잘 일치하므로 대부분의 세계 기술 주도국들이 경쟁적으로 CDMA기술의 개발을 시도하고 있다. 현재의 상황으로 볼 때 디지털 CDMA에서 PCS로의 발전을 통해 FPLMTS의 핵심기술로 발전해 나가는 것이 효율적인 무선 가입자망 구축방안으로 보인다. FPLMTS란 고정된 무선 인터페이스와 그것을 제공하는 여러가지 단말을 사용해서 공중망을 역세하고 고정통신과 거의 동일한 품질로서 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 발전성이 풍부한 이동통신 시스템을 말한다. FPLMTS는 종래의 차량전화나 육상의 휴대 전화는 물론 항공기 내에서의 휴대전화 사용이나 페이지에 의한 액세스, 또 가정이나 대규모 빌딩내에서의 공중망 액세스를 의미하는 것이다. 액세스의 경로는 통신의 육상 기지국 경유 뿐만 아니라 통신위성을 이용하는 형태도 고려된다. 이것에 의해서 각 가정이나 사업자의 고정전화로부터 FPLMTS용 이동 단말을 직접 액세스하는 것도 가능해지며, FPLMTS가 제공하는 서비스중에는 실시간 화상전송도 포함된다. 다음은 FPLMTS의 목표를 나타낸 것이다.

- 다양한 서비스의 제공(음성, 데이터, 영상등)
- 넓은 서비스 영역의 확보
- 여러가지 트래픽 조건에 적용되는 설계
- 고정 통신망에 가까운 통신 품질의 제공
- 여러가지 이동 단말의 수용(휴대전화, PABX등)
- 국제 로밍의 실현
- 무선 주파수 자원의 효율적 이용
- 각종 고정 공중망과의 접속(PSTN, ISDN, B-ISDN)

- 시스템 발전성의 확보
- 복수 사업자를 전제로 한 시스템 설계의 확보
- 위성통신의 활용
- 모듈 구성 빌딩 블록 방식에 의한 경제성의 실현

### III. 압축기술의 발전

어떤 의미가 있는 신호를 전송하기 위해서는 신호를 전송할 수 있는 장비와 수신할 수 있는 장비 및 전송매체가 필요하다. 아날로그 신호로 어떤 의미를 전달하기 위해서는 아날로그 전송장비 및 전송매체가 필요하며 이때 전송매체가 유선이면 전송하려는 정보의 양에 따라 고품질의 동축선이나 광케이블등이 필요하게 된다. 아날로그 신호는 그 정보의 양의 증가에 따라 신호가 차지하는 주파수 대역폭이 넓어지게 되며 기술적으로 아날로그 신호가 더 좁은 대역폭으로 전달되게 하는 것은 용이하지 않고 실용적이지도 않다.

특히 무선을 이용하여 정보를 전달하고자 하는 경우에는 주파수대역폭이 제한되므로 아날로그 통신방식은 정보의 효율적인 전달이라는 측면에서 보면 좋은 통신 방식이 아니다. 따라서 무선의 경우 특히 주파수 자원의 효율적인 활용을 하기 위해서는 디지털 방식의 통신이 이루어 져야 한다. 디지털로 데이터를 전송하면 우리가 원하는 정보를 압축(Compression)하여 전달할 수 있다. 예를 들면 NTSC 표준비디오 신호를 아날로그 통신방식으로 전송하려면 6MHz의 대역폭이 필요하지만 고품위의 MPEG-2로 압축을 하면 6Mbps 정도의 평균전송량을 가정하였을때 3MHz 정도의 대역폭에 넣을 수가 있다. 주파수 활용효율면에서 2배가 되는 것이다. 더욱이 전달된 디지털 데이터

<표 2> MPEG-1과 MPEG-2의 비교

구 분	MPEG-1	MPEG-2
주 응용분야	디지털 저장 매체	디지털 저장 매체, 방송, 통신
전송로 특성	Error Free 환경	전송오류가 큰 분야 포함
주 응용 비트율	1.5Mbps 이하	2-100Mbps
입력영상 해상도	360×240(×30Hz)	최대 1920×1152(×60Hz)
주사 방법	Progressive	Progressive / Interlaced
영상 구성	프레임	필드/프레임
색차 신호 포맷	4 : 2 : 0	4 : 2 : 0 / 4 : 2 : 2
동작 모드	거의 단일 모드 (Constrained parameter set)	profile/Level 개념을 이용한 다양한 동작 모드(11가지)
호환성	-	MPEG-1에 순방향 호환성을 갖음

〈표 3〉 MPEG-4 Functionality 및 응용분야

Category	Functionality	응용분야		
		A/V Database Access	A/V Communications and messageing	Remote Monitoring and Control
Context-based Interactivity	Context-based Multimedia Data Access Tool	Essential/Enabling	Optional	Optional
	Context based Manipulation and Bit stream Editing	Essential/Enabling		
	Hybrid Natural and Synthtic Data Coding	Optional		Optional
	Improved Temporal Random Access	Optional	Optional	Essential/Enabling
Compression	Improved Coding Efficiency	Essential/Enabling	Essential/Enabling	Optional
	Coding of Multiple Concurrent Data Streams	Optional	Optional	Essential/Enabling
Universal Access	Robustness in Error-prone Environments	Essential/Enabling	Essential/Enabling	Optional
	Content-based Scalability	Essential/Enabling	Essential/Enabling	

는 원본과 동일한 내용으로 재생이 되게 할 수 있고 저장할 수 있게 된다. 즉 디지털 데이터의 압축으로 인하여 전송시 적은 대역폭을 차지하고 저장시에 저장매체의 용량을 줄여준다. 따라서 가입자가 원하는 프로그램을 압축시켜서 전송한후 가입자가 이를 압축 해제하여 영화를 감상하는 Near VOD 같은 서비스가 가능해지고, 특히 MPEG-4와 같이 압축효율이 높아서 64Kbps이하의 데이터 전송률로도 동영상 서비스가 가능한 표준압축방법의 등장으로 PSTN을 이용한 이동형 화상통신이 가능해지게 되었다. 통신망의 대역폭이 넓은 경우 고품위의 MPEG-2 서비스가 가능하고 통신망의 대역폭이 좁으면 MPEG-4와 같은 저품위 동영상 서비스가 가능하다.

데이터를 압축하는 기술의 발전에 따라서 보다 효율적인 주파수 자원의 사용이 가능하고 보다 많은 정보를 보다 작은 물리적 장치속에 저장할 수 있게 되므로 대량의 정보가 양방향으로 이동하는 멀티미디어 발전의 중요한 바탕이 되었다.

#### IV. 무선기술을 이용한 초고속 통신서비스

초고속 통신서비스, 즉 멀티미디어 서비스를 제공하려는 목적에서 구축된 초고속정보통신망은 정보통신 서비스의 다양화, 광대역화, 고속화를 실현할 수 있다. 초고속정보통신망의 구축에 따라 국민은 다양

한 형태의 정보와 서비스를 시간과 장소에 구애받지 않고 언제나 어디서나 누구에게나 신속하게 전달할 수 있을뿐 아니라 주문형비디오, 주문형게임, 주문형 뉴스, 홈쇼핑, 원격진료, 원격교육, 화상전화등과 같은 다양한 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있게 될 것이다.

이렇게 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 기존의 통신망으로서는 한계에 부딪히게 된다. 따라서 초고속정보통신망은 수백Mbps의 대용량화와 고속화가 이루어져야 하고, 국민 누구나가 사용할 수 있도록 보편화되어야 하며, 정보통신의 고유특성에 따라 안정적으로 서비스를 제공할 수 있어야 하며, 언제 어디서나 누구와도 통신할 수 있는 이동성이 보장되어야 한다. 또한 미래의 멀티미디어 서비스를 수용할 수 있는 대화형 기술을 적용한 것이라야 한다. 그리고 이러한 모든 요구사항들이 경제성있게 실현되어야 국민 모두가 부담없이 새로운 서비스를 이용할 수 있을 것이다. 지금까지 전통적인 개념은 맥내까지의 광케이블을 이용한 초고속정보통신망의 구성도를 고려해 왔으나 무선망의 경제적인 구축 및 초고속정보통신망의 조기 확산을 위해을 위해 그림4와 같은 개념이 활용되어져야만 할 것이다.

이와 같은 요구사항을 만족할 수 있는 초고속정보통신망의 구축이 과거에는 기술상의 문제로 인해 어려웠으나 최근에는 광 전송 및 무선 전송기술, 압축

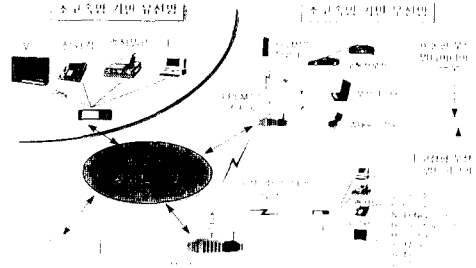


그림4. 초고속 환경에서의 무선서비스 개념

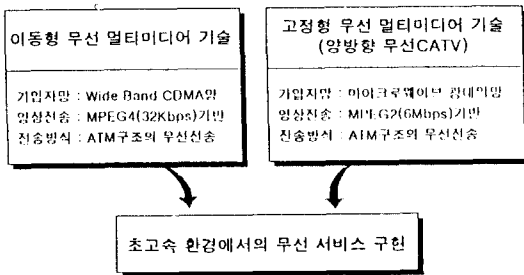


그림5. 초고속 통신서비스 제공을 위한 무선기술 개발 방향

기술, 컴퓨터 기술등 관련기술의 눈부신 발전으로 실현 가능하게 되었다. 무선망은 경제적 구축이 가능하고 궁극적으로는 이동성을 보장하기 때문에 유선망의 보완 및 상호상승적 역할을 수행할 것이다.

향후 전개될 초고속정보통신망 시대에서의 무선기술은 그림5와 같이 크게 두가지 방향으로 전개될 것으로 예측되는데, 먼저 PCS망을 기반으로 32Kbps급 MPEG4 압축기술을 이용하여 영상전송이 가능할 수준으로 발전되어 이동중에 화상전화등의 서비스가 가능하게 될 것이고, 그리고 마이크로웨이브 광대역망을 기반으로 6Mbps급 MPEG2압축기술을 이용하여 고품질의 양방향 영상전송이 실현되어 주문형비디오, 주문형게임, 주문형뉴스, 홈쇼핑, 원격진료, 원격교육, 화상전화등의 멀티미디어 서비스가 무선으로 구현될 것이다. 무선으로 멀티미디어 서비스를 구현할 경우 경제적인 가격으로 신속하게 망을 구축할 수 있으므로 다양한 멀티미디어 서비스를 조기에 제공할 수 있는 장점을 지니고 있다. 이에 따라 국가적 차원에서 CDMA 기술을 기반으로 한 PCS에서의 이동형 무선 멀티미디어망 개발과 무선CATV를 기반으로 한 고정형 무선 멀티미디어망 개발에 적극적인 관심으로 향후 통신시장 개방 시점에서 도전적인 해외 시장 공

략으로 경쟁우위를 잡하기 위해 최선의 노력을 경주해야 할 것이다.

### V. 맺음말

초고속 통신서비스의 제공을 위해 많은 선진국가에서는 초고속정보통신망의 구축을 경쟁적으로 추진중에 있다. 그러나 현재의 초고속정보통신망의 구축 개념은 유선을 통한 구축으로 편중되어 있는 경향이 있다. 이는 초고속정보통신망의 개념이 처음 태동될 때에는 무선기술이 대역폭의 문제, 전송문제등으로 인해 고려되지 않았기 때문으로 보이나 현재에는 압축 기술, 무선전송기술, 신호처리기술등 관련기술의 비약적인 발전으로 인해 무선 영상전송을 구현하기에도 충분하다.

특히 가입자망을 무선망으로 구축할 경우 초고속정보통신망에 무선접속기능을 추가하며, 가입자의 이동성을 보장할 수 있게 되며, 다양한 데이터 속도(수백bps에서 수Mbps 또는 수십Mbps) 및 서비스 속성(constant/variable bit rate, connection orientation/connectionless)을 만족하며, 한정된 무선 자원을 효율적으로 사용하기 위해서는 특히, 향후의 고속 광대역 서비스 제공까지 고려하는 경우에는 무선 interface는 ATM cell based개념으로 나가야 하며 이 경우 무선접속기술은 CDMA방식으로 하는 것이 유리하다. 최근 국제적인 표준화 움직임인 FPLMTS에서도 CDMA기술이 근간이 될 것으로 보이며 음성, 데이터 및 멀티미디어 전송에 가장 적합한 기술로 간주되고 있고 last 1-mile은 무선망으로의 구축이 검토되고 있다.

따라서 이제는 국내에서도 초고속정보통신망의 구축에는 기간망은 광케이블을 이용하여 구축하고 가입자망은 무선망을 이용하여 구축하는 방안도 적극 검토되어야 한다. 진정한 멀티미디어 시대의 성공은 기술발달에 있는 것이 아니라 서비스의 확산 및 보급에 있다는 것은 분명한 것이다. 또한 언제나 어디서나 누구와도 다양한 형태의 정보와 서비스를 제공받기를 원하는 것이 인간의 기본적인 욕구일 것이다. 이러한 요구조건을 만족시키는 무선 멀티미디어 서비스는 초고속정보통신망 사업에 중요한 역할을 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. Dipankar Raychaudhuri, ATM-Based Transport Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.12, No.8, pp.1401-1414, Oct. 1992
2. Heinrich Armbruster, Advanced Terminal and Personal Mobility-A challenge for ATM Concepts and Switching?, XIV international Switching Symposium, Yokohama, Japan, pp.34-38, Oct. 1992
3. Alfred Baier, Design Study for a CDMA-based Third-Generation Mobile Radio System, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.12, No.4, pp.733-743, May 1994
4. PG Andermo, Gustav Larsson, Code Division Testbed, CODIT, ICUPC93, pp.397-401
5. Alfred Baier, Open Multi-Rate Radio Interface Architecture based on CDMA, ICUPC93, pp.985-989
6. M.J.MmTiffin, A.P. Hulbert, T.J.Ketseoglou, W.Heimch and G.Crisp, Mobile Access to an ATM Network Using a CDMA Air Interface, IEEE Journal of Selected Areas in Communications, Vol.12, No.5, pp.900-908, Jun. 1994



정 규 석

- 1970년 : 서울대학교 공과대학 공학학사
- 1978년 : 캘리포니아대학교 버클리대학 공학박사
- 1983년 : 시카고대학교 경영대학원
- 1993년 ~ 현재 : 한국이동통신 중앙연구원 원장