

Broadband WLL

DACOM 종합연구소 한 은 영

차 례

I. 개 요

II. Broadband WLL 기술

V. 결 론

III. 광대역가입자망 접속 기술

IV. Broadband WLL 기술의 발전

I. 개 요

무선가입자망(WLL : Wireless Local Loop)은 기존의 유선 가입자망이 교환기와 개개의 일반 가입자를 유선(wire)의 가입자선로를 통하여 연결하던 것과는 달리 무선(wireless)으로 가입자 선로를 제공하는 기술로서 1970년대에 들어 RF(Radio Frequency) 기술이 발달하고, 1980년대 후반에 반도체 및 무선 통신 기술의 발달로 주파수 효율, 무선 채널 품질, 가입자당 구축비용 등 이전의 문제점이 해결되면서부터 본격적으로 개발되기 시작하였다. 또한 WLL은 기존의 유선가입자망에 비해 가입자선로 구축이 시간적으로 용이하고, 천재지변 발생에 대비한 비상용 가입자 회선으로도 이용 가능하며 POTS(Plain Old Telephone Service), 데이터, ISDN(Integrated Services Digital Network) 등의 다양한 서비스도 제공할 수 있다. 이와 같은 장점으로 인해 WLL은 신규 사업자가 조기에 가입자망을 확보하고, 도심지역에서도 신속하게 새로운 가입자를 구축할 수 있으며, 특히 유선통신망 구조가 빈약한 개발 도상국의 통신 하부 구조로 각광을 받고 있다(1).

한편 1990년대 중반에 들어오면서 전세계적으로 인터넷 사용자가 급격히 증가하고, 비음성 데이터 및 고속의 영

상 데이터 서비스를 가입자가 요구하게 되었다. 따라서 이러한 가입자의 요구를 수용하기 위해서는 기존 통신망을 고도화, 초고속화, 광역화 및 멀티미디어화하여야 한다. 이러한 목적으로 24~28 GHz의 밀리미터파를 사용하여 광대역, 초고속으로 전송하는 양방향 Broadband WLL 시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다(2).

가입자 선로는 무선통신 기술의 발달로 기존의 메세징, 페이징, 음성 및 저속의 데이터를 보다 광대역이고 다양한 서비스를 제공할 수 있는 PCS와 같은 이동통신 시스템의 발전을 가져왔고, 이제는 그 영역이 가입자 선로를 대체하는 무선가입자망 분야 등으로 확대되어가고 있다. 이러한 가입자망의 발전을 단계별로 살펴보면, 제 1단계는 우선 2.3GHz 대역에서 기존의 유선 전화를 대체할 수 있는 정도의 무선가입자 선로를 구성하여 전화 및 저속데이터 서비스를 제공하는 것이고, 2단계는 기존에 활발히 연구되고 있는 LMDS(Local Multipoint Distribution Service), LMCS(Local Multipoint Communication Service), DMS(Digital Multipoint System)와 연계하여 26GHz 대역에서 광대역 무선가입자 선로를 통하여 음성 및 데이터는 물론 영상 서비스와 Interactive 비디오 서비스를 제공하게 된다. 3단계는 이동성을 가진 셀룰라 전화 및 PCS와 진화된 광대역의 이동성 서비스를 가진 광대역 이동 멀티미디어 서비스가 가능한 무선가입자

망의 구현이라 할 것이다.

II. 광대역가입자망 접속기술

정보통신 산업의 급속한 발전으로 전세계의 정보사용자들은 인터넷망을 통해 연결되어 다량의 많은 정보를 고속의 멀티미디어로 주고 받기를 원하고 있다. 멀티미디어를 요구하는 다양한 정보 사용자들에게 제공하기 위해서는 광대역 가입자회선이 필요하게 된다. 위와 같은 멀티미디어 서비스를 바탕으로 2000년 이후 가정과 사무실에서 요구되는 정보 소요량은 표 1과 같이 예상된다.

표 1. 예상정보 소요량

구 분	2000년	2010년
사무실	156Mbps	6Gbps
가 정	영상전송 10 ~ 60Mbps 음성, 데이터 1.5Mbps	영상전송 10 ~ 120Mbps 음성, 데이터 10 ~ 30Mbps
이동체통신 고속 액세스 무선 LAN	1.5Mbps 6 ~ 10Mbps 150 ~ 60Mbps	~ 10Mbps 156 ~ 600Mbps

이러한 광대역의 가입자망 구조는 그림 1에 표시된 것

처럼 유선 혹은 무선으로 구성할 수 있으며[3], 구성하기 위한 접속 형태 및 특성은 표 2와 같다. 표 2의 접속형태에서 유선 형태의 접속은 지금도 상당수준 진행되고 있으나 유선상에서 광대역 가입자회선 구성은 지형이나 지물에 의한 설치의 어려움 및 초기 투자비의 과다로 활발히 진행되지 못하고 있는 실정이다. 무선을 이용한 광대역 무선 가입자망은 구축 및 용량 증가의 용이성, 저렴한 투자비 및 광대역 서비스 제공이 용이하여 신규 및 기존 사업자들의 커다란 관심을 끌고 있다.

이러한 배경에서 정보통신부는 신규 주파수 개발을 위하여 전파진흥협회 주관으로 광대역 가입자 회선용 주파수의 개발을 진행하게 되었고, '97년 정보통신부로부터 광대역가입자회선용 주파수가 분배되었다.

광대역 무선가입자망 접속기술은 밀리미터파 기술과 디지털 압축기술의 발달로 그 가능성이 확인되면서 발달하게 되었다. 특히 Wideband WLL, LMDS, LMCS, DMS 기술 개발이 활발해지면서 광대역 무선가입자망으로의 기술 적용이 가능해 지게 되었다. 이러한 무선가입자 서비스에 대한 광대역 가입자망의 상 하향 링크의 대역폭은 표 3과 같다. 현재 개발중인 시스템중 LMCS 시스템은 유럽에서 개발중인 DMS 시스템은 채널의 동적대역폭할당(DBA, Dynamic Bandwidth Allocation) 기능을 채택하여 가입자측에서 64K부터 2Mbps까지 데이터 속도를 선택할 수 있다. 고정대역폭할당(FBA, Fixed Bandwidth Allocation)일 경우는 8Mbps까지 가능하

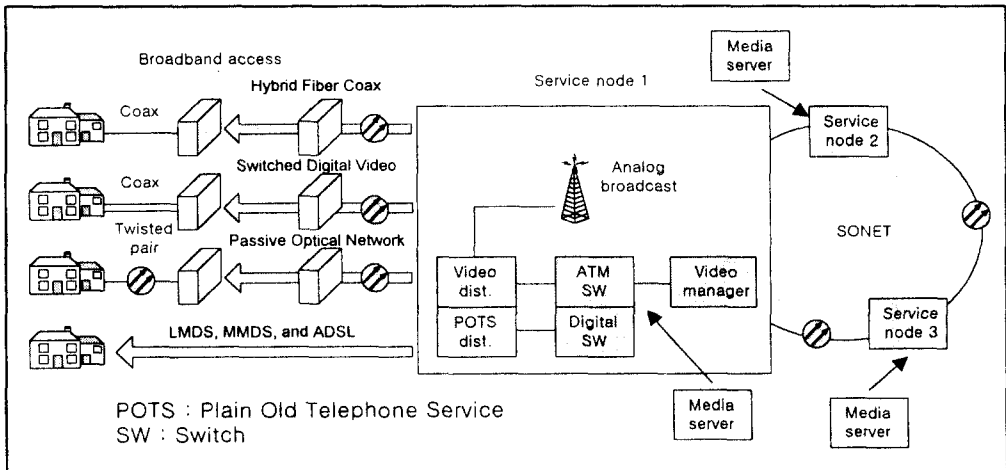


그림 1. 광대역 가입자망 구조

표2. 광대역 가입자망 접속형태 및 특징

접속 형태		매 체	용 용	비 고
유선	ADSL	Twisted pair	전화, VOD 고속 데이터	기존 전화선 사용 비대칭 광대역
	HFC	Fiber, Coax	전화, VOD, 고속데이터, 비디오 분배	건물 신, 개축 적용에 적합
	SDV	Fiber, Coax Twisted pair	전화, VOD, 고속데이터, 비디오 분배	광대역 응용 운용비 절감
	PON	Fiber	전화, VOD, 고속데이터, 비디오 분배	건물 신, 개축 적용에 적합
무선	MMDS	Air 2~3GHz	비디오 분배	비디오 분배를 위한 신속한망 구축에 적용 가능
	LMDS	Air 28~38GHz	비디오 분배	비디오 분배를 위한 신속한망 구축에 적용 가능

SDV : Switched Digital Video

PON : Passive Optical Network

표3. 서비스에 따른 광대역 가입자망의 상·하향 링크의 대역폭

광대역 디지털 서비스	하향 링크 대역폭	상향 링크 대역폭
Broadcast video Broadcast TV Enhanced pay per view	1.5 to 6 Mbps per channel	None or POTS(Telephony)
Interactive video Video on demand Interactive TV Interactive games Information retrieval services	64 Kbps to 6 Mbps	9.6 to 64 Kbps
Internet access voice broadcast	14.4 Kbps to over 10 Mbps	14.4 Kbps to 128 Kbps
Symmetric data Desktop multimedia Work-at-home Video conferencing Video telephony Fax	9.6 Kbps to 2 Mbps	9.6 Kbps to 2 Mbps
Small business/home Internet home page Internet information server	9.6 to 384 Kbps	64 Kbps to 1.5 Mbps

며 양방향 데이터 전송뿐만 아니라 화상전송도 가능하여 VOD와 같은 부가서비스 제공이 가능한 시스템으로 알려져 있다. 최대 8 Sectors까지 가능하여 기지국당 가입자

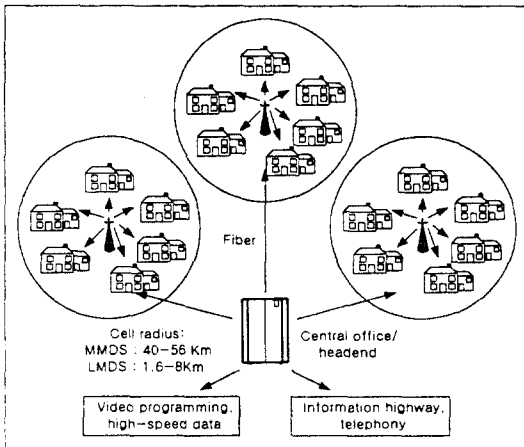
수를 최대화하고 수평/수직 편파를 사용하여 커버리지 확보 및 주파수 효율을 기하였다.

III. Broadband WLL 기술

1. MMDS(Multipoint Multichannel Distribution Service)

MMDS는 유선케이블 TV의 보완적인 의미로 방송 영상 프로그램을 무선으로 전송하기 위한 무선 케이블 TV 기술의 하나이다. 이 방식은 미국의 경우 FCC에서 2.150 ~ 2.162GHz 와 2.500~2.689GHz 주파수 스펙트럼 영역 안에서 채널당 6MHz를 가지고 최대 33개의 아날로그 비디오 채널을 제공하도록 총 198MHz 대역폭을 할당해 놓고 있다. 방송용으로 사용하는 현재의 아날로그 MMDS의 변조방식은 AM변조방식을 취하고 있으며, 일반적인 셀 반경은 안테나의 위치 및 지형에 따라 40 Km에서 56 Km 정도로 기존의 케이블 TV와 경쟁하고 있다. 그러나 현재 CATV 는 30~60개 채널을 기본으로 하고 위성 시스템들은 약 150~200 개의 디지털 방송 채널을 지원하므로 MMDS 운영자들은 유선케이블 TV와 위성 방송과 경쟁하기 위해 약 200개 채널정도로 채널 수를 늘리기 위해 디지털 압축기술에 대한 노력을 기울이고 있다. 이러한 MMDS의 구성은 그림 2와 같다.

그림2. MMDS의 망 구성도



이 서비스를 받기 위해서 가입자는 MMDS 수신안테나와 블록 다운컨버터 장치를 가지고 있어야 하며 수신된 프로그램은 정규적인 UHF-TV 채널로 변환되고, 동축케

이블을 통해서 셋톱박스로 전송된다. MMDS의 주요 특성은 표 4와 같으며, 현재 단방향으로 규정되어 서비스를 하고 있으나 앞으로는 디지털 압축 기술과 QAM 변조기술을 개발하여 채널용량이 늘어나면 고속 무선 인터넷 접속 서비스와 같은 양방향 서비스도 이루어질 것으로 예상된다. 한편 국내에서는 2.535 ~ 2.655GHz 대역 총 120MHz 대역을 할당하여 무선 CATV용으로 MMDS 서비스 대역을 할당하였고, 1997년 6월에 NO(Network Operator)를 선정하였다.

표4. MMDS 주요 특성

특 성	내 용
서비스방향	현재 단방향 규정(양방향 추진중)
변조방식	16, 64, 256 QAM
채널대역폭	6MHz, 8MHz
IF 주파수	50 ~ 750MHz
채널코딩	RS-Coding Convolutional Interleaver TCM-Coding
전송포맷	MPEG-II Transport Stream
서비스 반경	약 40 Km
용용 서비스	고속 무선 인터넷접속 서비스(10 ~ 27Mbps)

2. LMS(Local Multipoint Distribution Service)

LMDS는 1970년대 중반 마이크로파를 이용한 MDS(Multipoint Distribution Service)방식으로 무선 CATV 사업이 시작되어, 그림 2처럼 MMDS를 거쳐 지금의 LMDS로 발전하게 되었다. 이와같이 발전된 LMDS는 유럽 및 북미, 일본등에서 각기 다른 이름으로 활발히 연구되고 있는데, 미국의 경우 대표적으로 Cellular Vision, TI(Texas Instrument), HP(Hewlett Packard)등이 가장 활발히 진행되고 있다. 미국의 FCC에서는 하향 27.5GHz~28.35GHz 의 750MHz 대역폭과 상

향 29.24GHz~29.375GHz의 125MHz 대역폭(또는 31.0GHz~31.3GHz의 300MHz 대역폭)을 할당하고 있다. 이와 같이 밀리미터파 대역을 사용하는 LMDS는 상, 하향 비대칭으로 원래 무선 CATV와 같은 분배형 서비스를 목적으로 제안된 시스템이다. 무선 CATV는 망 구축이 신속하고 서비스 영역의 확장이 유선보다 우수하며, 망 구축비용도 유선망에 비해 약 30~60%정도면 가능하며 서비스 품질도 유선케이블 보다 훨씬 우수하다. 따라서 현재의 비효율적인 아날로그 서비스를 전송속도 상향 1~5Mbps, 하향 10~30Mbps정도의 광대역 디지털 서비스로 전환할 경우 향후 무선 멀티미디어 서비스로의 교두보 역할을 하게 될 것으로 기대되며, 이를 무선 멀티미디어를 목적으로 하는 기술로 보는 견해도 있다. LMDS의 주요특성은 표 5와 같다.

표 5. LMDS 주요 특성

특 성	내 용
서비스방향	양방향 비대칭
변조방식	QPSK
채널대역폭	20 ~ 40MHz
IF 주파수	950 ~ 1950MHz
채널코딩	RS-Coding Convolutional coding Convolutional Interleaver
전송포맷	MPEG-II Transport Stream
서비스 반경	약 3 ~ 5 Km
기본 서비스	분배형 서비스
부가 서비스	음성, 데이터 서비스

한편 국내에서는 지난 1997년 6월 분배형 서비스인 무선 CATV 용으로 MMDS 대역과 함께 26.7GHz~27.5GHz 대역의 아날로그와 디지털 무선 CATV NO(Network Operator)를 선정한다.

Cellular Vision은 FCC로부터 LMDS 허가를 받아 뉴욕 브루클린에서 가입자를 대상으로 광대역 아날로그 양

방향 통신 시험 서비스를 하고 있다. 디지털 TV방송, 디지털 전화, ISDN, 인터넷 접속, 비디오 Teleconferencing, Interactive Networking, Grocery Ordering, Bank Transactions 등의 다양한 서비스를 제공할 수 있는 시스템의 개발 계획을 가지고 있다. TI는 양방향 아날로그/디지털 겸용시스템인 Multipoint System을 만들었다. 이 시스템은 방송, CATV, VOD(Video-On-Demand), 고속 LAN/WAN접속, 전화, 데이터 서비스 등 광대역 및 협대역 무선 전송을 할 수 있다. 현재 애틀랜타의 Dunwoody에서 가용한 주파수 대역의 일부를 이용하는 제한적인 시험서비스를 하고 있다.

HP는 디지털 LMDS 시스템을 구현하기 위하여 여러 방식의 시스템 구조에 대한 연구를 진행하고 있고, 셀의 섹터화와 링크버짓 및 용량에 관한 연구를 수행하고 있다. 특히 캘리포니아 외곽지역에서 QPSK를 사용하여 링크버짓을 측정하였다. 또한 41GHz 대역에 대한 연구도 진행 중이다. 특히 850MHz + 150MHz 대역을 갖는 하향 링크와 150MHz 대역을 갖는 상향 링크의 가용 주파수대역을 전부 이용하고, 4개의 섹터를 이용하는 허브 구성에 대한 구체적인 연구개발 결과에 관한 발표가 있으며, 전화, MPEG-TS, IP 기반 및 ATM 전송 계층에 대한 서비스 개발을 Stanford Telecom과 함께 진행하고 있다.

캐나다의 경우에는 TRL사와 Newbridge사가 LMCS를 개발하고 있다. 양사가 개발하고 있는 시스템은 27.35~28.35GHz의 대역에 대하여 개발되고 있다. TRL사는 아날로그 방송시스템의 개발을 완료하여 마카오 및 브라질에서 데모를 실시하였다. 디지털 양방향 시스템은 TDMA 방식으로 한 전화, 고속 디지털 서비스, 비디오, 멀티미디어 서비스를 위하여 CRC사와 함께 개발 중에 있다. 한편 Newbridge사는 자사의 유선부분과 BNI사의 무선부분을 결합하여 방송 및 통신이 가능한 장비를 개발 중에 있다. TV방송은 일본 오사카에서 시험 중이다.

유럽의 경우에는 Ericsson사가 Bosch사와 함께 Mercury의 요청으로 우선 10.5GHz 대역에서 시스템을 개발하였고, 24.5~26.5GHz대역의 LMDS 시스템을 개발 중에 있다. 이 시스템은 Mercury에 설치 예정으로,

64Kbps에서 8M까지 다양한 전송속도로 음성, 데이터, VOD, ISDN, 전용선 서비스 등을 제공한다. Mercury 사는 이 시스템을 이용하여 1000 가입자를 대상으로 서비스를 제공할 예정이다. 한편 1990년 CEPT에서 40GHz 대역으로써 Digital Video Broadcasting 방식을 사용하기로 하였고, 특히 영국에서 MVDS (Multipoint Video Distribution System)이라는 이름으로 40.5~42.5GHz 사이의 2GHz 주파수 대역폭을 할당하였다.

그리고 일본의 경우 23GHz대에서 600MHz 대역폭을 할당하여 디지털TV에 사용하고 교베와 오사카에서 단일 시스템에 4개의 셀을 사용하고 있다. 내년 상반기 중에 약 10%정도의 시장을 확보할 예정이며 "Smatv"의 단말기는 up-link 시스템을 포함하고 있다. 12개 이상의 부가적인 셀을 개발하고 있는 중이다. 이와 같이 여러 나라에서 개발되고 있는 LMDS 시스템의 주요 특성은 표 6과 같다.

표 6. LMDS 주요 특성

구 분	LMDS		LMCS
제조회사	미국 TI	미국 HP	캐나다 TR
주파수 대역	하향	27.5~28.35GHz	27.35~28.35GHz
	상향	29.1~29.25GHz	31.00~31.30GHz
전송방식	디지털	디지털	디지털
접속방식	TDMA	TDMA	TDMA
변조방식	QPSK	QPSK	QPSK
Baseband 전송 속도	1.54Mbps급	1.54Mbps급	1.54Mbps급
서비스 반경	3~5 km	3~5 km	1~5 km
제공서비스	영상, 음성, 데이터 등의 멀티미디어 서비스		

3. B-WLL(Broadband Wireless Local Loop)

초고속 정보통신망을 기간 망으로 하는 광대역 무선가입자망 시스템은 양방향 고속 디지털통신이 가능한 시스템을 말한다. 각국이 경쟁적으로 ATM을 기반으로 초고속

데이터까지 전송가능 하도록 시스템을 개발 중에 있다. 한편 국내에서는 데이콤이 WLL 개발 및 B-WLL 개발을 선도적으로 추진하고 있으며, 광대역 무선 가입자망의 주요 특성은 표 7에 표시하였다.

표 7. 광대역 무선 가입자망의 주요특성

특 성	내 용
서비스방향	양방향
변조방식	QPSK
데이터 속도	2Mbps급 이상
채널폭 형태	DBA, FBA
채널코딩	RS-Coding Convolutional Interleaver
가입지장치형태	다채널 동시 사용(음성,데이터,동영상)
서비스 반경	약 3 ~ 5Km

DBA : Dynamic Bandwidth Allocation

FBA : Fixed Bandwidth Allocation

광대역 무선 가입자망의 시스템 구성도는 그림 3과 같으며, 인터넷, 데이터, 전화, VOD, CATV, 화상전화등의 다양한 멀티미디어 서비스를 광대역 무선 접속 장치를 통해 가입자에게 경제적이고 유연성 있게 제공하는 시스템이다. 즉 음성, 영상, 데이터 등의 멀티미디어 서비스를 광대역 초고속 무선 전송하기 위해 디지털 압축하여 QPSK 및 QAM 변조기에서 변조하여 1GHz 대역의 중간주파수 변환기를 거쳐 무선 전파전파 대역은 26GHz 대역으로 가입자에게 전송하게 되고 가입자 신호는 그 역 과정을 거쳐 통신이 이루어진다.

IV. Broadband WLL 기술의 발전

1. 사용 주파수 기술의 발전

기술의 발전에 따라 고도의 통신 서비스를 제공하기 위

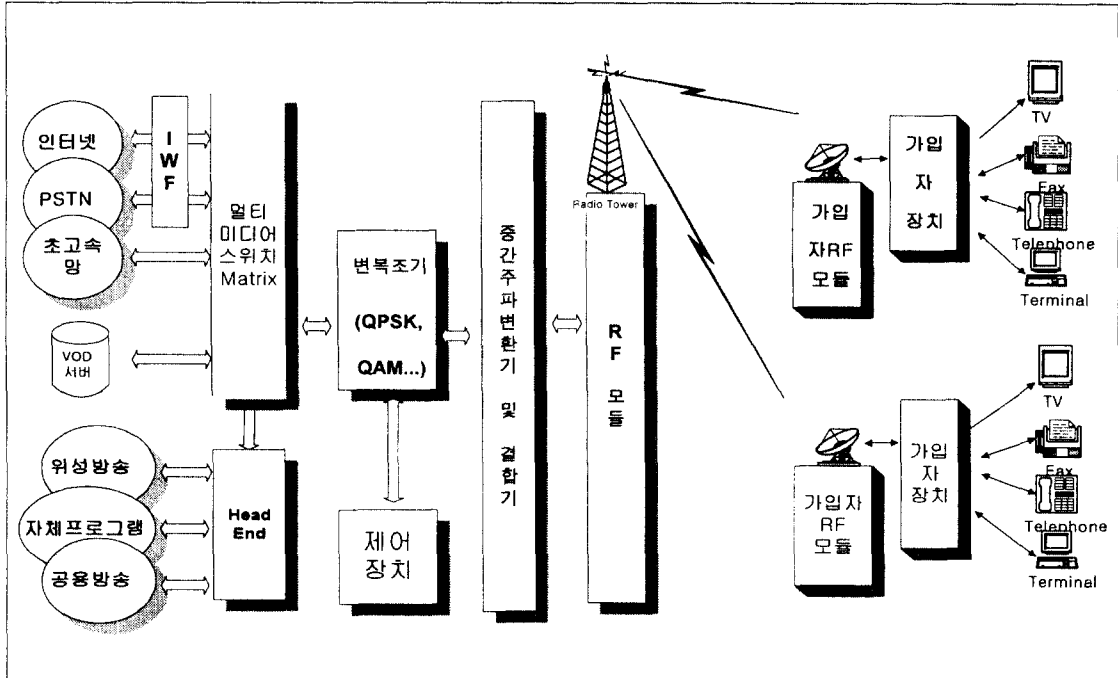


그림3. 광대역 무선 가입자망의 시스템 구성도

해 전송하여야 할 데이터의 양이 급격히 증가될 전망이다. 무선으로 멀티미디어를 제공하는 것은 망의 유연성, 신속성, 특히 이동성으로 발전성 등으로 인한 이용자가 요구하는 편리성 측면에서 큰 이점을 가진다. 이용자당 최대 155Mbps 까지의 데이터 전송을 보장하기 위해 전파의 파장이 mm인 30~300GHz 인 밀리파 대역을 이용하여야 한다. 이 대역에서는 낮은 주파수 대역에 비해 많은 정보량을 전송할 수 있는 넓은 대역을 이용하여 가입자에게 동화상, 고속 데이터 등의 서비스를 제공할 수 있는 장점을 가진다. 그러나 밀리파는 대기 환경에 따라 민감하게 신호가 감쇄하기 때문에 실제응용에서 상용 소자 개발의 어려움 및 고주파 신호 처리가 요구되어 현재 많은 연구 개발이 이루어지고 있다. 밀리파 대역의 전파 손실의 요소는 다음과 같다.

- 대기 가스에 의한 감쇠
- 대기 다중경로 또는 빔확산에 의한 페이딩
- 표면 반사로부터 생기는 다중경로에 의한 페이딩 현상
- 대기의 고체 입자 및 강우에 의한 감쇠

- 지형 지물에 의한 회절 페이딩 현상
- 다중 경로 또는 강우조건에서의 교차 편파 판별도의 감소
- 주파수 선택성 페이딩과 다중경로 전파 전파 지연으로 인한 신호의 왜곡

특히 밀리파 대역을 이용하여 멀티미디어 서비스를 제공할 경우 자유공간 손실 외에 눈이나 비, 안개에 의한 손실이 고려되어야 하기 때문에 셀 설계시 강우, 강설, 안개 등에 의한 마진을 고려하여야 한다.

전세계적으로 주파수 대역별로 시스템의 발전을 보면 무선 LAN의 경우 900MHz 대역에서 2.5GHz 대역, 5.8GHz대역, 그리고 17GHz, 42GHz 대역과 61GHz으로 발전되고, 위성을 이용한 광대역 무선 멀티미디어 서비스를 위한 Sky Station Service의 경우에는 47GHz 대역을 고려중이며, 방송과 통신이 융합된 고정형 광대역 무선 가입자망의 개념인 북미의 LMDS/LMCS 대역은 하향 27.50~28.35GHz 로 상향29.10~29.25GHz, 31.00~31.30GHz 로 할당 하였고, 47.20~50.20GHz

대역, 71.00~71.50GHz대역과 84.00~84.50GHz 대역의 할당을 검토중에 있다. 그리고 유럽의 경우에는 DMS 용으로 18GHz대역, 23GHz대역, 10.5GHz 대역, 26GHz대역을 사용될 계획이다.

현재 셀룰라 전화나, PCS로 서비스가 실시되고 있는 이동형 서비스는 IMT-2000이라는 이름으로 이동형 무선 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 표준화 작업 및 무선 접속 규격을 정하기 위한 활동이 전개중이며, 광대역 무선 멀티미디어 서비스를 위한 이동형 광대역 무선접속은 39.5~40.5GHz 및 42.5~43.5GHz대역과 MBS(Mobile Broadband System)라는 이름으로 62.0~63GHz 및 65.0~66.0GHz 대역을 유럽에서 연구중에 있다.

그리고 차량충돌 방지 및 실내 무선LAN과 같은 근거리 통신용으로는 가급적 주파수 대역이 높은 60GHz대역과 100GHz 이상의 대역을 고려중이며 연구중에 있다.

한편 우리나라에서도 초고속 국가망과 연계되어 90년도 중반부터 망의 구축 및 용량증가의 용이성, 저렴한 투자비 및 광대역 서비스 제공의 용이성 때문에 광대역 무선 가입자망에 대해 신규 서비스업체 및 기존 사업자에까지 큰 관심거리로 대두되었다. 이러한 배경에서 정부는 신규 주파수 개발을 위하여 진파진흥협회 주관으로 광대역 가입자 회선용 주파수 개발을 진행하게 되었고, 97년 정부로부터 광대역 가입자 회선용 주파수 분배가 그림 4와 같이 이루어지게 되었다.

그리고 무선 LAN의 경우에는 2400~2483.5MHz, 5725~5850MHz대역을 구내무선 LAN용으로 19.26~19.3GHz대역을 무선 LAN용으로 할당해 놓고 59~

61GHz대역을 실내무선 LAN용으로 검토 중에 있다. 이동형 광대역 무선 멀티미디어 대역의 경우에는 60GHz 대역으로 현재 고려 중이다.

2. Broadband WLL 무선 기술의 발전

광대역 무선 가입자망 기술은 밀리미터파 기술과 디지털 압축기술, 무선 접속기술, 디지털 변조기술의 발달로 그 가능성이 확인되면서 발달하게 되었다. 이러한 무선 기술의 대하여 알아보면 다음과 같다.

먼저 밀리파 대역에서는 주파수의 변동이 심하여 하이브리드 형태로 본딩을 하였을 경우 튜닝이 어렵고 대량생산이 거의 불가능하다. 따라서 주파수 튜닝과 대량생산을 위해서는 회로를 MMIC화 하는 것은 필수적이다. 현재 MMIC 기술은 급격히 발전하여 저잡음 증폭기, 주파수 변환기, 고출력증폭기, 발진기등의 MMIC화 기술로 인해 밀리파 소자의 소형화, 대량 생산화, 경량화가 가능해져 밀리파의 보편화에 공헌하고 있다.

전송채널의 Coding 기술은 무선 상에서 발생할 수 있는 에러를 복구할 목적으로 Convolution Coding, Trellis Coding, Reed-Solomon Coding등이 이용되고 있으며, 연접 에러를 방지하기 위하여 인터리버를 가지고 있다. 그리고 보다 많은 데이터를 전송하기 위한 변조 기술은 기존의 QPSK에서 8-TCM, 16-TCM, 16-QAM, 64-QAM을 사용하고 있다. 변조 방식에 대한 전송특성은 표 8과 같다.

디지털 무선 접속 기술의 경우에는 FDMA에서

(단위 : GHz)

	가입자회선 상향 B-WLL		가입자회선(하향) B-WLL (음성, 데이터, 영상)	LMDS (무선 CATV)	
24.25	24.75	25.5	26.7	27.5	

* 그외 : 40.5 - 42.5GHz (연구용)

그림4. 광대역 가입자 회선용 주파수 대역

표8. 변조방식에 대한 전송특성

변조방식	QPSK	16-QAM	64-QAM
BER=10 ⁻⁴ 에 대해 요구된 C/N _{dB}	~ 14dB	18dB ~ 14dB	20dB 이상
수신반경	5Km	1Km ~ 5Km	1Km 이내
Efficiency in bits/Hz	~ 1.6	~ 3.2	~ 5.0

TDMA, CDMA로 발전되어 왔다. CDMA의 경우에는 코드분할 다중접속 시스템으로 비화처리가 우수하여 보안 측면에서 우수하고 FDMA나 TDMA보다 낮은 전력으로도 신호를 감지할 수 있고, 가입자 용량을 증가시킬 수 있다는 장점이 있으나 고속 데이터 전송시 대역확산의 문제로 인하여 광대역 초고속 무선 멀티미디어 접속방식은 TDMA방식이 가장 적당한 것으로 알려져 있다. 그리고 가입자가 저속 데이터와 중속, 고속 데이터의 원활한 접속을 위해 동적대역폭 할당 기술이 적용될 것이고 이러한 시스템들은 ATM 기반으로 이루어지게 될 것이다.

따라서 이러한 밀리파 기술과 디지털 기술들의 발전으로 인해 광대역 무선 가입자망은 26GHz 대역 뿐만 아니라 40GHz 대역 60GHz 대역으로 발전하게 될 것이고, 주파수 대역이 높아짐으로 인하여 보다 광범위한 광대역 무선 멀티미디어 서비스가 발달하게 될 것이다.

3. Broadband WLL 시스템의 발전

현재 우리나라에서 제안되고 있는 26GHz대역의 광대역 무선가입자망은 초고속 정보통신망을 기간망으로 하는 광대역 무선가입자망 시스템은 고속 디지털 통신이 가능한 시스템을 말한다. 각국이 경쟁적으로 ATM을 기반으로 초고속 데이터까지 전송이 가능하도록 시스템을 개발중에 있다. 또한 고정형의 광대역 시스템은 이동형 광대역 무선 시스템으로 발전하고 있다. 이러한 이동형 광대역 무선 접속 기술은 현재 활발히 이루어지고 있는

FPLMTS/IMT-2000등의 이동성을 기본으로 대역폭이 확장된 개념으로 고정형 초고속 광대역 무선 접속기술에서 핸드오버 및 로밍 기술과 같은 이동형태의 기술이 이용되는 개념이다. 이와 같은 이동형 광대역 무선접속 기술은 유럽에서의 ACTS 프로그램에서 개발하는 40GHz 및 60GHz대역을 이용하는 MBS(Mobile Broadband System)등과 같이 여러 기관에서 연구중이다.

MBS의 주요 특징은 캐리어당 34Mbps까지의 데이터율을 갖는 ATM 셀을 지원하며 더 높은 데이터율은 다중 캐리어 기법으로 얻을 수 있도록 하고 있다. 무선접속 방식으로는 TDMA를 채택하여 한 개의 캐리어당 속도는 34Mbps 이고, 멀티캐리어를 사용하면 최대 155Mbps까지 가능한 것으로 알려져 있다. 이러한 이동형 광대역 무선 멀티미디어 서비스 시스템은 60GHz 대역인 밀리파 대역을 사용하므로 기존의 매크로 셀이나 마이크로 셀이 아닌 피코 셀의 개념으로 셀이 구성될 것으로 예상된다. 그리고 고속 멀티미디어 스위칭을 위해서 ATM 망이 기본적으로 이루어져야 할 것으로 예상된다. Broadband WLL의 진화된 시스템 구성도는 그림 5와 같다.

V. 결 론

최근 기술의 급격한 발전과 이미 도래하고 있는 정보화 사회에 있어서 다양한 멀티미디어 통신 서비스를 가입자에게 제공하기 위해서는 가입자망의 광대역화가 필수적이다. 이러한 가입자망의 광역화는 국가 초고속정보통신망의 구축과 깊은 관련을 가지고 있다.

국내에서는 정보의 원활한 흐름을 위하여 2015년까지 초고속정보통신망 건설을 추진 중에 있다. 이러한 초고속 정보통신망은 일반 가정까지 초고속 정보를 전송하기 위하여 유선망 위주로 계획되었다. 그러나 유선망으로 구축할 경우 경제적인 부담과 구축기간의 장기화로 초고속 정보통신망 건설과 정보화 사회가 지연될 수 있다. 최근 광대역 서비스의 제공을 위하여 각종규제 해제 등에 힘입

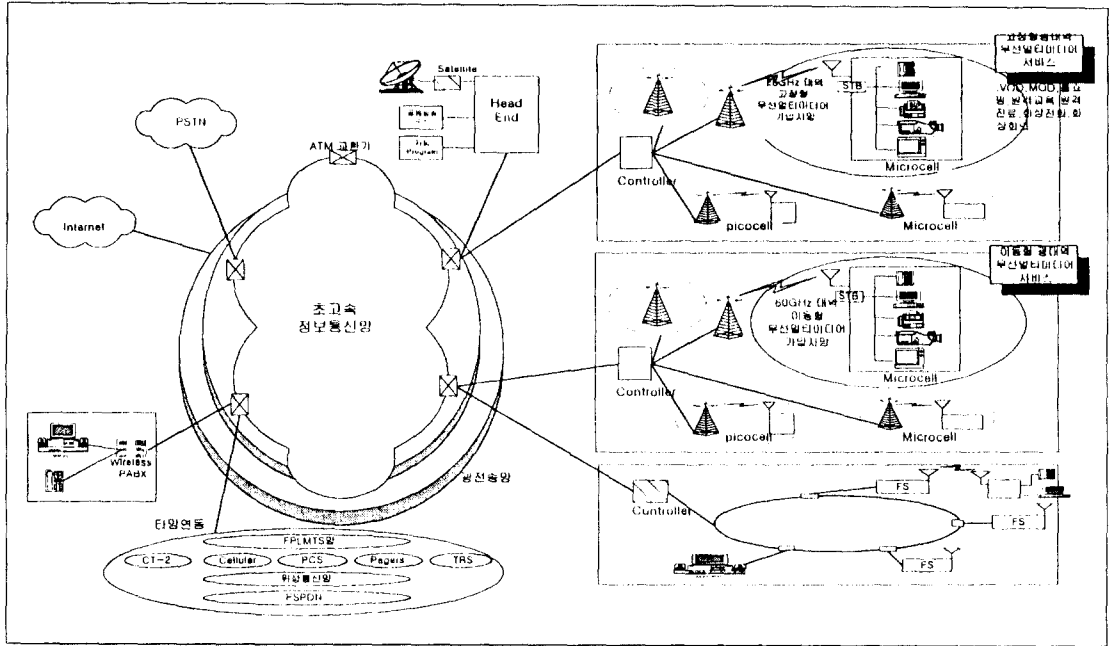


그림5. 이동형 및 고정형 광대역 무선 멀티미디어 시스템 구성도

이 무선가입자망의 구축에 대한 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다. 광대역 무선가입자망과 연계하여 초국가 정보통신망을 무선으로 접목할 경우, 가입자의 이동성을 보장해 줄 수 있으며, 다양한 데이터 속도(수백 bps에서 수 Mbps 또는 수십Mbps) 및 서비스의 속성(constant/variable bit rate, connection orientation/connectionless)을 가입자에게 만족스럽게 제공할 수 있으며, 한정된 무선 자원을 효율적으로 사용할 수 있을 것이다.

현재의 광대역 무선가입자망 기술은 밀리미터파에 대한 RF 처리 기술, 디지털 변복조 기술, 데이터 압축/코딩 기술의 발달로 인하여 활발히 연구 개발되고 있다. 전세계적으로 광대역 무선가입자망 시스템으로는 MMDS, LMDS/LMCS, B-WLL 등의 시스템이 있으며, 더 나아가 이러한 시스템에 이동성이 부가된 MBS 시스템으로의 진화가 연구되고 있다.

초고속정보통신망 건설과 미래 멀티미디어 서비스를 위한 광대역 시스템의 개발을 위해서는 핵심 기술인 기저대역 신호처리, 시스템 구성, 연동 기반기술, 밀리미터대역 핵심소자 및 부품 설계, 밀리미터파의 전파환경 연구 등

에 대한 많은 연구가 필요하다. 또한 국가적으로 통신시장의 개방에 대비하여 사업자의 자율이 최대한 보장되어야 하며, 실험주파수 개방, 전파사용료 감면과 같은 적극적인 지원이 필요하다. 초고속정보통신망의 성공과 정보화 사회의 실현을 위해서는 또한 멀티미디어 서비스의 활성화와 충분한 보급에 있다고 할 수 있다. 서비스 보급을 위하여 다양한 멀티미디어 응용 서비스 개발, 고객의 다양한 서비스 욕구에 대한 신속히 처리가 이루어 질 때, 광대역 무선가입자망의 구현 및 초고속정보통신망의 구축을 성공적으로 달성할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- (1) 한운영, "WLL(Wireless Local Loop) 기술," 텔레콤지, 1997년 6월호 p 44 ~ p53.
- (2) Luis M. Correia, IST, Technical University of Lisbon, Ramjee Prasad, Technical University of Delft. "An Overview of Wireless Broadband Communications," IEEE Communication Mag., Vol. 35, No. 1, Jan. 1997.

- (3) Walter Honcharenko, Jan P. Kruijs, David Y. Lee, Nitin J. Shah, "Broadband Wireless Access," IEEE Communication Mag., Vol. 35, No. 1, Jan. 1997., p 20 ~ P26.
- (4) Vijay K. Garg and E. L. Sneed, Lucent Tech. Inc. "Digital Wireless Local Loop System," IEEE Communication Mag., Vol 34, No. 10, Oct. 1996.
- (5) W. Pugh and G. Boyer, "Broadband Access : Comparing Alternatives," IEEE Communication Mag., Vol. 33, No. 8, Aug. 1995.



한운영

- 1982 : 고려대학교 전자공학과 학사
- 1984 : 고려대학교 전자공학과 석사
- 1993 : 고려대학교 전자공학과 박사
- 1982 ~ 1995 : 한국전자통신연구원(ETRI)
- 1995 ~ 현재 : 데이콤 종합연구소 하나로 기술개발센터 WLL시스
팀개발팀장