

□ 특집 □

무선가입자망 기술

한 운영* 황 현 철**곽 벽 렬***

◆ 목 차 ◆

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| 1. 서 론 | 4. 무선가입자망 관련 주요규격 및 표준화 |
| 2. 무선가입자망 기술 개요 | 5. 결 론 |
| 3. 무선가입자망 기술 현황 | |

1. 서 론

WLL(Wireless Local Loop)기술은 1970년대 들어 RF (Radio Frequency) 기술의 발달로 Subscriber Radio가 등장한 후 1980년대 후반에 반도체 및 디지털 무선통신기술의 발달로 주파수 효율, 무선 채널 품질, 가입자당 구축비용 등 이전의 문제점이 해결되면서 부터 본격적으로 개발되기 시작하였다.

WLL이 통신업계의 관심을 끌게 된 주요 요인은 크게 다섯가지로 분류할 수 있다. 첫째, 시스템 구축 측면에서 전화국과 일반가입자간의 유선 선로를 가설해야 하는 기존의 유선망에 비해 가입자선로 구축이 용이하고 서비스 개시 기간이 단축되며, 둘째, 서비스 지속성 측면에서 유선가입자망이 천재 지변 등으로 인해 손상되는 경우에 대비한 비상용 가입자회선으로 이용 가능하며, 셋째, 서비스 제공

측면에서 POTS(Plain Old Telephone Service), 데이터, ISDN 등 다양한 서비스 요구에 따라 융통성 있는 서비스 제공이 가능하며, 넷째, 소요 비용 측면에서 거리에 무관하게 설치비용이 일정하여 투자비가 절감되며 투자비 회수가 빠르다는점과, 다섯째, 망의 확장성 측면에서 가입자 통화량의 증가에 따른 망의 확장이 신속하게 이루어 질 수 있다는 점 등을 들 수 있다.

이러한 점들로 인해 WLL은 신규 시내전화사업자나 신규 통신사업자가 조기에 가입자망을 구축할 수 있는 방법으로 가장 유력시되고 있으며, 특히 유선통신망 기반구조가 빈약한 개발도상국의 통신 하부구조로 각광을 받고 있다.

WLL 시스템은 1990년대에 들어와 CDMA 방식의 무선접속규격을 사용한 128 Kbps까지의 중저속 데이터 및 전화 서비스를 위한 Narrowband CDMA 시스템과 Wide-band CDMA 시스템으로 개발되고 있다. 한편 1990년대 중반에 들어오면서 전세계적으로 인터넷에 대한 수요가 급격히 증가하여 비음성 데이터 및 고속의 영상 데이터 서비스에 대한 가입자의 요구가 증가함에 따라 가입

† 정회원 : 데이콤 종합연구소 WLL시스템개발 팀장
 †† 정회원 : 데이콤 종합연구소 WLL시스템개발 선임연구원
 ††† 정회원 : 데이콤 종합연구소 전송기술 팀장

자들의 다양한 요구를 충족시키기 위해 기존 통신망의 초고속화, 광대역화 및 멀티미디어화 필요성이 대두되었으며, 무선가입자망을 이용하여 음성, 데이터 및 영상 등의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 24 - 28 GHz의 밀리미터파 대역에서 광대역, 초고속으로 정보를 전송하는 양방향 Broadband WLL 시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다.

무선가입자망 발전을 단계별로 살펴보면, 제 1 단계는 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 무선가입자망의 구현이라 할 것이다[1].

2. 무선가입자망 기술 개요

WLL은 기존의 유선가입망이 교환기와 개개의 가입자를 유선가입자선로를 이용하여 연결하던 것과는 달리 각 가입자들에 대해 무선으로 가입자선로를 제공하는 기술이다. 이 기술은 가입자의 입장에서는 기존의 유선가입자망이 음성대역 데이터 전송속도가 64kbps까지로 협대역의 한계성이 있지만 디지털 무선가입자망은 모뎀이 필요없이 64kbps급 이상의 고속 디지털 데이터 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있고, 서비스 공급자의 입장에서는 설치 비용을 절감할 수 있고 설치

기간을 단축할 수 있으며 WLL 시스템을 이용한 POTS, 데이터, ISDN BRI (Basic Rate Interface) 등 다양한 부가 서비스 등을 기대할 수 있다[2].

WLL은 기술적 측면에서 구분할 경우 WLL 전용 기술, 셀룰러 기술, 코드리스 기술 등으로 나뉜다. 이 중에서 셀룰러 기술이 WLL을 실현하는 가장 유력한 방안으로 대두되고 있다.

WLL은 무선채널을 통신매체로 이용한다는 관점에서 이동통신망과 유사한 특성을 가지지만 이동성이 없으므로 WLL망의 전파환경이 이동통신망의 전파환경보다는 훨씬 양호하다는 장점이 있고 이외에도 이동 통신망과 비교했을 때 다음과 같은 특징이 있다[3].

첫째 이동 통신망의 전파환경은 안테나의 높이가 주변 건물보다 낮은 위치에 존재하게 되고 이로 인해 비가시거리(Non-Line-Of-Sight) 환경이 되어 주변 건물에 의한 직진파의 차단, 반사, 회절로 전파경로손실이 40dB/decade 정도이나, WLL망의 전파환경은 단말기의 안테나를 건물 옥상과 같이 높은 곳에 설치할 수 있으므로 가시경로(Line-Of-Sight) 환경이 확보되어 전파경로손실이 20dB/decade 정도로 작아 동일한 송신전력으로 보다 넓은 지역을 서비스할 수 있다.

둘째 WLL망의 전파환경은 점 대 점방식의 고정통신이기 때문에 점 대 이동국 방식의 이동 통신망의 전파환경보다 다중경로로 인한 페이딩현상이 훨씬 적다는 점이다. 30KHz 채널대역폭을 사용하는 이동통신 전파환경하에서 요구되는 E_b/N_0 는 18dB이나, 동일한 채널대역폭을 사용하는 WLL망의 전파환경하에서 요구되는 E_b/N_0 는 대략 14dB 정도만 요구되어 저전력 송신장치의 구현이 가능하다.

셋째 WLL망은 고정 무선 통신망이므로 핸드오프가 발생하지 않는다. 따라서 이동 통신망에서 호단절 없는 통신서비스를 위해 필요한 여분의

핸드오프용 무선채널의 확보가 WLL망에서는 필요 없게 되며, 이 여분의 무선채널을 일반호용으로 사용할 수 있어 무선채널의 효율증가 및 가입자 수용 용량의 증가 효과를 얻을 수 있다. 또한, 각 건물과 기지국간의 무선 링크는 특정한 가입자에게 간섭을 줄이기 위한 방향으로 구축할 수도 있으며, 설치된 후에 가입자가 너무 많이 증가한다면 또는 셀 분할을 하는 경우가 아니면 무선링크는 변화가 없기 때문에 WLL망의 설계는 이동 통신망보다는 훨씬 간단하다.

넷째 WLL망은 고정 무선통신이기 때문에 순/역방향 링크에 방향성 안테나를 사용하여 개개의 가입자에게 미치는 동일채널 간섭영향을 줄일 수 있으며 이로 인해 주파수 재사용 거리를 줄일 수 있다. 주파수 재사용 거리의 감소는 단위면적당 가입자 수용 용량의 증가를 가져온다.

Narrowband-CDMA WLL 시스템과 Wideband-CDMA WLL 시스템이 이동 통신망이나 기존의 유선가입자망에 비해 많은 장점을 지니고 있는 반면에, 향후 일반화되리라 예상되는 광대역, 초고속 멀티미디어 서비스 전송에는 미흡하여 현재 24~28GHz의 밀리미터파 대역을 사용하여 음성, 영상, 데이터 등의 멀티미디어 서비스를 광대역, 초고속으로 전송하는 광대역 WLL 시스템 개발이 활발히 진행되고 있다.

광대역 WLL에서 현재 고려되고 있는 주요 서비스는 영상전화, 영상회의, 고속 디지털 전용회선, 주문형 비디오(VOD), 인터넷 서비스, 홈쇼핑, 원격 교육, 원격진료 등의 멀티미디어 서비스이며, 이들 서비스를 위한 정보 소요량은 <표 1>과 같다.

<표 1>에서 기술된 초고속 광대역 정보량을 가진 멀티미디어 서비스를 전송하기 위해서는 광대역의 가입자 회선이 요구된다. 이러한 광대역의 가입자망 구조는 유선 혹은 무선으로 구성할 수 있으나 유선상에서 광대역 가입자회선 구성은

지형이나 지물에 의한 설치의 어려움 및 초기 투자비의 과다로 활발히 진행되지 못하고 있는 실정이다. 그러나 무선을 이용한 광대역 무선 가입자망은 구축 및 용량 증가의 용이성, 저렴한 투자비 및 광대역 서비스 제공이 용이하여 신규 및 기존 사업자들의 관심의 대상이 되고 있다.

<표 1> 멀티미디어 서비스 예상 정보 소요량

구 분	2000 년	2010 년	
사 무 실	156Mbps	6000Mbps	
가 정	영상	10-60Mbps	10-120Mbps
	음성/데이터	1.5Mbps	10-30Mbps
이동체통신	1.5Mbps	~ 10Mbps	
무선 LAN	150-60Mbps	156~600Mbps	
고속엑세스	6-10Mbps		

< 출처 : B-ISDN 대응 밀리파통신 이용기술에 관한 연구, 1996, 일본 >

3. 무선가입자망 기술현황

3.1 WLL 시스템 개발 동향

WLL 시스템은 무선접속 방식에 따라 CDMA 방식의 시스템과 TDMA 방식의 시스템으로 구분할 수 있다.

우선 CDMA 방식의 무선접속규격을 사용하는 시스템은 Narrowband-CDMA (IS-95) 방식과 Wideband-CDMA 방식으로 나눌 수 있다.

Narrowband-CDMA 방식을 사용하는 대표적인 WLL 시스템은 1.23MHz의 주파수대역폭을 사용하는 기존의 IS-95 CDMA 무선접속규격의 퀄컴 QCTel과 모토로라가 개발한 WLL시스템으로 두 시스템의 공통점은 IS-95 CDMA 무선접속규격을 그대로 적용하여 개발한 시스템이라는 점이다.

<표 2> CDMA방식을 사용하는 WLL 시스템 비교

항목 \ 방식	Narrowband-CDMA		Wideband-CDMA		
	Qualcomm	Motorola	IDC	DSC Com	Lucent Tech
제조업체	Qualcomm	Motorola	IDC	DSC Com	Lucent Tech
시스템명	QCTel	WiLL	CDMAlink	AIRSPAN	AirLoop
무선접속방식	IS-95CDMA	IS-95CDMA	B-DS/CDMA	B-DS/CDMA	B-DS/CDMA
Carrier 대역폭	1.23MHz	1.23MHz	7/10/105/14/15	35MHz	5/10MHz
듀플렉스 방식	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD
사용주파수대	800MHz 대역	800/1900 MHz	1.7/1.8/2.0-2.7GHz	2.3-2.5GHz 3-4GHz	2.3-2.5GHz 3.3-3.5GHz
변조방식(F/R)	QPSK/OQPSK	QPSK/OQPSK	QPSK/QPSK	QPSK/QPSK	QPSK/QPSK
Transcoder	IS-95A Vocoder (8k/13kbps)	IS-95A Vocoder (8k/13kbps)	64KPCM 32KADPCM	64KPCM	64KPCM 32KADPCM 16K LD-CELP (option)
음성대역 데이터속도	G3FAX (14.4Kbps)	G3FAX (14.4Kbps)	G3FAX (28.8kbps)		G3FAX (19.2kbps)
ISDN Service	불가능	불가능	B-D, 2B+D	B+D, 2B+D	B+D, 2B+D
전력제어	가능	가능	가능	가능	가능
채널부호화	Convolution (K=9)	Convolution (K=9)	Convolution (K=7)	Convolution	Convolution (K=7)

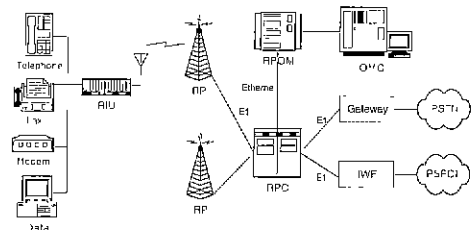
한편, Wideband-CDMA방식을 이용하는 대표적인 WLL 시스템은 인터디지털, 지멘스 및 삼성전자가 공동 개발중인 CDMAlink 시스템, 그리고 DSC가 개발한 AirSpan 시스템, 루슨트 테크놀로지의 Air-Loop 시스템 등이다. 이들 시스템들은 각국의 사정에 따라 선택적으로 개발되었으며, 이러한 이유로 인하여 국내외적으로 표준화되지 못하고 있다.

<표 2>에서는 이들 두가지 CDMA 방식을 사용하는 시스템들을 비교하였으며, 이 시스템들의 가장 큰 차이점은 주파수대역폭, 음성대역 데이터 속도 및 ISDN BRI (2B+D) 서비스 제공 가능여부에 있다.

한편 TDMA 방식의 시스템에는 기존 GSM, DCS-1800, PHS 기반의 시스템이 있으며, 대표적인 시스템은 다음과 같다.

- DWLL(Ericsson)
- FRA(Northern Telecom)
- DRMASS(NEC)
- Teledensity(Motorola)

국내 동향을 살펴보면, 정보통신부에서 국가적 차원의 WLL의 표준화를 추진하고 있으며, 이에 따라 데이콤, 한국통신, ETRI가 공동으로 WLL 무선접속표준(안)을 개발하여 국내표준으로 TTA에 상정한 상태이다. 이를 기반으로 하여 데이콤에서는 1998년에 MODEM ASIC을 개발하였고, 이를 검증하기 위한 Testbed를 개발하였다. 또한 하나로통신의 시내전화망 구축을 위한 WLL 시스템의 상용화가 현재 진행중에 있으며, 98년말까지 개발을 완료하고, 99년부터 서비스에 적용될 예정이다. 그림 1은 99년 초 상용서비스를 목표로하고 있는 WLL 시스템구성도이다. 각 장치별 기능을 살펴보면 다음과 같다.



(그림 1) WLL 시스템 구성 개념도

●가입자접속장치(RIU)

가입자접속장치는 크게 RF 처리부, 디지털 처리부, 인터페이스부로 나뉘어진다. RF 처리부는 수신장치, 송신장치 및 이득제어장치, 주파수 합성기 등으로 구성된다. 디지털 처리부는 프로세서부와 Transcoder부, CDMA 변복조부로 구성되며 인터페이스부는 SLIC, SIO, ISDN BRI(2B+D)부로 구성된다.

●기지국(RP)

기지국은 전반적인 관리기능을 수행하는 기지국제어모듈(RCP)과 고출력/저잡음 증폭 및 송수신 변환기능을 수행하는 RF 모듈, 아날로그 접속모듈, CDMA 채널관련 신호처리 기능을 수행하는 모뎀모듈(MODEM Module), 기지국제어기와 정합하기 위한 중계선(E1) 접속기능을 수행하는 라인 접속모듈로 구성된다.

●기지국제어기(RPC)

기지국제어기는 전반적인 관리기능을 수행하는 기지국제어기 제어모듈(RCCP), Time Switching 모듈, PCM 신호변환 기능을 하는 Transcoder 모듈, 기지국 정합모듈, WLL 교환기 정합모듈, 데이터 통신 정합장치 정합모듈 등으로 구성된다.

●기지국 운용장치(RPOM)

기지국 운용장치는 기지국제어기, 기지국장치, 가입자접속장치의 운용 및 유지보수를 담당하고 가입자관리, 서비스 관리기능을 수행한다.

3.2 광대역 무선가입자망(BWLL) 기술동향

가. 해외 주파수 및 사업동향

●미국 동향

미국에서는 '80년대부터 2.5GHz대역에서 MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Services)를 이용해 아날로그 AM방식으로 무선CATV 서비스를 제공하고 있었으나, 다채널 위성방송의 급팽창, 디지털화 지연등으로 인해 매력을 잃어가면서

MMDS기술을 디지털화하고 무선CATV서비스를 포함한 다양한 무선멀티미디어 서비스를 광대역으로 제공하려는 실현방안의 하나로 LMDS(Local Multipoint Distribution System)서비스가 출현하였다. 미국의 LMDS서비스는 국내에서 개발중인 광대역 무선가입자망(BWLL)과 가장 유사한 서비스 개념으로 기지국과 가입자장치 사이에 무선자원을 이용하여 무선링크를 형성하고 이를 이용하여 고속의 디지털 데이터를 양방향으로 전송하는 광대역 양방향 고정 무선가입자망이다. 미국의 LMDS는 무선CATV 시스템에서 발전한 서비스로 27.5GHz-31.3GHz(1,300MHz폭)의 주파수를 사용하여 디지털 데이터를 양방향으로 전송할수 있는 광대역 무선전송기술로 향후 정보 고속도로와 연계하여 초고속 가입자망으로 활용할 수 있어 최근 각광을 받고 있다. BWLL 서비스 제공개념은 (그림 1)과 같다.

특히, FCC는 지역망의 경쟁을 촉진하기 위해 미국 전역을 493개 지역(BTA:Basic Trading Area)으로 분할하고, 경쟁입찰에 의거 각지역에 2개의 면허를 부여하기로 하고, '97년3월에 LMDS용 서비스 및 경쟁입찰규칙을 채택한데 이어, '98년 2월 18일에 입찰을 개시하였다. 1998년 2월 18일 시작된 FCC의 LMDS 경쟁입찰이 약 5억 7,800만 달러의 입찰수익을 올린 가운데 3월 25일 막을 내렸다. 각 BTA에 대해 1,150MHz의 블록 A 면허와 150MHz의 블록 B면허 등 2개 면허가 부여된 이번 경매에서 FCC는 493개의 BTA에 대해 각 BTA당 2개의 면허를 동시에 입찰에 부쳤다. LMDS용으로 할당된 주파수는 아래 그림 1과 같으며, 이번에 입찰에 부쳐진 주파수 양도 단일 규모로서는 역대 최대 규모이다. 이번 LMDS 주파수 입찰경매에서는 493개 BTA에 대해, 각 BTA당 2개의 면허인 총 986개의 면허가 경매에 부쳐진 결과 864개의 면허가 판매되었으며 나머지 122개

면허는 추후 재입찰에 부쳐질 예정이며, 입찰결과 LMDS 면허를 취득한 사업자 수는 총 104개 업체이다. 이번 경매 이전에 LMDS면허를 보유하고 있는 업체는 Cellular Vision USA사가 유일하는데, 이 회사는 현재 뉴욕 MSA(Metropolitan Statistical Area)지역에서 49채널의 가입자 TV서비스와 고속 인터넷 서비스를 제공하고 있다.

시스템 개발측면에서 미국은 Stanford Telecom사를 중심으로 한 DAVIC규격기반과 Nortel사 중심의 Wireless ATM 규격기반의 양대 규격을 바탕으로 시스템 개발에 박차를 가하고 있다.

● 캐나다 동향

캐나다에서는 LMCS(Local Multipoint Communication System)라 불리우며 25.35-28.35GHz의 주파수를 사용한다. 미국이 LMDS주파수를 경매에 의해 분배한 반면 캐나다에서는 '96년 주파수 분배를 위한 제안서를 요청하여 제안서를 접수받아 이를 평가하여 정부에서 업체를 선정하였다. 그 결과, '96년 10월 최종적으로 Cellular Vision Canada, MaxLink Communication, Rural Vision 등 3개 회사를 선정하였다. 캐나다에서는 그림2에서와 같이 하나의 블록을 500MHz 대역폭으로 하여 6개의 블록을 LMCS 주파수로 설정하였으며, 6개의 블록중 A, B 2개의 블록에만 3개사가 각각 500MHz폭을 전부 사용하도록 주파수를 할당하였다. 그리고, 서비스 지역을 캐나다 전체 인구의 2/3를 점유하고 있는 66개의 인구밀집지역과 127개의 시골지역으로 분할 후 33개의 인구밀집지역을 각각 Cellular Vision Canada와 MaxLink Communication사에 할당하였고, 127개의 시골지역을 Rural Vision사에 할당하였다. 캐나다 산업성에서는 LMCS가 전화나 CATV망과 경쟁할수 있는 새로운 망이 될것으로 보고, 양방향 데이터, 비디오, 음성전화등 광범위한 서비스를 LMCS를 이용하여 일반 가정 또는 업무용 가입자에게 제공하

게 될것이라고 전망하고 있다. 현재 디지털 방식의 시스템이 개발중이며, 무선CATV서비스를 제공하는 Cellular Vision USA사와는 차별화하여 LMCS의 주 서비스로 시내전송로로 사용하여 방송사업자, 케이블전화 회사, 전화회사, PCS사업자, 다지점 망운용자, 병원, 학교, 일반회사등에 임대해줄 계획이며, 단방향인 DTH(Direct-To-Home) 위성방송의 보완매체로의 활용 또는 셀룰라 링크 및 저속 데이터 링크용으로도 사용할 계획이다. MaxLink Communication사는 인터넷, 디지털 비디오, 음성전화등을 기본서비스로 하여 '98년 하반기에 상용서비스를 개시할 계획이다.

● 유럽 동향

유럽의 경우에 영국 주도의 CEPT와 범유럽 표준 MPT 및 EU(European Union)에 따라 각국에 2.5GHz대, 3GHz대의 MMDS주파수와 40GHz대의 MVDS(Microwave Video Distribution System)로 구분하여 서비스를 제공할 계획이다. 영국의 경우, 1989년에 40.5-42.5GHz대의 주파수를 광대역 무선 서비스용으로 할당하였으며 다른 유럽 국가에서도 이 대역의 주파수를 MVDS용으로 할당하였다. 96년 말에 스위스 텔레콤이 다채널TV전송용으로 단방향 아날로그 MVDS서비스를 개시했으며, 이탈리아, 영국(Eurobell사)등을 몇몇 국가에서 시험중에 있으며, 프랑스, 독일, 그리스, 노르웨이등도 '98년내에 시험서비스를 할 계획이다. 현재 디지털방식의 MVDS가 유럽국가에서 개발중이며 단방향 디지털MVDS인 경우에 200개 이상의 TV채널을 수용할수 있으며 '96년말에 Marconi사와 필립스(Philips)가 개발하여 현재 시험중에 있다. 양방향 디지털 MVDS시스템은 현재 개발중이며 시제품은 '98년 말에 선 보일것으로 예상된다. 양방향 MVDS의 가정용 서비스로는 TV, VOD, 교육, 홈쇼핑, 홈뱅킹, 보안, 인터넷접속등이 가능하며 소규모 사업용으로는 고속 인터넷, 전화, E1급 전

용회선 서비스등이 가능하다.

나. 국내 주파수 및 사업동향

국내에서의 광대역 무선가입자망(이하 "BWLL")이란 정보통신부 공고 제1997-49호에서 공고한 가입자회선용 주파수인 24.35~24.75GHz 및 25.5~27.5GHz을 이용하는 광대역 양방향 고정무선통신망으로 음성전화, 고속데이터, 통신 및 방송형 영상서비스등의 서비스를 제공하는 광대역 가입자망이다. 국내 사업자들의 동향을 살펴보면 한국통신은 '98년 상반기중에 ATM기반의 시험시스템을 구축할 예정이며 최근 TTA주관하의 BWLL표준화 활동에 적극적으로 참여하고 있으며, 제2시내전화 사업자인 하나로통신은 BWLL 상용시스템개발에 착수하여 2000년부터 전화, 고속데이터, 비디오등의 상용서비스 계획을 추진중이다. SK텔레콤은 아날로그 무선CATV시스템을 개발하였으며 '97년 7월에 NO 사업권을 획득하였다. 해태텔레콤에서는 Millitech의 RF장비와 Stanford Telecom의 디지털장비를 활용하여 '97년 7월 시연회를 가졌으며, 삼양텔레콤에서는 HP, Stanford Telecom등의 장비를 구매하여 시연회를 추진중이다.

데이콤에서는 '97년 5월 디지털 무선CATV 시스템을 개발하였으며, '97년 7월에 무선CATV NO 사업자로 선정되었고 '97년 11월에 26GHz대의 BWLL 시험주파수를 획득하여 '98년 4월에는 데이콤, 기륭전자가 공동개발한 양방향 디지털 BWLL시스템 개발시연회를 가졌으며 음성전화, 화상전화, 인터넷접속, VOD등 다양한 서비스를 제공하는 실험국 시스템을 운용중이다. 또한, 국내에서도 BWLL을 향후 구축될 초고속정보통신망과 연계하여 초고속가입자망으로도 활용할 수 있어 조만간 주목을 받을 것이다.

다. 국내외 기술개발 동향

기존의 아날로그 가입자망이 아날로그 기술을 이용하여 음성이나 협대역의 데이터 등을 서비스

하거나 CATV등을 단방향으로 분배하는 것에 비해서 광대역 무선가입자망은 멀티미디어 서비스를 밀리미터파대 주파수와 디지털기술을 사용하여 양방향으로 제공하는 것으로 특징은 광대역화, 디지털화 및 양방향화, 서비스의 멀티미디어화, 무선 ATM화로 특징지어진다. 광대역의 주파수 폭을 확보하기 위해서 BWLL에서는 밀리미터파대와 준밀리미터파대를 사용한다. 이 주파수대는 이용성, 기술개발성, 활용성면에서 개발이 상당히 뒤쳐져 있었으나, 미사용 주파수 자원을 개발하려는 각 국의 노력과 주파수 할당등으로 인해 BWLL망 구축이 가시화되어 이 주파수대를 이용한 많은 연구가 수행되었고 현재 많은 제품들이 개발 및 상용화되고 있다.

BWLL시스템은 가입자에게 음성, 데이터, 영상 등 다양한 형태의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 기능을 구비해야 하고, 서비스별 트래픽 특성을 고려하여 모든 서비스에 동작하는 최적의 시스템 구조로 설계 되어야 한다. 이러한 서비스 및 트래픽 특성을 만족하기 위한 시스템 구조로서 최근의 개발동향은 ATM기술을 무선구간에도 적용하는 ATM기반의 시스템과 Non-ATM기반 시스템으로 대별할 수 있다.

또 하나는 MAC제어기술로 이것은 여러 사용자들이 동일한 통신매체를 효율적으로 공유하기 위해 필요한 접속(access)을 제어함으로써, 궁극적으로 채널의 유효 용량을 어떻게 각 사용자에게 할당할 것인가를 제어하는 기술로 무선구간에 까지 음성, 데이터, 영상등이 혼합된 멀티미디어 서비스를 확장 접속하는데 필수적이며, BWLL의 소요기술중 무선 MAC프로토콜 기술이 핵심요소 중의 하나이다. 다중접속방식에 따른 TDMA와 CDMA방식의 MAC성능을 간략히 비교하면 CDMA 방식은 TDMA방식에 비해 전파간섭에 강한 점 등의 이유로 기존의 디지털 이동전화, PCS등에

활용되고 있다. 그러나 단말기간의 상호 간섭제어를 통하여 수용용량을 얻는 방법은 결과적으로 대역폭당 데이터 전송율을 일정 수준에서 억제하는 결과를 가져와 높은 데이터를 필요로 하는 BWLL서비스에서는 매우 큰 약점으로 지적되고 있다. 그러나 CDMA방식은 이런 한계에도 불구하고 CDMA방식에 내재된 안정적인 무선자원 할당 특성 때문에 데이터 전송을 증대를 통하여 CDMA방식을 활용하려는 연구로 다중 코드 할당 방식, 다중 캐리어 전송방식등에 대한 연구가 추진 중이다. TDMA방식은 대역폭당 데이터 전송율이 CDMA방식에 비하여 매우 높다. 이러한 이유로 기존의 무선 통신 시스템의 연장선상에서 광대역 무선서비스를 위한 다중접속방식 개발이 가장 활발하고 구체적으로 진행되고 있으며, 최근의 BWLL, LMDS, LMCS등의 개발 동향은 TDMA방식의 무선접속방식과 ATM기술을 무선 구간에 적용하는 추세이다. 기존의 아날로그 가입자망이 아날로그 기술을 이용하여 음성이나 협대역의 데이터 등을 서비스하거나 CATV등을 단방향으로 분배하는 것에 비해서 광대역 무선가입자망은 멀티미디어 서비스를 밀리미터파대 주파수와 디지털 기술을 사용하여 양방향으로 제공하는 것으로 특징은 광대역화, 디지털화 및 양방향화, 서비스의 멀티미디어화, 무선 ATM화로 특징지어진다. 광대역의 주파수 폭을 확보하기 위해서 BWLL에서는 밀리미터파대와 준밀리미터파대를 사용한다. 이 주파수대는 이용성, 기술개발성, 활용성면에서 개발이 상당히 뒤쳐져 있었으나, 미사용 주파수 자원을 개발하려는 각 국의 노력과 주파수 할당등으로 인해 BWLL망 구축이 가시화되어 이 주파수대를 이용한 많은 연구가 수행되었고 현재 많은 제품들이 개발 및 상용화되고 있다.

BWLL시스템은 가입자에게 음성, 데이터, 영상 등 다양한 형태의 멀티미디어 서비스를 제공할

수 있는 기능을 구비해야 하고, 서비스별 트래픽 특성을 고려하여 모든 서비스에 동작하는 최적의 시스템 구조로 설계 되어야 한다. 이러한 서비스 및 트래픽 특성을 만족하기 위한 시스템 구조로서 최근의 개발동향은 ATM기술을 무선구간에도 적용하는 ATM기반의 시스템과 Non-ATM기반 시스템으로 대별할 수 있다.

또 하나는 MAC제어기술로 이것은 여러 사용자들이 동일한 통신매체를 효율적으로 공유하기 위해 필요한 접속(access)을 제어함으로써, 궁극적으로 채널의 유효 용량을 어떻게 각 사용자들에게 할당할 것인가를 제어하는 기술로 무선구간에 까지 음성, 데이터, 영상등이 혼합된 멀티미디어 서비스를 확장 접속하는데 필수적이며, BWLL의 소요기술중 무선 MAC프로토콜 기술이 핵심요소 중의 하나이다. 다중접속방식에 따른 TDMA와 CDMA방식의 MAC성능을 간략히 비교하면 CDMA방식은 TDMA방식에 비해 전파간섭에 강한 점 등의 이유로 기존의 디지털 이동전화, PCS등에 활용되고 있다. 그러나 단말기간의 상호 간섭제어를 통하여 수용용량을 얻는 방법은 결과적으로 대역폭당 데이터 전송율을 일정 수준에서 억제하는 결과를 가져와 높은 데이터를 필요로 하는 BWLL서비스에서는 매우 큰 약점으로 지적되고 있다. 그러나 CDMA방식은 이런 한계에도 불구하고 CDMA방식에 내재된 안정적인 무선자원 할당 특성 때문에 데이터 전송율 증대를 통하여 CDMA방식을 활용하려는 연구로 다중 코드 할당 방식, 다중 캐리어 전송방식등에 대한 연구가 추진 중이다. TDMA방식은 대역폭당 데이터 전송율이 CDMA방식에 비하여 매우 높다. 이러한 이유로 기존의 무선 통신 시스템의 연장선상에서 광대역 무선서비스를 위한 다중접속방식 개발이 가장 활발하고 구체적으로 진행되고 있으며, 최근의 BWLL, LMDS, LMCS등의 개발 동향은 TDMA 방

<표 3> 국내 WLL 무선접속표준(안) - 잠정

항 목	제 원	비 고
사용주파수대	2.30~2.33GHz(역방향), 2.37~2.40GHz(순방향)	정통부고시 대역
다원접속방식	Wideband-DS/CDMA	
송수신채널분리방식	Frequency Division Duplex(FDD)	
RF 채널 대역폭	5/10/15MHz	
Chip Rate (Mcps)	2.816/4.096/5.562/8.192/11.264/12.288	main lobe의 80%
채널간격	RF 채널 대역폭	
변조/복조 방식	Coherent QPSK/Coherent Detection	
동기방식	Sync(순방향)/Async(역방향), 기지국간 비동기	
채널부호화방식	Convolutional coding(R=1/2, K=9)	
인터리빙	Block Interleaver(트래픽 채널은 선택사항)	
Speech Codec	8k CS-ACELP/16k LD-CELP/32k ADPCM/64k PCM	
서비스 종류	음성, 음성대역데이터, 패킷데이터, ISDN(2B+D)	
서비스 데이터속도	8k, 16k, 32k, 64k, 80k, 144k	
전력제어방식	전력제어 채널 이용 양방향 Closed loop 전력제어	

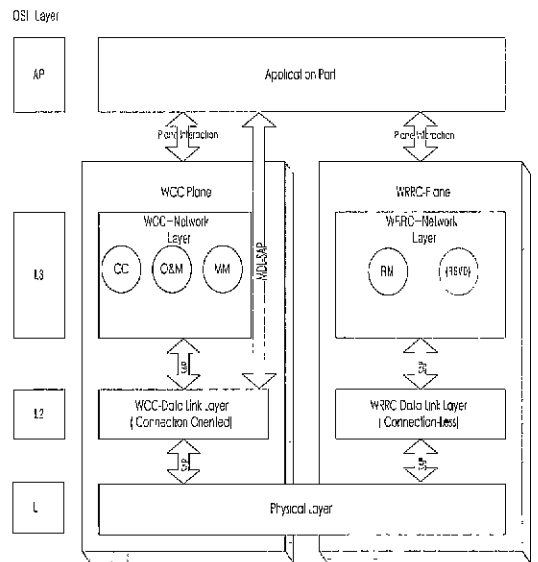
식의 무선접속방식과 ATM기술을 무선 구간에 적용하는 추세이다.

4. 무선가입자망 관련 주요 규격 및 표준화

4.1 WLL 무선접속 규격

WLL 관련 국내의 무선접속 표준은 존재하지 않으며, 다만 W-CDMA 방식의 WLL 무선접속표준(안)이 TTA에 국내표준으로 제안되어 있는 상태이다. 국내 WLL 무선접속표준(안)의 개략적인 사항들을 살펴보면, IS-95와는 달리 순방향 뿐만 아니라 역방향 채널에도 파일럿 채널을 사용하여 coherent 복조 방식을 사용하며, 이동성을 고려하지 않는 관계로 기지국간 비동기 방식을 채택함으로써 GPS 수신기가 필요없으며, 고속의 전력제어채널을 이용하여 전력제어를 수행함으로써 향후 보행자 수준의 이동성 및 페이딩을 보상할 수 있고, 광대역 CDMA 채널이므로 고속의 디지털 데이터 및 ISDN 서비스를 제공할 수 있으며, 무선구간에서 발생하는 버스트에러

를 극복하기 위해 인터리빙을 채택하고 있고, 여섯째 패킷 데이터 전송기능 및 순/역방향 전력제어기능을 가지고 있다[4].



(그림 2) 무선프로토콜의 기능구조

(그림 2)에서는 무선접속규격의 물리계층과 데이터링크계층 및 네트워크층의 기능구조를 나타내었다. 무선자원제어(WRRC -Plane) 데이터링크 계층은 네트워크층 정보를 전달하기 위한 동기, 페이징, 액세스, 신호채널상에 프레임 및 프레임 포맷의 에러감지, 각 계층의 정보를 구분, CRC 검사등을 수행하며, 통신제어(WCC-Plane) 데이터 링크 계층은 WLL 무선구간에서 네트워크층의 호 관련 정보 시스템 정보를 신뢰성 있게 전달하기 위해 프레임 순서제어, 에러감지, 회복 불가능한 에러발생시 PM(Protocol Management)에 통보하여 복구 등의 신호 채널상에서 연결형의 확인동작을 수행한다.

4.2 WLL 액세스망과 교환기간 접속규격

무선접속규격외에 WLL 시스템을 구현할경우 중요시 되는 것으로는 교환기와의 접속을 위한 V5.2 프로토콜을 들 수 있다. 이는 동적인 집선 기능에 기초를 두고 있고 이전의 정적인 다중화 기능에 기초를 두고 있는 V5.1을 근간으로 만들어졌다. V5.2는 디지털 공통선 신호방식의 프로토콜을 사용하여 액세스 망과 로컬 교환기 사이에서 호를 설정하고 관리하고 해제한다. 이 호는 중계선 인터페이스가 지원하는 64kbps 타임 슬롯으로 전달된다. V5.2 프로토콜은 동일한 중계선 인터페이스 상에서 ISDN과 아날로그 회선을 포함한 여러 액세스 유형의 상호 접속을 가능하게 한다.

가입자망과 교환기간의 인터페이스는 아날로그 가입자 액세스를 위한 Z 인터페이스로부터 ISDN 액세스를 위한 V1, V2, V3, V4 인터페이스로 진화되어 왔다. 그러나 기존의 V2, V3, V4 인터페이스는 2048kbps 전송특성과 32 타임슬롯 프레임 구조만 정의되어 액세스망과 교환기 간의 네트워킹에 필요한 정보교환은 불가능했으나 V5.x 계열은 로컬 교환기와 액세스망간의 공통선 채널 개

념의 데이터 링크, 네트워크층 등의 계층 구조로 정의하여, 링크의 집선, 절체, 공통선 신호 방식, 동적 타임 슬롯 할당, 링크 제어 등 가입자망의 자원 관리를 효율적으로 한 것이 특징이다.

V5.x는 가입자망의 다양한 서비스를 지원하기 위하여 공통선 신호방식, OAM을 규정하고 있으며, 이를 이용하여 POTS, ISDN BRI, ISDN PRI 등을 지원하고 있다.

이는 가입자가 요구하는 서비스에 따라서 타임 슬롯 또는 디지털 링크를 지정함으로써 가입자 회선 수용 용량을 증가시키고 자체에서 이러한 데이터를 라우팅하는 기능이 있어 가입자망과 교환기가 이들 신호를 직접 접속할 수 있다.

V5.1과 V5.2 프로토콜의 주된 차이점으로는 첫째 V5.2는 16개까지의 다중 링크를 수용하는 반면 V5.1에는 단일 E1 링크를 수용한다는 것이다. 둘째 V5.2는 BCC (Bearer Channel Connection) 프로토콜을 이용하여 타임 슬롯을 ISDN 및 PSTN 사용자 포트로 동적할당을 가능하게 한다. 그러나 V5.1 프로토콜은 포트와 타임 슬롯 간의 일대일 매핑인 정적인 접속만을 수용한다. 또한 V5.2는 링크 상태를 검증하고 식별하고 차단하고 해제한다. 그리고 V5.2에서는 장애가 발생했을때나 1차 시그널링 유지보수가 요구될 때 링크를 백업하는 스위치 기능을 제공한다.

<표 6> 인터페이스 접속규격 비교

특 성	Z	V4	V5.x	VB5
수용 서비스	POTS	POTS, NISDN	POTS, NISDN	BISDN
전송 방식	2선, 4선	E1, T1	E1	STM-1
신호 프레임	DS ₀ 급 아날로그	DS ₁ , DS _{1E}	DS ₁ , DS _{1E}	SDH
신호 방식	DC, DTMF	CAS	CCS	CCS

DC : Direct Current
 DTMF : Dual Tone Multiple Frequency
 CAS : Channel Association Signaling
 CCS : Common Channel Signaling

V5.2 프로토콜의 경우는 V5 인터페이스는 ETSI에서 표준화하여 현재 ITU-T 권고안 G.964, G.965로 정의되어 있고, ATM 셀 처리를 위한 VB5가 최근 권고되고 있다.

4.3 광대역 WLL 관련 표준화 동향

광대역 무선시스템은 서비스 요구사항 및 개발 접근방법, 시장성, 경제성 등에 따라 시스템의 형상 및 표준화에 많은 차이가 있다. 광대역 무선시스템은 이동성을 보장하는 시스템과 이동성을 보장하지 못하는 시스템으로 나눌수 있다. 이동성을 보장하는 광대역 무선 시스템으로는 RACE II 프로젝트에서 추진하는 MBS(Mobile Broadband System), 일본의 NTT에서 연구중이며 마이크로 셀 및 피코 셀 환경에서 제한적인 이동성을 제공하는 AWA(ATM Wireless Access)시스템등이 있으며, 이동성을 보장하지 않는 시스템으로는 BWLL, LMDS/LMCS등이 있다. 현재 광대역 무선 시스템은 ATM에 기반을 두고 개발되는 것이 세계적인 추세이며, ATM에 기반을 두고 개발하는 몇 가지 이유는, 유연한 대역폭 할당과 서비스 응용 측면에서 다양한 형태의 서비스 제공이 가능하며 또한 음성, 데이터, 영상등 다양한 형태의 트래픽을 효과적으로 다중화할 수 있다. 그리고, 무선이나 유선망에서 광대역의 서비스를 제공할수 있는 End-to-end 연결을 설정할수 있다. 국내의 BWLL과 가장 유사한 시스템인 LMDS/LMCS의 표준화 동향에 대해 살펴보면, LMDS/LMCS에 대한 표준은 현재 미국의 Stanford 텔레콤, Newbridge등이 주도하여 TDMA기술과 ATM기술 기반의 규격을 개발하여 DAVIC(Digital Audio-Visual Council)에 제안하였다. DAVIC은 HFC, 위성방송, MMDS, LMDS등 다양한 통신 매체등을 사용하는 서비스에 대해 시스템 및 구성 요소간의 상호 운용성을 보장하는 국제 표준안 개발을

목표로 1994년에 설립된 비영리단체로 스위스의 제네바에 본부를 두고 있다[5]. 현재 DAVIC에는 전 세계 25개 국 이상에서 200개개의 회사들이 회원사로 참여하고 있다. DAVIC에서는 95년 12월에 버전1.0을 발표한 이래 현재까지 버전1.3을 발표했으며, LMDS에 대한 표준은 버전1.1에 처음 발표된 이후 계속 보완되고 있다. 이와는 별도로 1995년 ETSI와 ATM Forum에 무선ATM 관련 주제가 상정되어 '96년 8월부터 ATM Forum에서도 Wireless ATM에 대한 WG가 신설되어 관련기술의 규격화 작업이 진행중이며 이동성 지원을 위한 'Mobile ATM'과 고정 무선망 접속을 위한 'Radio-Sub System'의 두 분야로 나누어 표준화가 진행중이며 '98년 2/4분기까지 규격을 작성하고 '99년 1/4분기까지 최종규격을 개발할 계획이다.

국내에서는 '97년 24.35~27.50GHz(하향:2GHz 폭, 상향:500MHz폭)의 무선가입자회선용 주파수가 공고되었으며, 현재 TTA주관의 고정무선연구위원회를 중심으로 표준화대상, 서비스등 표준화 추진을 위한 연구활동을 하고 있다.

5. 결 론

전세계적으로 유선망의 확장 한계성으로 인하여 다양한 방식의 무선망에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있으며, 전자통신관련 장비 및 부품의 발전으로 인해 경제성있는 시스템 구현이 가능하게 됨으로써 무선을 이용한 통신시스템이 상당히 발전하고 있다. 특히 국내통신시장의 개방이 임박한 현시점에서 WLL 시스템은 단기간에 망구축이 가능하고 음성서비스 이외에 고속 디지털 데이터 서비스나 ISDN BRI 서비스 등을 통합 제공함으로써 기존의 유선전화 서비스와 비교해서 품질면에서 동등하고 서비스면에서는 다양한 서비스를 제공할 수 있어 기존 유선망 가입자들

의 기호를 만족시킬 수 있을 것이다[6].

이러한 품질과 서비스의 다양성 이외에도 WLL 시스템은 사고로 인한 유선가입자선로의 장애 발생시 적절한 조치에 많은 시간과 비용이 소요되는 산악지역이나 유선전화망 설치시 과도한 설치 비용이 소요되는 도심지역 등 다양한 분야에 활용될 수 있을 뿐만 아니라 비상용 우회 가입자선로로서도 이용이 가능하고 투자비 회수가 빠르며 서비스 개시 기간이 단축되는 등 많은 장점을 지닌 무선통신 시스템이다.

이러한 WLL 시스템은 신규통신사업자가 조기에 가입자망을 구축하고자 할 경우 가입자망으로써 가장 주목받고 있다.

한편 BWLL은 효율적인 고정 무선가입자망으로서 기본통신과 광대역 통신을 동시에 제공가능한 방식이며, 광대역으로 배정된 주파수 자원을 조기에 사용하여 주파수 자원의 활용성을 극대화하는 방향으로 표준화 및 사업화 방향이 추진되어야 하며, 주파수 할당을 조기에 마무리하여야 할 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] Luis M. Correia, IST, Technical University of Lisbon, Ramjee Prasad, Technical University of Delft. "An Overview of Wireless Broadband Communications", IEEE Communication Mag., Jan. 1997.

[2] Christopher C. Yu, BellSouth, Diane Morton, Claire Stumpf, Robert G. White, and Joseph E. Wilkes, Bellcore, Mehmet Ulema, Daewoo Telecom. "Low-Tier Wireless Local Loop Radio Systems", IEEE Communication Mag., Mar. 1997.

[3] Vijay K. Garg and E. L. Sneed, Lucent Tech. Inc. "Digital Wireless Local Loop System", IEEE Communication Mag., October 1996.

[4] TTA, "Wireless Local Loop를 위한 무선 접속 규격(안)", 1996.

[5] DAVIC(Digital Audio-Visual Council) Version 1.1, Sep. 1996.

[6] Walter honcharenko, Jan P. Krays, David Y. Lee, and Nitin J. Shah, Lucent Tech. Inc. "Broadband Wireless Access", IEEE Communication Mag., Jan. 1997.



한 윤 영

1982년 고려대학교 전자공학과 (학사)
1984년 고려대학교 전자공학과 (석사)
1993년 고려대학교 전자공학과 (박사)

1982년-1995년 한국전자통신연구소
1995년-현재 데이콤 종합연구소 WLL시스템개발팀장



황 현 철

1990년 전북대학교 전자공학과 (학사)
1990년-1995년 대우통신 교환연구단
1995년-현재 데이콤 종합연구소 WLL시스템개발팀 선임 연구원



곽 벽 렬

1985년 성균관대학교 전자공학과 (학사)
1987년 성균관대학교 전자공학과 (석사)
1988년-1993년 한국통신 연구개발원

1993년-1997년 SK텔레콤 중앙연구원
1997년-현재 데이콤 종합연구소 전송기술팀장