



초고속 인터넷용 광대역 무선 가입자망(B-WLL) 기술 동향

김 대 진*

전남대 공대 전자공학과 및 RRC

1. 머리말

다가오는 21세기 정보통신 사회에서 정보통신 가입자들은 신속한 정보의 획득과 다양한 형태의 서비스를 요구하고 있다. 이러한 새로운 고속의 멀티미디어 서비스에 대한 요구는 현재 사용되고 있는 가입자망의 체증을 일으키고 있다. 이와 같은 수요를 해결하기 위한 고속의 가입자망의 구축을 위해 여러 가지 기술들이 제시되고 있는데 그 중의 하나의 대안으로 정부에서는 ATM 기반의 초고속 정보통신망 기반 구축을 위해 FTTH(Fiber To The Home)를 목표로 통신망의 인프라를 구축하는 계획을 수립한 바 있다. 그러나 최근에는 FTTH를 구축하기 위한 엄청난 재정부담과 효율성의 측면에서 주요 구간만 광선로로 구축하고 가입자 선로는 다양한 다른 구축 방식을 적용하여 합리적으로 구축하는 방법들이 제시되고 있다. 최근에 제안되고 있는 방법들로는 ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line), HFC(Hybrid Fiber Coax) 및 HFR(Hybrid Fiber Radio) 등이 있다. 이 중에서 특히 HFR은 가입자 선로를 무선화 하여 무선 접속 방식을 이용함으로써 가입자 선로 비용 절감, 운용·유지·보수 및 서비스 제공의 신속성 측면에서 중요한 이점을 가지고 있다.

최근에 제안된 HFR의 방법으로 밀리미터파 대역의 주파수를 이용한 광대역 무선가입자망(B-WLL; Broadband Wireless Local Loop)은 무선으로 초고속 인터넷 및 멀티미디어 서비스가 가능한 가입자망으로 99년 6월 한국 통신, 하나로 통신, 데이콤의 3개 사업자를 선정했다.

이 글에서는 B-WLL 개요, 표준화 동향, 특징, 주요 기술 및 활용 방향에 대해서 알아보고 마무리하려 한다.

2. B-WLL 개요

광대역 무선 가입자망(이하 B-WLL)은 정보 통신부 공고 제 1997-49호에서 공고한 상향 24.25 ~ 24.75 GHz, 하향 25.50 ~ 26.70 GHz 대역의 무선 주파수를 사용하여 초고속 인터넷, 전화, 전용 회선, 영상 분배 등의 서비스를 유선과 동일한 품질로 제공하는 고정 무선 통신 선로이다[1]. 이 가입자망이 중요하게 대두되는 이유는 무선으로 상향 500 MHz, 하향 1.2 GHz의 광대역폭을 사용한다는 점인데 HDTV 영상분배용으로 6 MHz 대역을 사용하는 것과 비교하면 무선 통신용으로 굉장히 큰 대역폭이라는 것을 알 수 있다.

B-WLL은 밀리미터파 대역을 사용하므로 하나의 작은 셀 지역을 대상으로 LOS(Line Of Sight) 환경에서 고속의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 개발되고 있다. 미국에서는 LMDS(Local Multipoint Distribution System), 캐나다에서는 LMCS(Local Multipoint Communication System), 그리고 유럽의 일부에서는 LMS(Local Multipoint System)으로 불리고 있다.

광대역 무선 기술의 상용화는 70년대 중반 마이크로파를 이용한 MDS(Multipoint Distribution Service)방식으로 무선 케이블 사업이 선보이면서 시작되었고 80년대 이후 MMDS(Multichannel Multipoint Distribution Service)를 거쳐 지금의 LMDS, B-WLL로 발전하였는데 초반에는 방송 분배용으로 시작했으나 현재는 인터넷의 폭증으로 주로 양방향 초고속 데이터 서비스용으로 사용할려고 한다.

미국의 LMDS는 상·하향 비대칭으로 원래 무선 케이블 TV와 같은 단방향 분배형 서비스를 목적으로 제안된시스



템이었고, 캐나다의 LMCS는 인터넷을 비롯한 고속 데이터 통신을 위주로 개발되었다. 그러나 기술의 진보와 서비스의 다양화로 무선 케이블 TV 전송망 뿐만 아니라 초고속 인터넷, 음성·영상전화와 양방향 데이터, 대화형 비디오 서비스의 제공이 중요해지고 B-WLL이 이 서비스를 제공할 수 있다.

표 1. B-WLL 초기 단계의 제공 서비스

제공서비스	제공 인터페이스
일반전화(POTS) 서비스	아날로그 전화 인터페이스
ISDN 서비스	S 인터페이스
B-ISDN 서비스	ATM 25.6 인터페이스
고속데이터 서비스	10 BaseT 인터페이스
전용회선/집단회선 서비스	T1/E1 인터페이스
영상분배 서비스	추후 정의

이와 같은 서비스 중 수요가 많을 것으로 예상되고, B-WLL 초기단계에 제공하고자 하는 서비스를 요약하면 표 1과 같이 나타낼 수 있고, 무선 접속 규격은 다른 서비스를 수용할 수 있는 확장성을 가지고 있어야 한다[2].

정보 통신부에서는 24 ~ 27 GHz 대역에서 26.70 ~ 27.50 GHz 대역은 무선 케이블 TV 전송용으로 할당하고 24.25 ~ 24.75 GHz를 B-WLL 상향으로 25.50 ~ 26.70 GHz를 B-WLL 하향 대역으로 설정하였다. 그리고 최대 3개 사업자에게 B-WLL 사업을 할당할 수 있도록 상향 160 MHz, 하향 320 MHz 폭으로 분할하여 초고속 인터넷 및 전용회선 서비스를 할 수 있도록 하였다. 이 3개 사업자는 한국 통신, 하나로 통신, 그리고 데이콤이다. 이때 하나의 사업자는 상향의 경우 8 MHz 대역폭으로 나눌 경우 20개 채널로 채널당 약 10 Mbps의 데이터 서비스가 가능하고, 하향의 경우 40 MHz 대역폭으로 채널을 나누면 8개 채널로 채널당 50 ~ 100 Mbps의 초고속 데이터 서비스가 가능하다.

3. B-WLL 국내의 표준화 동향

하나로통신과 한국통신은 당초 개별적으로 진행해왔던 연구 개발 작업을 공동으로 추진하기 위해 "B-WLL 표준 규격 공동 개발 협정"을 체결하고 한국 전자 통신 연구원

(ETRI)에 개발자금을 출연하여 DAVIC(Digital Audio Visual Council)의 LMDS 규격에 기초한 무선 접속 규격과 MCNS(Multimedia Cable Network System)의 DOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specification)에 기초한 B-WLL 표준 규격을 개발하여 한국 통신 기술협회(TTA)에 상정하였다. 표준화 범위는 B-WLL 기술의 2개 핵심 분야로 채널 대역폭, 변조 방식, 다원 접속, 대역폭 할당 방식 등 무선 접속 규격과 전화망, 인터넷망, B-ISDN망 등의 망 접속 규격이다. TTA에서는 올해 4월 무선 가입자망 무선 접속 규격 잠정 표준을 발표하였고[2], 올해 말까지는 무선국간의 접속 규격과 단말기의 제반 기능을 포함한 단체 표준이 확정될 예정이다.

B-WLL과 관련된 국제 표준으로는 DAVIC[3]에서 MMDS와 LMDS 규격을 마련하였고, IEEE에서도 802.16 광대역 무선 액세스 워킹 그룹(Broadband Wireless Access Working Group)에서 1999년부터 표준화 작업을 하고 있다[4].

4. B-WLL 특징 및 주요 기술

4.1 B-WLL 특징

B-WLL은 무선망이 갖는 고유한 특성에 따라 기존의 경쟁 매체 기술과 비교하면 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

B-WLL에서 하부 구조 가격(Infrastructure Costs)은 서비스를 시작하기 전에 비싼 하부 구조를 매설해야 하는 기존의 유선 시스템에 비해 상대적으로 낮다. 그리고 시설 설치의 신속성, 수익의 조기 실현, 고객의 수요 변동에 따른 서비스커버리지의 손쉬운 확장, 저렴한 망 유지·관리 비용 고객 가입자 해지로 인한 고정비 손실의 전무 등 많은 장점들을 가지고 있다. 특히 유선 통신망의 설치가 어려운 지역이나 유선망으로는 도저히 경제성을 맞출 수 없는 지역에 대한 초고속 서비스의 가능하게 함과 동시에, 포화상태 이른 지하 시설물 확충 문제 해결에도 큰 도움이 될 것이다.

하지만 이러한 B-WLL 서비스의 성공적인 시장 진입을 위해서는 먼저 고려되어야 할 것들이 있다. 먼저 B-WLL은 가시거리(LOS : Line Of Sight) 통신이므로 안테나 설치 장소 등이 제한된다. 건물 등에 의해 발생하는 음영 지역의 해결방안으로 중계기(Repeater), 반사기(Reflector)를 서비스를 시작하기 전에 마련해야 한다. 또 B-WLL은 24 ~ 27 GHz 대역의 고주파를 사용하므로 강우감쇠가 심하고 RF소자가 고가이며 소출력 특성을 가지게 된다[5]. 그래서 전파

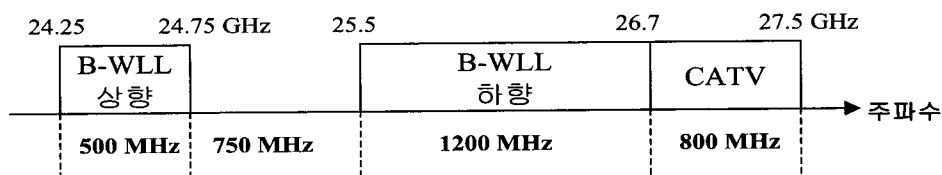


그림 1. B-WLL 주파수 배치도

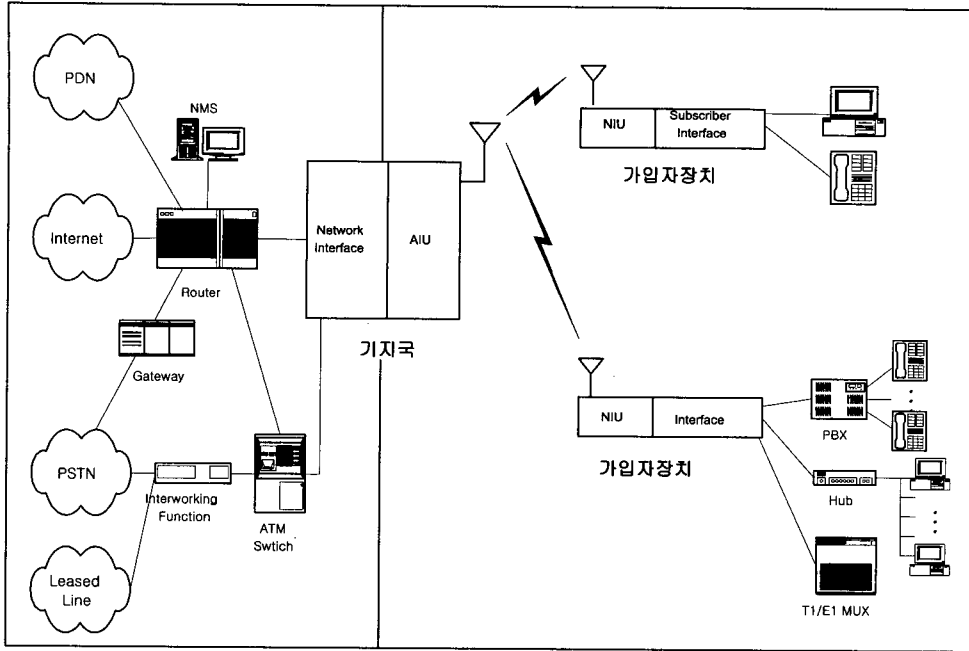


그림 2. B-WLL 시스템 참조 모델

특성에 대한 이해와 저가의 RF 송수신 장비의 개발이 선행되어야 한다.

B-WLL은 서비스 가능거리는 실제적으로는 대략 3 ~ 5 km내의 커버리지 정도가 될 것이다.

4.2 B-WLL 망구조

B-WLL은 크게 기지국 장치, 가입자 장치, RF장치 및 망 관리 장치로 구분할 수 있다.

기지국 장치는 유선망과 무선망 사이를 연결하는 게이트웨이 역할을 수행하는 장치로 다중화/역다중화, 매핑, 부호화/복호화, 변/복조 및 MAC (Medium Access Control)기능을 수행하게 된다.

가입자 장치는 기지국으로부터 신호를 수신하고 가입자의 요구 및 정보를 송신하게 되고 안테나, 송·수신기 및 망 접속 장치(NIU : Network Interface Unit)로 구성되어 있다.

RF(Radio Frequency)장치는 송·수신기 및 안테나로 구성되어 있으며 송·수신기 및 안테나 특성에 따라 섹터 및 셀 구조 등이 구분된다. 보통 기지국 안테나는 90도의 수평범위를 가지는 섹터 안테나를 사용하며, 가입자 장치에서는 수평·수직 범위가 매우 좁은 고 지향성 안테나를 사용한다.

망 관리 장치(NMS : Network Management System)는 저렴하고 효율적인 망 관리를 위해서 고장 관리, 구성 관리, 과금 관리, 성능 관리, 보안 관리 등을 수행한다.

그림 2의 시스템 모델은 B-WLL 무선 접속 규격이 적용되는 전반적인 시스템의 기능을 나타내기 위해서 예를 들어 구현되어진 모델이다.

4.3 주요기술

4.3.1 다원 접속 및 베이스밴드부 기술

B-WLL은 하나의 기지국과 여러 가입자 장치간에 통신을 하는 점 대 다점 통신 서비스이므로 이러한 서비스를 위해서는 다원 접속 기술이 필요하다. B-WLL의 상향 다원 접속 방식으로 대부분 TDMA(Time Division Multiple Access)를 기준으로 하고 있으나, 서비스의 특성 및 사업자의 필요에 따라 특정 상향 RF 캐리어를 특정 망 접속장치가 단독으로 사용하는 FDMA(Frequency Division Multiple Access)방식이 이용될 수 있으며, TDMA와 FDMA를 한 시스템에서 동시에 지원하도록 장치가 구현될 수 있다.

ATM망을 사용할 경우의 ATM 망과의 연동 기술을 보면 ATM과 망과의 인터페이스, ATM 스위칭, ATM과 무선구간 사이의 패킷변환 기술 등이 있다. B-WLL의 무선망 전송은 ATM 셀로 전송되며, ATM이나 PSTN, 인터넷 등의 데이터들을 ATM 셀로 변환하여 ATM과 연동하는 기술이 필요하다. 또 여러개의 망의 ATM 셀들을 무선구간과 스위칭 시켜주는 기술이 필요하다. 무선환경은 유선보다는 에러에 민감하므로 ATM 셀에 에러 코딩 신호 등을 추가해서 무선 전송 패킷으로 만들어 주는 기술도 필요하다[6].

트랜시버 기술로는 변·복조 기술 및 MAC 기술 등이 필요하다. ATM에서 무선 전송 패킷으로 만들어진 데이터를 무선으로 전송하기 위해서는 변조 기술과 함께 수신된 신호를 받아 복조하는 기술이 필요하다. B-WLL에서 사용되는 하향 모뎀은 고속의 데이터 전송을 지원할 수 있어야 하며, 상향 모뎀은 하향 신호에 비교해서 데이터 양이 적고 불연속적이므로 이러한 신호 처리를 위해서는 버스트 모뎀 기술이 필요하다[7]. 그리고 MAC 기술은 기지국과 가입자

간의 무선 구간 채널의 설정과 해지를 위해 가입자 단말과 기지국에 연동되는 서비스별 노드간의 상호 시그널링을 위해 필요하다.

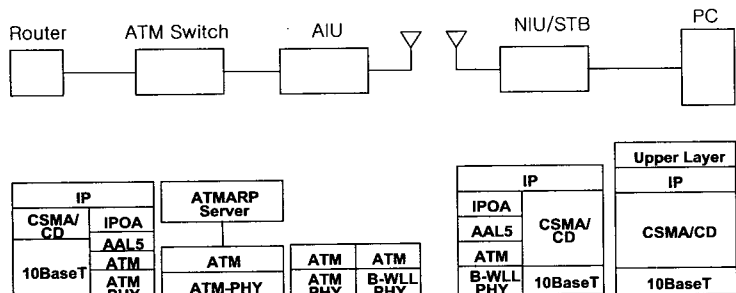
4.3.2 IF, RF 기술

IF 기술로는 베이스밴드 신호와 RF 신호를 정합시켜 주기 위한 주파수 합성 기술과 주파수 동조 기술이 필요하다. 모뎀에서 나오는 여러 채널을 묶어서 RF부로 전송을 하고 이 신호를 수신하여 다시 여러 채널로 나누어서 베이스 밴드로 보내주는 경우에는 채널 합성과 채널 분배 등의 기능도 필요하다. 또 옥내의 장치에서 송·수신 신호를 하나의 선으로 옥외의 장치와 연결하는 경우에는 송·수신 신호를 합성하고 분리해주는 양방향 대역 분리기(Diplexer)가 필요하다.

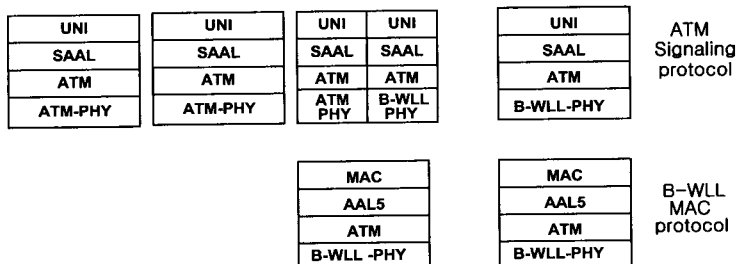
RF 영역에서는 IF 신호를 24 ~ 27 GHz대의 높은 주파수대로 바꾸거나, 수신된 높은 주파수대의 신호를 IF 신호로 내리기 위한 상·하향 주파수 변환 기술이 필요하다. 또 무선 전송 구간으로 전송하기 위해서는 안테나 기술도 필요하다.

4.3.3 프로토콜 기술

B-WLL은 초고속 인터넷, 전화, ATM 등의 다양한 서비스를 하나의 무선 가입자망으로 제공하기 위해서는 각 서비스에 대한 프로토콜의 구현 및 제어신호에 대한 기술이 필요하다. ATM기반으로 초고속 인터넷 서비스인 IPOA(IP Over ATM)를 사용한 프로토콜 구조는 그림 3과 같다[8].



(a) Data Plane



(b) Control Plane

그림 3. IPOA를 사용한 프로토콜 구조

5. B-WLL 전송 사업의 활용방향

B-WLL은 상·하향 대역폭의 비대칭성으로 방송·통신 융합 형태의 사업이 가능하고, 고속 데이터 서비스의 경우 광대역성과 망 구축 효율성의 장점이 있다.

영상, 방송 수요의 경우 대화형 서비스 요구가 확산된다면 B-WLL의 활성화가 기대가 되고, 통신 수요의 경우 기업 등의 전용선 수요를 주 대상으로 하는 서비스가 가능할 것이다. 또 기존의 전화선이나 케이블을 충분히 보유하고 있지 않은 업체의 경우 광 포설의 어려움 및 고비용을 해결하기 위해 활용이 가능하다.

B-WLL은 LOS 환경을 전제로 하기 때문에 집단 수요지(건물, 상가, 아파트)의 옥상에서 트래픽을 통합 처리하는 형태에 적합하므로, 기업 등의 전용 또는 광대역 집단 수요를 목표로 활용 할 수 있다. 또 감쇠가 심한 특성을 가지고 있으므로 적정 신뢰도(99.90 ~ 99.99 % 정도)를 갖는 망을 구축하여 품질과 가격을 절충한 사업에 적용함이 바람직하다. 그림 4는 B-WLL 서비스 제공의 예시도 이다[9].

미국에서는 27.50 ~ 31.30 GHz 대역을 사용하여 LMDS 형태로 서비스가 시행되고 있는 상황이다. 미국은 '98년 2월 주파수 경매 방식에 따라 일부지역에 대해 사업자를 선정하였다. 입찰결과 LMDS 면허를 취득한 사업자는 총 104개 업체이다. 99년을 분기점으로 광대역 무선망을 통해 데이터, 비디오, 전화 서비스를 중심으로 상용화 초기 단계에 접어들 것으로 보인다. 미국에서 처음으로 상용화했던 회사는 미연방통신위원회(FCC)에 의해 사업 허가를 받은 Cellularvision사이다. Cellularvision사는 뉴욕주의 주요 도심지역인 맨해튼, 브루클린, 퀸스에서 서비스를 제공하고 있으며 98년 7월 말 현재 53만여명의 가입자를 확보하고 있다.

Cellularvision사는 현재 초고속 인터넷서비스와 49채널의 방송 서비스를 주로 제공하고 있으며 상향 경로는 전화선을 이용하고 있다. Cellularvision사는 광대역 무선 가입자망을 통해 1.5 Mbps급 전송 속도를 제공하는 인터넷에 대해서는 주거 고객용과 기업 고객용으로 나눠 서비스를 실시중이다[10].

캐나다에서는 25.35 ~ 28.35 GHz 대역의 주파수를 LMCS라 불리며 사용되고 있다. 미국은 주파수 경매를 통해 분배를 했지만, 캐나다에서는 '96년 주파수 분배를 위한 제안서를 접수받아 이를 정부에 평가하여 업체를 선정하였다. 그 결과 '96년 10월 최종적으로 Cellular Vision Canada, Maxlink Communication, Rural Vision등 3개회사를 선정하였다. 하나의 블록을 500 MHz 대역폭으로 하여 6개의 블록을 LMCS 주파수로 선정하였다. 현재 디지털 방식이 개발중이며, LMCS의 주 서비스로 시내 전송로를 사용하여 방송 사업자,

초고속 인터넷용 광대역 무선 가입자망(B-WLL) 기술 동향

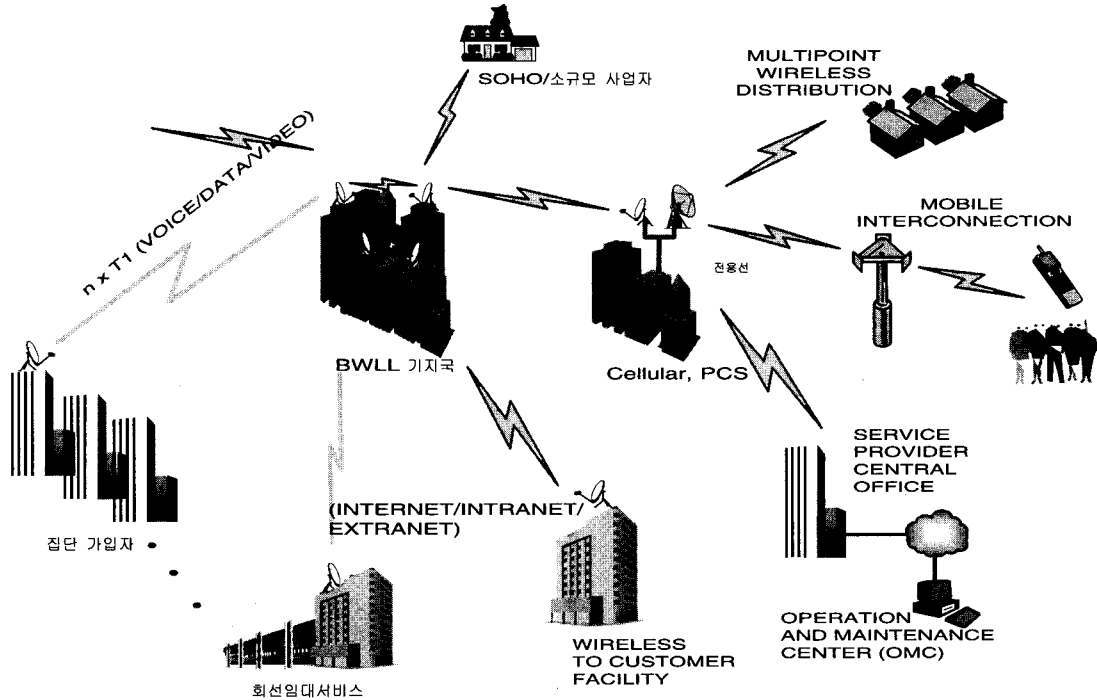


그림 4. B-WLL 서비스 제공 예시도

케이블 전화 회사, 전화 회사, PCS 사업자, 다지점 망운용자, 병원, 학교, 일반 회사등에 임대해 줄 계획이며, 단방향인 DTH(Direct-To-Home) 위성 방송의 보완매체로의 활용 또는 셀룰러 링크 및 저속 데이터 링크용으로도 사용할 계획이다. 캐나다의 Maxlink Communication사는 기업이나 주거고객을 대상으로 데이터, 인터넷, 음성, 비디오 및 멀티미디어 상용 서비스를 제공할 계획이다[9].

아시아 지역에서는 일본이 지난해 말 새로운 가입자 회선용 무선 액세스 시스템 도입에 대한 연구를 발판으로 무선국 허가에 대한 기본 방침을 확정하고 무선 설비 규칙을 개정 중이다.

우리나라는 현재 B-WLL 사업자로 한국통신과 하나로통신, 그리고 데이콤을 1999년 6월 선정하였다.

한국통신의 경우 현재 시내 전화 사업자로 전국 네트워크를 구축하고 있는 상황이고 할당받은 B-WLL에 대해 올해 말까지 사업 준비를 완료하고 내년부터는 시범 사업을 전개한다는 계획이다. 특히 2001년부터는 기업 고객과 함께 주택형을 시작으로 공급에 나설 예정이며 B-WLL의 경제성과 망 구축의 신속성을 살려 기존 유선 가입자를 초고속 가입자로 전환하려는 계획을 가지고 있다. 먼저 소규모 자영업자(SOHO)지역과 아파트 혼합지역을 서비스의 대상으로 계획하고 있고, 2000년대 이후 B-WLL 시장이 어느 정도 활성화되면 중소기업이나 일반 가정까지 시장영역을 넓혀갈 계획이다.

하나로통신은 B-WLL이 중속용량(256 Kbps급이상/3E1)에 적당한 시스템이라는 것을 활용하여 기존 인프라 시설

이 부족하기 때문에 신속하고 경제적인 가입자망 구축을 위해 지역적으로 제한되는 유선망 대신 B-WLL을 이용한 망구축을 중점 추진할 계획이다. 이를 통해 주로 대용량 수요가 발생하는 기업 고객과 집단 고객 및 아파트와 같이 많은 세대가 모여있는 가정 고객을 대상으로 FTTC와 동일한 초고속 멀티미디어 서비스를 제공해 나갈 예정이다. 데이터망 경쟁에 의하여 선정된 B-WLL 사업권을 이용하여 초고속 무선인 인터넷 및 전용회선 사업에 역량을 집중할 계획이다.

6. 맺음말

점차 현실화되고 있는 초고속 정보통신망의 구축의 중간과정으로 생각할 수 있는 B-WLL은 미국이나 유럽에서는 LMDS, LMCS와 같은 다른 이름으로 서비스가 행해지고 있지만 같은 목적의 서비스를 계획하고 있다. B-WLL은 광대역성, 양방향성의 특성을 가지고 있으면서 무선망이기 때문에 갖는 이점들로 인해 멀티미디어 서비스를 위한 가입자망 구축의 한가지 대안으로 모색되고 있으며 이 분야에 대한 연구개발이 진행되고 있는 상황이다.

B-WLL의 조기도입을 위해서는 몇 가지 선행되어야 할 일로 사용 주파수대에 대한 전파 특성의 이해, LOS 환경 확보를 위한 셀 구조 설계, 저가의 RF 송수신 장비의 개발 등이 있다.

우리나라의 경우 현재 B-WLL 주파수 공고와 사업자 선

정등을 통해 B-WLL 부품 개발과 서비스의 기본 계획을 수립하고 있는 단계이다. 현재 B-WLL의 연구 개발은 국내 표준의 개발에 초점을 맞추고 있으며 올해 말 잠정 규격의 확정 및 표준화 작업에 많은 노력을 기울이고 있는 상태이다.

이를 기초한 B-WLL 장비개발은 유·무선이 통합된 초고속 가입자망의 원활한 구축은 물론, 초고속 데이터통신서비스의 급속한 보급을 가능하게 할 것이다. B-WLL 장비의 상용화는 서비스사업자들과 밀접한 관계를 맺으며 내년부터 가능할 전망이다. B-WLL 사업자로 선정된 하나로통신은 99년 말까지 장비개발을 완료하고 2000년부터 상용화를 추진한다는 방침이며 한국통신은 조기 상용화보다는 제반기능의 충분한 포용을 통해 상용화를 추진한다는 방침이다. 이와 같은 사업자들의 연구개발에 대한 투자와 B-WLL에 적합한 서비스들의 개발이 이루어진다면 조만간 현재의 통신 서비스보다 한 차원 개선된 서비스를 제공받을 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] 정보통신부 공고 제 1997-49호, “가입자 회선(WLL)용 주파수 분배”, 1997년 4월.
 [2] 광대역 무선 가입자망 무선 접속규격 잠정 표준, 한국 정보 통신 기술정책, 1999년 4월.
 [3] <http://www.davic.org/>.
 [4] <http://grouper.ieee.org/groups/802/16/>.
 [5] 김영우, 유용제, 안상근, 장한식, 박순, “밀리미터파 대역에서의 강우감쇠 분석” JCCI논문집, p.744-748, April.1999.

[6] 김태근, 구현철, “광대역 무선 가입자망 개발과 국내외 현황”, 텔레콤 제14권 제2호, p.50- 67, 12월호. 1998.
 [7] 황호선, 최승남, 김대진, 광대역 무선 가입자망 (B-WLL)에서의 심볼 타이밍 동기화 보간기의 성능 분석, 제9회 통신정보합동학술대회, JCCI '99, 제1권, p.171-175 1999년 4월.
 [8] Y. H. Kim, D.J. Kim, and H. W. Jung, “Local Multipoint Communications Systems: Network System Architecture for Broadband Internet Access”, 1998 international conference on consumer electronics, pp.244-245 June 1998.
 [9] 곽벽렬, “B-WLL 활용 방향”, 텔레콤 제14권 제2호, p.97 ~ 106, 12월호. 1998.
 [10] <http://www.cellularvision.com/>.

저 자 소 개



김대진 (金大鎭)

1960년 5월 5일생. 1984년 서울대 공대 전자공학과 졸업. 1986년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사). 1991년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박). 1991년 12월-93년 6월 미국 제니스사 선임연구원. 1991년-96년 LG전자 멀티미디어(연) 책임연구원. 1997년-현재 전남대 공대 전자공학과 조교수.