

## 主 題

## 무선가입자망 (WLL, B-WLL) 기술 개발 동향

하나로통신(주) 이 인 행

## 차 례

- I. 서 론
- II. 무선가입자 망
- III. 무선가입자망의 시스템 구조 및 무선 접속 규격
- IV. 국내외 WLL장자비 개발현황 및 시장전망

V. WLL의 발전 방향: 광대역 무선 가입자망

VI. B-WLL 시스템

VII. 결 론

## 1. 서론

전화선을 이용한 음성 통화 및 데이터 통신은 가입자 선로와 교환기를 통하여 그 기능을 수행하는데, 가입자망(Local Loop)은 통신 기술의 눈부신 기술발전에도 불구하고 기존의 동선이라는 매체에 큰 변화가 없었다. 그러나 동선을 이용한 신규가입자를 수용하거나 또는 교환기로부터 가입자까지의 거리가 멀어지는 경우에는 망 구축비용이나 선로의 유지보수비용이 크게 늘어나게 되고 전송속도에도 제한이 있어 이를 극복하기 위한 방안들이 활발히 연구되고 있다.

최근 들어 이러한 가입자망의 한계극복 및 경제적인 가입자망의 구성을 위한 방법 중에서 가입자 회선을 무선으로 구축하는 방법이 고려되고 있는데 무선을 이용한 가입자망의 구축은 신속한 망 구성 및 비용의 경제성 등을 장점으로 내세워 통신기반이 취약한 동남아지역이나 남미, 동유럽지역에서의 가입자 망 구성방법으로 주목을 받고 있다.

초창기에 미국 IDC사나 스웨덴의 에릭슨사가 개발한 아날로그 방식의 무선가입자망(WLL : Wireless Local Loop) 시스템은 기존의 유선에 비해 통화품질과 가격경쟁력이 뒤져 시장진입에 실패한 바 있으나, 최근에는 전자통신기술의 급속한 발전과 더불어 여러 제조업체에서 경제성 있는 제품을 시장에 속속 출시하고 있다. 뿐만아니라 디지털 방식의 무선기술 개발이 활발해져 통화품질이 유선 가입자망 수준으로 향상되고 있고, 시스템 가격 경쟁력 면에서도 경제성을 확보할 수 있어 엄청난 시장 잠재력을 가진 장비로 부상하면서 통신기반이 취약한 개발도상국을 중심으로 유선망을 대신할 수 있는 매체로 무선가입자망을 설치하는 경우가 늘고 있다. 더욱이, 통신기반이 비교적 잘 구축되어 있는 선진국의 경우에도 신규사업자가 독자적인 가입자망을 구축하기 위해 무선을 이용하는 방법이 각광을 받고 있다. 이미 영국 및 일부 국가에서 상용되고 있지만 본격적으로 점차 확산될 것으로 보이는 WLL은 전자기술의 발달로 유선전화에 비해 회선당 단가가 저렴하여 경제적이고 초기 설비

투자가 용이하고 전파가 도달하는 지역 어디에서나 간편하게 설치할 수 있어 통신망 구축이 유연하다.

WLL 시스템 구현 기술로서는 코드리스를 응용한 기술(CT2, DECT), ETSI(European Telecommunications Standards Institute)의 서브기술위원회인 TM4(Transmission and Multiplexing sub-technical committee 4)에서 표준화 예정인 TDMA, FDMA, CDMA 방식으로 동작하는 Point to Multi-point 기술을 응용하는 기술, 셀룰라 기술(GSM, DCS 1800)을 이용한 기술, 그리고 독자적인 시스템을 구축하는 기술이 있는데 이 중에서 셀룰라 기술을 응용한 시스템이 가장 많이 사용되고 있다. 이 방식을 응용한 시스템은 이동통신에 사용되는 셀룰라 규격 또는 장비를 그대로 활용하거나 이동성, 핸드오버 기능 등을 변형하여 WLL에 이용하는 방법으로 음성중심의 서비스 제공이 주된 목표이다. 이 방법은 서비스지역이 상대적으로 넓고 기존의 장비를 활용함에 따라 경제성이 있으며 기존 셀룰라 시스템과 호환성유지가 용이하다. 현재 출시된 상용제품으로는 주파수분할다중접속방식(FDMA : Frequency Division Multiple Access), 시분할다중접속방식(TDMA : Time Division Multiple Access)이 주류를 이루고 있으나 다른 접속 방식에 비해 가입자 수용 용량이 월등히 큰 코드분할다중접속(CDMA : Code Division Multiple Access) 방식으로 전환되고 있다. 국내의 경우 정보통신부에서는 향후 급격한 수요 증가가 예상되는 WLL 장비 시장에서의 국제 경쟁력 확보를 위해 전자통신연구원(ETRI)을 중심으로 광대역 코드분할다중접속(W-CDMA : Wide-band CDMA) 방식을 이용한 독자적인 WLL 표준화를 추진하고 표준 규격 및 기초기반 연구를 ETRI에서 수행하고 상용시스템 개발은 사업자와 제조업체가 경쟁 체제로 개발하고 있다. 또한 24GHz ~ 27GHz대에서 무선 비동기전송모드(Wireless Asynchronous Transfer Mode)를 기반으로 음성, 데이터, 영상 등 무선 멀티미디어 서비스를 2Mbps 이상의 고속으로

제공하는 광대역 WLL(B-WLL : Broad-band WLL)의 개발도 현재 진행 중이다.

본 논문에서는 제 1장 서론에 이어, 제 2장에서는 최근에 관심이 고조되고 있는 WLL 시스템에 대한 간략한 소개와 여러 가지 가입자망 서비스를 비교한다. 제 3장에서는 무선가입자망의 시스템구조 및 무선 접속 규격에 대해 설명하고, 제 4장에서는 국내·외 장비 개발 현황 및 시장 규모 예측에 대해 기술한다. 제 5장에서는 WLL 발전방향을 앞으로 전개될 B-WLL관점에서 설명하고, 제 6장에서는 광대역 무선 가입자 망의 하나인 LMDS에 대해 설명하고, 마지막으로 제 7장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 무선가입자 망

### 2.1 무선가입자 망의 개요

WLL이란 전화국의 교환기와 가입자 사이를 기존의 유선선로 대신 무선을 이용하여 가입자 망을 구성해 주는 것을 말한다. 이 기술은 농어촌 지역과 같이 인구밀도가 희박한 지역에 전화를 가설할 경우 가설비를 줄이기 위한 방편으로 지난 70년대 초 미국 벨 연구소에서 처음 고안되었지만 무선 주파수의 확보가 쉽지 않았고 안테나와 무선 송수신 장치의 제조 및 설치비용이 과다하여 상용화 단계에까지 이르지 못했다. 그러나 최근 전자통신 기술의 급격한 발달과 더불어 여러 제조업체에서 경제성 있는 제품을 시장에 속속 출시해 통신사업자들도 이 WLL의 상용화에 지대한 관심을 보이고 있다.

기존의 유선 가입자 망은 시스템이 안정적이고 신뢰도가 높은 장점을 가지고 있지만 서비스 제공자 입장에서 볼 때 몇 가지 단점들을 내포하고 있다. 첫째, 시스템 초기 설치시 투자 비용이 비싸고 가입자의 수요 변화 및 망 진화에 부응하려면 엄청난 비용이 필요할 뿐만 아니라 시설공사 비용 및 오랜 공사기간 등 부수적인 제약조건도 따른다. 둘째, 이러한 유선가입자망을 구성하기 위해서는 초

기단계에서부터 가입자 수요증가에 대한 정확한 예측이 필요하지만 실제로 그 예측이 어려울 뿐만 아니라 국내의 경우 갑작스러운 도시의 개발 등은 이러한 예측 자체를 의미 없게 만들 수도 있다. 셋째, 각 가입자들에게 제공된 유선 가입자 망이 사용되는 시간은 하루평균 1시간을 넘지 않으므로 대부분의 시간은 시설을 효율적으로 사용하지 못한다. 또한 가입자 수요예측에 실패할 경우, 설치된 많은 회선들은 유휴시설로 남게되어 투자비회수에 장애요인이 되기도 한다. 넷째, 유선 가입자 망의 운용 및 유지보수 비용이 많이 든다는 점이다. 이는 유선 선로의 특성상 수많은 선로 접속부 및 전주를 관리해야 하고, 지하관로의 굴착을 위한 토목 공사를 해야하며 이러한 공사에 들어가는 비용을 지불해야하기 때문이다. 또한 굴착공사시 공사허가를 받기 위한 행정절차도 유선망구축의 장애요인이 되고 있다. 한편으로는 이러한 작업들을 적절히 수행하기 위한 숙련된 인력이 필요하다는 점도 유선 가입자 망의 경제적 제한요인이 되고 있다.

반면에 무선을 이용한 가입자 망의 구축은 상대적으로 경제적이고 손쉽게 이루어질 수 있다. 기존의 유선망은 오랜 기간동안 지속적인 투자로 지금까지 성장해 왔기 때문에 신규 사업자가 짧은 시일 내에 기존의 유선망과 같은 정도의 시설을 보유하려면 엄청난 투자비용을 감당하기 어려울 것이다. 이러한 문제는 기존사업자의 경우에도 망의 확장이나 수정이 필요할 경우 시간적, 경제적 장애물이 된다. 한편 무선망의 경우는 유선망에 비하여 신속한 설치가 가능하고, 가입자 수요에 탄력적인 대응이 가능하여 초기투자비용의 절감효과가 있으며, 관리해야 할 유선매체가 없으므로 유지보수비용을 절감할 수 있다. 또한 가입자의 수요변화에 의한 망의 재구성이 유선에 비하여 손쉽다는 장점이 있다. 부수적인 장점으로는 가입자의 분포에 관계없이 망구성 비용이 비슷하다는 점이다. 즉, 농어촌이나 개도국처럼 가입자의 분포가 산재해 있는 지역이나 도심지역처럼 가입자밀도가 높은 지역에서 망구성 비용에 있어 큰 차이 없이 적용 가능하다.

또한, 지진, 홍수, 해일 등 자연재해로 통신망이 파손되었을 때에도 신속히 복구가 가능하기 때문에 기존의 유선망의 백업(Back-Up) 시스템으로도 고려되고 있다. 하지만 무선 가입자 망은 유선 가입자 망에 비해 시스템 안정성과 서비스품질이 다소 열화되고, 유한하고도 희소한 물리적 자원인 전파를 사용하기 때문에 유선에 비해 가용주파수 확보가 시급하다.

## 2.2 여러 가지 가입자망 서비스 비교

최근 인터넷 사용에 따라 사용자들의 고속 접속 회선에 대한 요구가 급속히 커지고 있으나 기존의 전화선을 통한 아날로그 방식의 전송속도에는 한계가 있기 때문에 이에 대한 대체 기술이 필요하게 되었다. 고속 서비스를 제공할 수 있는 대체 기술로 디지털가입자회선(DSL : Digital Subscriber Loop), 동축케이블, 광섬유, 무선 등 다양한 기술이 이용가능하나 무선가입자망은 비교적 저렴한 비용으로 빠르게 설치할 수 있다는 장점 때문에 주목을 받고 있다. 특히 통신시장 자유화에 따른 신규 통신사업자의 경우 무선가입자망은 비싼 접속료를 피할 수 있는 대안이 되고 있는 것이다. 또한 인구 밀도가 상대적으로 낮은 농어촌 지역의 경우 가입자당 설치 비용이 유선과 비교하여 상대적으로 낮은 효과를 볼 수 있다. 표2.1은 최근 각광을 받고 있는 가입자망 서비스를 비교한 것이다.

무선가입자회선을 구현하기 위하여 선택할 수 있는 기술은 표2.2와 같다. 어떤 기술을 선택할 것인가는 지형, 인구밀도, 비용, 규제여건, 기존의 기반구조, 요구되는 서비스 품질, 서비스 범위 등 다양한 요인에 의해 결정된다. 따라서 여러 가지 조건을 충족하는 적절한 기술을 선택하는 것이 중요하며, 하나의 기술이 표준이 되기는 어려울 것으로 보인다. 최적의 해를 구하기 위하여 여러 가지의 서로 다른 기술을 조합하여 사용하는 경우도 많이 있다.

[표2.1] 여러 가지 가입자망 서비스의 비교

구 분	전송속도	서비스종류	이용가능 장소	비용	국내 제공시기*
일반전화선	~ 56Kbps	전화, 데이터통신 인터넷 접속 등	전국	낮다	현재 제공중
일반전화선 +ASDL	상향(Upstream) :16K~1Mbps 하향(Downstream) :1.5M~8Mbps	음성전화 + 데이터통신 인터넷 접속 등	일반전화선은 전국에 있지만 이용할 수 없는 장소도 있음	비교적 낮다	'98년 9월중 한국통신이 서울 부산 지역에서 시범서비스
동축케이블	10Mbps (대역을 공용)	케이블TV + 인터넷 접속	일부 지역	비교적 낮다	두루넷이 '97년 12월부터 영 등포 지역에서 시범서비스, '98년 7월부터 상용화 계획
광섬유	150Mbps까지	전화, ISDN 전용선 인터넷 접속 등	일부 지역	높다	아파트 등 집단 거주지 통신 실까지만 일부, 최근 한국통 신이 경기도 남양주시에 건설 된 6천세대 아파트단지애 이 서비스를 제공키로 함
무선	6, 50, 150Mbps 등	전용선, 전화 인터넷 접속 등		낮다	- 한국통신 - 하나로통신 '99년 4월 시내전화서비스 제공시 WLL을 이용 구축 계획

[표2.2] 여러 가지 무선 가입자망 기술

구 분	구현 기술	사 례
제 1 세대	이동무선	
	마이크로웨이브	
제 2 세대	아날로그 셀룰라	NMT(유럽) AMPS TACS(US)
	고유 기술	Ionica FRA(유럽/캐나다) CT2 DECT Europe
	디지털 코드리스	PACS(US) PHS(일본)
	디지털 셀룰라	D-AMPS CDMA(US) GSM DCS1800/1900(유럽) PDC(일본)
제 3 세대	광대역	

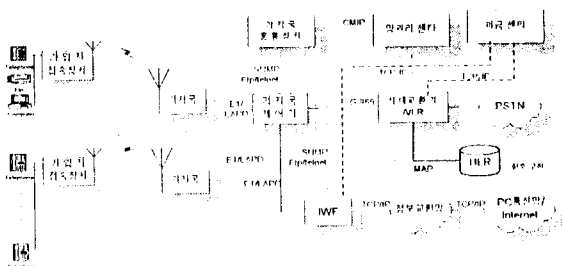
현재 무선가입자회선에 가장 많이 설치되어 있는 기술은 아날로그 셀룰라 기술이 주류를 이루고 있으나 이들은 차츰 디지털 무선가입자회선으로 대체될 것으로 보인다. 음성외에 고속의 데이터를 지원해야 하는 필요성은 기술 발전의 원동력이 되고 있으며, 경쟁이 치열한 선진국가들에서는 무선 가입자회선에 대한 광대역 기술의 적용도 나타나고 있다. 우리나라에서는 국토가 협소하기 때문에 기술을 통일하는 것이 가능하다고 판단되어 장비의 호환성유지, 주파수의 효율적 이용등을 이유로, 이미 개발된 W-CDMA 기술을 이용한 무선가입자망의 표준화를 추진하여 무선접속규격 잠정안이 나온 상태이다.

### 3. 무선가입자망의 시스템 구조 및 무선 접속 규격

#### 3.1 시스템 구조

현재 국내에서 개발중인 WLL시스템은 W-CDMA를 근간으로 하는 국내 무선접속규격을 적용하여 기존 전화선 구간을 무선으로 대체하고 음성, 데이터, G3 Fax, BRI(2B+D)로 구성되는 ISDN 서비스가 가능하도록 설계된 무선 가입자망 시스템이다. WLL시스템의 주요 서브시스템은 가입자 접속장치(RIU : Radio Interface Unit), 기지국(RP : Radio Port), 기지국제어기(RPC : Radio Port Controller), 기지국운영장치(RPOM : Radio Port Operation & Management Center) 및 WLL용 교환기로 구성된다. 각 서브 시스템별 장비의 구조 및 기능은 다음과 같다.

[그림 3.1] 무선가입자망 전체 시스템 구성도



#### (1) 가입자접속장치

가입자접속장치는 망구성 요소중 최종단으로 가입자의 태내에 위치하여 가입자와 직접 접속되는 부분이다. 이 장치는 무선신호의 송수신, 무선채널 변조 및 복조, 음성 압축/복원(64Kbps ↔ 32Kbps), POTS 단말접속(Tone Generation 및 DTMF Detection 기능), ISDN 단말접속, 데이터 단말접속, 운용 및 유지보수 기능 등을 수행한다.

#### (2) 기지국

기지국은 기지국제어기와 가입자접속장치 사이에 위치하여 가입자접속장치와는 무선으로, 기지국 제어기와는 유선 즉, E1으로 접속하는 장치이다. 이 장치는 자원(무선접속 채널, 유선링크 채널) 관리, 무선신호의 변조 및 복조, 전력제어, 가입자접속장치 및 기지국제어기와의 연결을 위한 프로토콜 변환기능, 운용 및 유지보수 기능 등을 수행한다. 기지국은 안테나, 송신기, 수신기, 전력증폭기, 채널카드 등과 기지국제어기와의 인터페이스를 위한 하드웨어로 구성되어 있다.

#### (3) 기지국제어기

교환기와 기지국 사이에 위치하여 착, 발신 호처리시 유,무선 링크를 제어하며 기지국을 관리한다. 또한 기지국제어기내의 셀간 이동시 자동 위치등록 기능, 트랜스코딩(64Kbps ↔ 32Kbps), 스위칭 기능, 교환기 및 기지국 운용장치와의 정합기능, 운용 및 유지보수 기능을 담당한다.

#### (4) 기지국운영장치

기지국운영장치 시스템은 사용자 인터페이스 방식을 그래픽 출력 형태로 장애관리, 구성 관리, 성능관리 데이터를 출력하여 운용자가 시스템의 편리한 운용 및 유지보수를 할 수 있도록 하는 기능을 제공한다. 기지국운영장치에서 기지국제어기와 접속하기 위해 Ethernet을 사용하며, 여기서의 메시지는 UDP(TCP)/IP를 통하여 상위블록으로 보내진다. UDP(TCP)/IP의 상위에서 사용되는 프로토

콜은 SNMP(Simple Network Management Protocol)를 사용하며, SNMP는 망관리 프로토콜로 망 감시와 제어를 해준다.

### 3.2 채널 구조

WLL 시스템에서 기지국과 단말기 사이의 무선 접속에 기본적으로 이용되는 순방향과 역방향의 무선채널 구조는 그림 3.2~3.4와 같다. 순방향 채널에는 파일럿(Pilot) 채널, 동기(Sync) 채널, 페이징(Paging) 채널, 트래픽(Traffic) 채널, PCS(Power Control and Signaling) 그리고 패킷 트래픽(Packet Traffic) 채널이 있고 역방향 채널에는 액세스(Access) 채널, PPCS 채널로 구성되며, 각 채널은 채널코딩(convolutional encoding, Viterbi decoding), 심벌 천공(symbol puncturing), 인터리빙(interleaving), 데이터 혼화(scrambling), 심벌 반복, 적교 코드 대역확산, 4진 대역확산, 기저 대역 여파 등의 기능을 수행한다. 각각의 기능은 다음과 같다.

#### (1) 순방향 채널 구조

- 파일럿 채널 : '0' 심볼만으로 구성되어 있으며 단말국에게 기지국 신호의 코드 동기 및 반송파 위상 정보를 제공한다.

- 동기 채널 : 데이터 전송율은 8Kbps이고 20ms 단위의 프레임으로 구성되어 있으며 각 프레임은

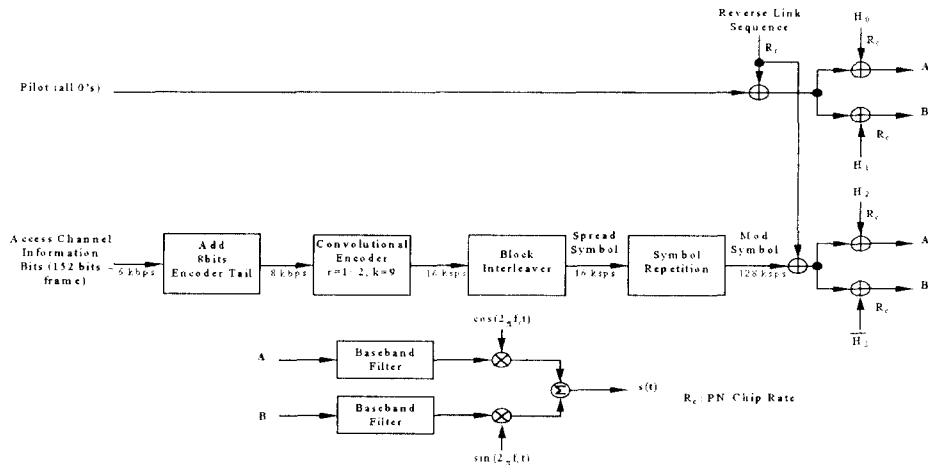
20ms 단위의 프레임 동기에 시각 정렬되어 있어야 한다. 동기 채널은 기지국 식별 정보와 시각 정보를 포함하고 있다.

- 페이징 채널 : 데이터 전송율은 32Kbps이고 20ms 단위의 프레임으로 구성되어 있으며 각 프레임은 20ms 단위의 프레임 동기에 시각 정렬되어 있어야 한다. 페이징 채널은 현 기지국의 시스템 정보들(이웃한 기지국의 정보, 제공가능한 서비스 형태, 등록주기, 단말기, 식별번호, 액세스 파라미터, 전력제어 관련 정보, 기지국 지역정보 등)을 포함하고 있다.

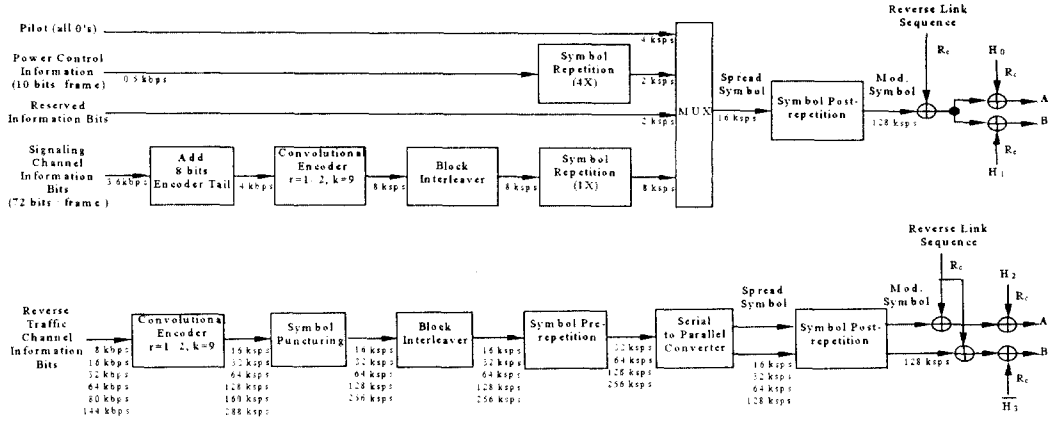
- PCS 채널 : 신호 부채널과 PR(Power Control and Reserved Information) 부채널로 구성 되어 있다. 신호 부채널은 데이터 전송율은 4Kbps이고 20ms 단위의 프레임으로 구성되어 있으며 각 프레임은 20ms 단위의 프레임 동기에 시각 정렬되어 있어야 한다. 또한 송신 데이터가 없을 경우에는 송신 전력을 차단한다. PR 부채널은 1ms 주기의 역방향 전력제어 정보 데이터를 단말국에 보내고, 이 데이터가 '0' 일 경우는 단말국에게 현재 전력으로부터 증가시킬 것을 명령하는 것이고 '1' 일 경우는 감소할 것을 명령하는 것이다.

- 트래픽 채널 : 음성 또는 데이터를 전송하기 위한 채널로서 8, 16, 32, 64, 80, 144kbps 등 다양한

[그림3.2] 액세스 채널 구조



[그림3.3] 역방향 트래픽 채널 구조(단일 신호 모드)



속도의 데이터를 처리한다.

(2) 역방향 채널 구조

- 액세스 채널 : 단말국이 무선채널을 할당받기 위해 호설정 초기에 보내는 신호 채널이다. 이 채널을 통하여 전달시키는 정보는 단말기 식별번호, 착발신호 구분, 호의 유형, 데이터 전송율, 슬롯 인덱스 등이다.

- PPCS 채널 : 파일럿 부채널, 전력제어 부채널, 신호 부채널, Reserved Information 부채널로 구성된다. 파일럿 부채널은 단말기의 동기를 획득하기 위한 채널로서 4kbps의 전송속도를 가지고, 전력제

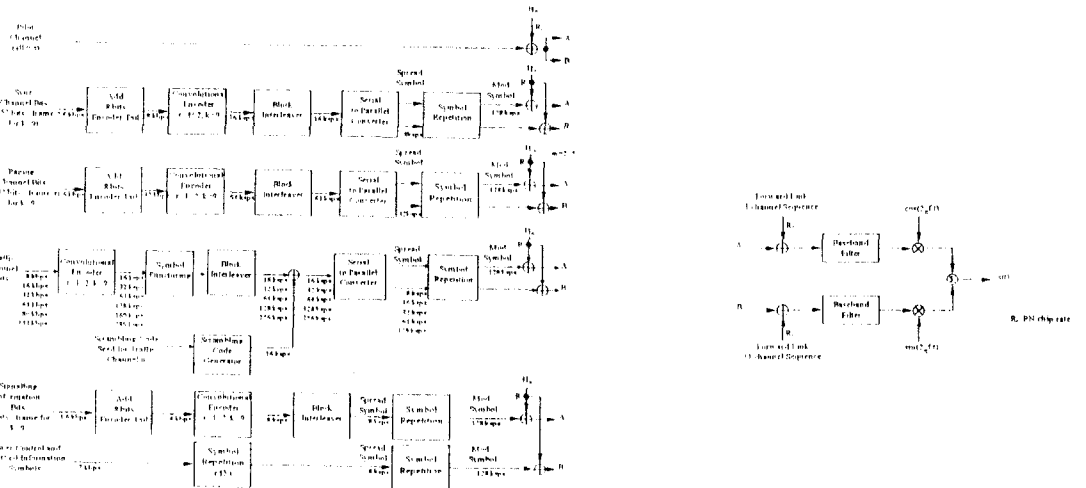
어 부채널은 기지국으로부터 수신한 신호의 세기를 측정할  $E_b/N_0$ 값을 0.5kbps의 속도로 전송한다. 신호 부채널은 할당된 트래픽 채널에 대한 제어 신호를 전송하기 위해 사용되고 전송속도는 4kbps이다.

- 트래픽 채널 : 음성 또는 데이터를 전송하기 위한 채널로서 8, 16, 32, 64, 80, 144kbps 등 다양한 속도의 데이터를 처리한다.

3.3 무선 프로토콜 구조

무선 인터페이스에 적용되는 프로토콜의 기본모

[그림3.4] 순방향 채널 구조

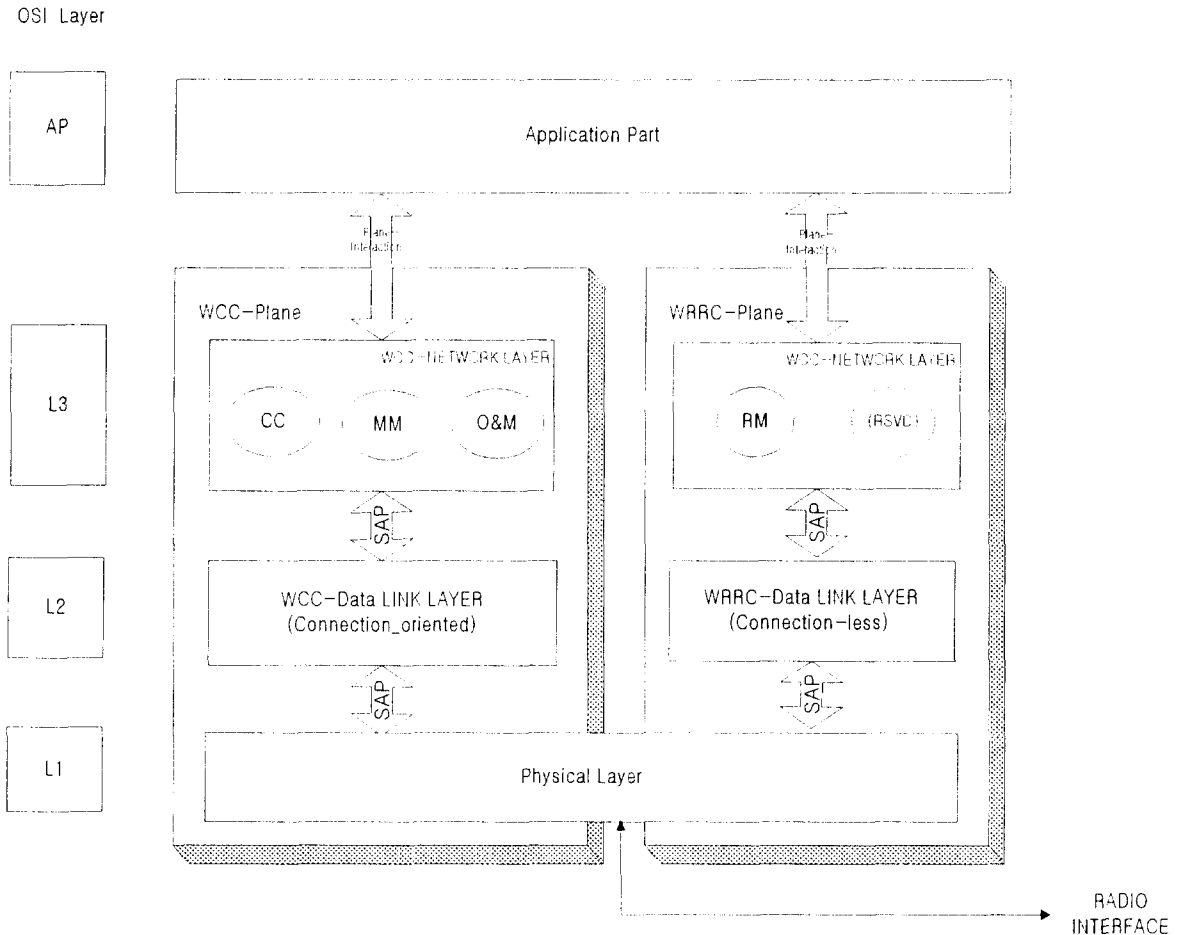


델은 그림 3.5와 같이 정의된다. 무선 프로토콜은 무선자원관리를 담당하는 무선자원제어 신호평면(WRRC-Plane)과 베어러 접속제어 및 호 제어를 담당하는 통신제어 신호 평면(WCC-Plane)으로 구

평면은 OSI 기준모델에 따른 일반 계층구조를 갖는다.

물리계층은 다원접속방식으로 W-CDMA를 사용하고 기존의 공중 전화망 가입자가 전화, 팩스, 고

[그림 3.5] WLL 무선 프로토콜의 기능 구조



WCC-Plane : WLL Communication Control Plane, WRCC-Plane: WLL Radio Resource Control Plane  
 RM : Radio Resource Management Entity, OM : Operation & Maintenance Entity  
 MM : Mobility Management Entity, CC : Connection Control Entity

성되며, 무선 패킷 데이터 전송방식을 지원하기 위한 패킷 신호 평면(WPKT-Plane: WLL Packet Control Plane)이 별도로 추가될 예정이다. 각 신호

속 데이터 통신 서비스를 받을 수 있는 변복조 기능을 담당하며 무선자원제어 신호평면(WRRC-Plane)과 통신제어 신호평면(WCC-Plane)에 공통



으로 적용된다.

WCC-Plane : WLL Communication Control Plane, WRCC-Plane: WLL Radio Resource Control Plane

RM : Radio Resource Management Entity, OM : Operation & Maintenance Entity

MM : Mobility Management Entity, CC : Connection Control Entity

각 신호평면은 OSI 기준모델에 따른 일반 계층 구조를 가지며 각 신호평면에서의 기능은 다음과 같다.

#### (1) 무선자원제어 신호평면(WRRC-Plane)

##### ① 데이터 링크 계층

데이터 링크 계층은 네트워크 계층의 데이터를 신뢰성있게 전달하기 위하여 사용된다. 주요기능은 비연결형 모드(Connection-less) 동작, 데이터 재전송, 발착신 단말간의 점 대점 데이터 전달, 오류 제어 그리고 순서제어 등을 포함한다. 여기에서 사용되는 논리채널은 동기채널(SYCH), 액세스채널(AXCH), 페이지채널(PGCH) 그리고 신호채널(SGCH)의 4개 유형으로 구분된다. 이외에 무선 패킷 데이터 전송을 위해 비연결형 접속모드를 위한 별도의 기능이 제공된다.

##### ② 네트워크 계층

네트워크 계층(WRCC-Plane RM)은 단말국에 전원을 넣은 이후 가입자 전용의 무선채널 자원을 할당받기까지의 제어절차를 담당하며, 이외에 전화와 팩스간의 베어러 모드 변경 절차를 지원한다. 이를 위해 동기정보 제어, 시스템정보 제어, 랜덤 액세스 제어 및 무선자원 관리 기능이 제공되며, 필요시 통신제어 신호평면(WCC-Plane)과의 상호연동기능을 갖는다. 단말국(가입자정합장치)에 기존 고정 단말이 여러개 접속될 경우, 첫번째 호를

발생시킨 고정 단말은 액세스채널 및 페이지 채널을 이용하여 무선 채널(SGCH)을 할당받으며, 첫번째 호가 유지되는 동안 발생하는 두번째 이후의 호는 첫번째 호에 이미 설정된 전용 무선 채널(SGCH)을 이용할 수도 있다.

#### (2) 통신제어 신호평면(WCC-Plane)

##### ① 데이터 링크 계층

주요기능은 데이터링크 접속, 데이터 재전송, 발착신 단말간의 점대점 데이터 전달, 오류 절차 제어 그리고 순서제어 등을 포함한다. 통신제어 신호평면에서의 데이터 링크 계층은 신호채널(SGCH)에 대하여 데이터링크를 설정하는 연결형 접속모드(Connection-oriented)만을 지원한다. 사용되는 논리채널은 신호채널(SGCH)이다.

##### ② 네트워크 계층

통신제어 신호평면의 네트워크 계층은 베어러 접속제어를 위한 신호기능(CC : Connection Control)과 가입등록/인증/암호화/Attach/Detach를 위한 신호기능(MM) 그리고 유지보수 기능을 지원하기 위한 신호기능(OM)을 담당하며, 무선자원제어 신호평면(WRCC-Plane)과의 상호연동기능을 갖는다. 베어러 접속후에 수행되는 기존 PSTN, ISDN 단말 등에 대한 호제어는 통신제어 신호평면의 접속제어부(CC)에 포함된다. 호제어는 무선구간상에서 신호정보 처리 과정 없이 단말국에서 기지국측(교환국)으로 직접 전달되는 체제를 갖는다.

#### (3) 응용부(AP: Application Part)

응용부(Application Part)는 개발자의 구현 환경에 따라 정의되며, 무선접속 측면에서는 통신제어 신호평면과 무선자원제어 신호평면에 포함되는 기능 엔티티(CC/MM/RM..)의 전체 상태 관리, 통신제어 신호평면과 무선자원제어 신호평면간의 신호정보 교환 혹은 프로토콜 변환, 단말국(정합장치)에 접속되는 단말장치의 종류/상태/동작 감지 등의

기능을 담당한다.

### 3.4 전력제어(Power Control)

전력제어는 WLL시스템에서 무선 가입자간 간섭을 최대한 억제하여 서비스 품질과 시스템 용량을 증가시키기 위해 사용된다. 특히 CDMA 시스템의 경우 기지국들과 가입자들이 사용하는 주파수가 서로 같기 때문에 셀간 또는 가입자간 간섭이 시스템의 통화 용량에 미치는 영향이 크다. 시스템의 통화 용량을 최대화하기 위해 가입자와 기지국의 송출 전력은 서로 간섭하지 않도록 최소레벨로 유지되어야 한다. 이때 최소레벨은 통화량과 통화 품질을 적절히 유지하도록 연속적으로 제어되어야 한다. 대부분 잡음의 스펙트럼밀도는 셀 내의 타 사용자와 인접기지국의 전력송출에 기인하므로, 모든 경우에서 수신기에 수신되는 신호들은 같은 세기로 도달되는 것이 바람직하다. 이러한 조건은 기지국과 이동국의 출력을 동적으로 제어함으로써 얻어진다. 전력제어의 방법으로 기지국의 전력을 제어하는 경우와 가입자 단말의 전력을 제어하는 경우로 나눌 수 있다.

#### (1) 역방향 전력제어

WLL 셀 내의 모든 가입자정합장치가 동일한 송출 전력으로 동작한다고 가정하면, 기지국에 가까이 있는 가입자정합장치는 멀리 떨어져있는 가입자정합장치에 비해 경로손실이 적으므로 기지국에서 수신된 해당 가입자정합장치의 채널 전력이 멀리 떨어진 가입자정합장치의 채널 전력에 비해 상대적으로 크다. 가입자정합장치 측에서 송출기지국이 각 가입자정합장치에서 출력되는 신호들의 세기를 적절하게 조절하지 않으면 상대방 신호에 영향을 주게되어 결국 품질의 저하를 초래하게 되고 정상적인 송수신을 수행할 수 없게 된다. 셀 내 가입자정합장치의 위치에 의해 발생하는 기지국과의 원근문제(Near-Far Problem)를 해결하고 CDMA 시스템에서 최대의 가입자를 수용하면서

신호의 품질을 높이기 위해서는 가입자정합장치의 송신전력을 동적으로 조절하는 전력제어가 필요하다. 가입자정합장치의 송신전력을 조절할 필요가 있다. 따라서 역방향 전력제어는 페루프 전력 제어를 수행한다. 기지국에서는 각 가입자정합장치로부터 수신되는 신호의 세기( $E_b/N_0$ ) 값을 측정 한 후, 각 가입자정합장치가 일정한 레벨의 신호를 송신할 수 있도록 전력제어 명령을 보내게 된다. 기지국이 가입자정합장치로 보내는 전력제어신호는 그 속도가 1Kbps이며 1비트의 전력제어 명령비트가 포함된다. 따라서 1ms에 1번씩 가입자정합장치는 전력을 증가시키거나 감소시키게 된다.

#### (2) 순방향 전력제어

통화중인 가입자정합장치가 다중경로전파 또는 잡음, 간섭이 심한 셀 경계 지역에 위치할 때에 통화품질을 유지하기 위해 기지국의 전력레벨을 증가시킨다. 송신전력은 모든 순방향채널이 공유하며, 기지국이 해당 가입자정합장치에 할당된 채널 전력을 변화시킨다. 이때 전체 전력량은 일정하게 유지되어야 하고, 전력제어에 의한 전력의 변화량도 전체 채널의 특성을 양호하게 유지하는 범위에서 허용된다. 순방향 전력제어도 역방향 전력제어와 마찬가지로 페루프 전력제어를 수행한다. 각 가입자정합장치는 기지국으로부터 수신되는 신호의 세기( $E_b/N_0$ ) 값을 측정하여 데이터 값으로 변환한 후 PPCS 채널을 통해 기지국으로 송신한다. 기지국은 그 데이터 값을 확인하여 일정한 레벨의 신호를 송신할 수 있도록 전력을 증가시키거나 감소시킨다.

## 4. 국내의 WLL장비 개발현황 및 시장전망

### 4.1 국외 개발현황

초기의 WLL시스템은 통신기반의 구축이 어려운 개발도상국을 대상으로한 아날로그방식의 시스템이 주류였다. 지금은 이동통신을 기반으로한 무

선통신기술의 발달로 다양한 방식의 시스템이 개발되고 있으며 지리적인 여건 및 경제적인 사정상 유선망의 구축이 어려운 동남아시아 지역을 중심으로 광범위한 시장을 형성하고 있다. 중남미지역에서 WLL구축을 추진하고 있는 나라는 아르헨티나, 브라질, 콜롬비아, 자메이카, 멕시코, 우루과이 등이 있고, 아시아/태평양 지역에서는 캄보디아, 중국, 미얀마, 인도네시아, 말레이시아, 파키스탄, 필

리핀, 스리랑카, 태국, 베트남 등이 있다. 유럽 지역의 경우는 영국, 독일, 스코틀랜드, 체코, 헝가리, 리투아니아, 러시아, 우크라이나, 우즈베키스탄 등이 있다. 각 국가에서 운용되고 있는 시스템은 표 4.1과 같다.

이들 나라의 특징을 보면 개발도상국의 경우 기존사업자를 중심으로 늘어나는 전화수요에 대응하기 위한 방법으로서 유선망에 비해 단기간 내에 설

[표4.1] 각국에서 운용중인 WLL 시스템 (자료 : Telecommunication Development Report, 1996.1.10)

국 명	공급업체	시스템/표준
<b>중남미</b>		
아르헨티나	Tadrian PECOM-NEC	TDMA PHS
브라질	Promon	
콜롬비아	Motorola	WiLL
자메이카	DSC	WiLL
멕시코	NORTEL	TDMA
우루과이	Ericsson, NEC	AMPS
<b>아·태지역</b>		
캄보디아	Nokia	NMT 450
중국	HNS	E-TDMA
미얀마	IDC	Ultraphone
인도네시아	Ericsson IDC HNS	DRA 1900(DECT) Ultraphone TDMA
말레이시아	Ericsson	RAS 1000
필리핀	IDC AT&T	Ultraphone Airloop
스리랑카	Motorola	WiLL
베트남	HNS HNS Marine Air&Exicom	D-AMPS E-TDMA AMPS
<b>동유럽/NIS</b>		
체코	HNS	GMH 2000(E-TDMA)
헝가리	Motorola Ericsson	WiLL(TACS) RAS 1000
리투아니아	Motorola	WiLL
러시아	HNS	GMH 2000(E-TDMA)

치가 가능한 WLL시스템의 도입을 추진하고 있으며 유럽지역의 경우는 주로 신규사업자들이 기존의 사업자와 경쟁을 벌이기 위해 WLL의 도입을 추진하고 있다. 특히 독일의 경우는 구 동독지역에 신속하게 전화설비를 제공하기 위해 무선가입자망

의 구축을 추진하고 있다.

#### 4.2 국외 시장전망

세계의 WLL 시장 규모에 대해 말하자면, 1996년 말 전세계의 WLL 계약 건수는 130건에 이르

[표4.2] 기술별 신규 무선가입자망 설치 전망(단위 : 1,000 가입자)

구분		연도				
		1998년	1999년	2000년	2001년	2002년
기술 별	마이크로웨이브	763	969	986	1,130	1,300
	고유기술	903	1,180	1,420	1,460	1,440
	아날로그 셀룰라	1,180	1,090	618	505	32
	디지털 셀룰라	1,180	1,750	2,370	3,091	3,880
	디지털 코드리스	301	657	1,070	1,290	1,820
	광대역	752	159	443	546	651
	총회선수	4,400	5,810	6,910	8,020	9,120
지역 별	아메리카	860	1,040	1,200	1,350	1,510
	유럽	729	1,040	1,200	1,400	1,590
	아프리카/중동	508	714	864	1,020	1,180
	아시아-태평양	2,310	3,040	3,630	4,240	4,850
	총회선수	4,410	5,800	6,890	8,010	9,130

[표4.3] 아시아의 WLL 가입자 및 장비 시장 규모 추이 및 예측(단위 : %)

국가	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	CAGR*
가입자 수(단위 : 천 명)								
중국	-	-	10	263	933	2,669	4,589	362.8
인도네시아	5	22	161	421	701	1,055	1,263	67.4
인도	-	-	-	-	266	567	988	-
한국	-	-	26	52	217	456	718	129.7
말레이시아	-	32	90	150	252	376	563	58.1
필리핀	-	12	79	216	455	733	1,043	90.9
태국	-	-	-	40	90	203	456	-
베트남	-	-	20	50	99	195	384	109.3
합계	5	60	385	1,192	3,013	6,252	10,004	125.8
장비 시장(단위 : 백만 달러)								
중국	-	-	5	127	268	694	770	244.3
인도네시아	4	13	90	144	132	141	70	-6.0
인도	-	-	-	-	147	141	168	-
한국	-	-	20	17	91	112	105	51.8
말레이시아	-	24	38	33	48	49	64	13.7
필리핀	-	9	43	76	112	111	106	25.0
태국	-	-	-	22	24	45	86	-
베트남	-	-	13	17	23	38	84	49.1
합계	4	46	210	435	845	1,333	1,433	61.7

며, 유료 가입자 수는 80만 가입자에 이르고 있다. 2000년까지 세계 전체의 WLL 가입자 용량의 복합 연평균 성장률이 77.48%에 이를 것으로 전망되며 기존 지역별 가입자 예측을 보면, 아시아가 1,000만, 중남미가 266만, 동유럽이 380만, 아프리카/중동이 97만 가입자를 확보할 것으로 보여, 아시아의 성장세가 복합연평균 성장률의 95%에 이르러 성장세가 두드러질 것으로 전망된다. 특히 인구가 많고 전화 보급률이 낮은 중국의 수요가 현저하여 2000년에는 가입자 수가 460만에 이르는 등 주요 신흥 국가의 전체 가입자 수가 2000년에는 1,700만에 이를 전망이다. 세계의 WLL 시장 규모가 '94년 1억 1,300만 달러에서 '99년에는 35억 달러로 급팽창할 것으로 예상되고 있으며 장비시장에서도 아시아는 '96년 기준 2억 달러의 규모에 불과하지만 이후 연평균 62%의 성장을 기록할 것으로 예상하며 2000년에는 14억 달러로 신장될 것으로 전망된다. 아래 표에서는 기술별, 지역별 신규 무선 가입자회선 가입자 및 장비 시장전망을 나타낸다.

CAGR\*는 '96년 ~ 2000년까지의 평균 성장률을 나타냄.

### 4.3 국내 개발현황

국내에서는 정보통신부에서 '95년 말에 각종 재해로 인한 가입자회선 구축이 어려운 대도시 및 농어촌 지역 등의 가입자 회선망 구축용으로 2.3GHz 대의 30MHz를 가입자회선용 주파수대로 분배공고한바 있으며 '98년 3월에 하나로통신에 20MHz, 한국통신에 10MHz를 배정하였다. 현재 유선 인프라가 부족한 사업자인 하나로통신은 기간통신망인 유선통신망의 구축방안의 하나로 WLL의 이용을 고려하고 있는 한편 기존 사업자인 한국통신에서는 도서지역이나 산간지역 또는 농어촌지역 등 교환기로부터 가입자까지의 평균 거리가 멀고 가입자 밀도가 낮은 지역에서 유지보수 비용의 절감차원에서 WLL 구축방안을 고려하고 있다. 현재 국내 WLL장비를 개발하고자 통신사업자인 하나로

[표4.4] 중남미의 WLL 가입자 및 장비 시장 규모 추이 및 예측(단위 : %)

국기	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	CAGR*
가입자 수(단위 : 천 명)								
이르랜드니	-	-	12	22	32	47	61	49.0
볼리비아	-	-	-	-	-	4	8	-
브라질	12	40	83	165	271	395	551	60.1
콜레	-	-	-	-	6	17	31	-
콜롬비아	-	2	7	19	54	94	139	112.5
에콰도르	-	-	-	2	16	32	40	-
멕시코	10	14	14	243	424	837	1,335	-212.5
페리웨이	-	-	-	7	26	28	35	-
페루	-	-	-	4	19	63	183	-
우루과이	-	-	4	6	10	20	32	66.5
베네수엘라	-	-	-	13	42	113	246	-
합계	22	56	121	481	899	1,650	2,662	116.7
장비 시장(단위 : 백만 달러)								
이르랜드니	-	-	8	5	5	6	5	-11.2
볼리비아	-	-	-	-	-	2	4	-
브라질	10	32	28	45	50	50	53	17.1
콜레	-	-	-	-	3	4	5	-
콜롬비아	-	2	3	7	17	16	15	-49.2
에콰도르	-	-	-	1	6	7	3	-
멕시코	9	3	-	127	85	165	169	-
페리웨이	-	-	-	4	9	1	2	-
페루	-	-	-	2	7	18	41	-
우루과이	-	-	3	1	1	4	4	12.2
베네수엘라	-	-	-	7	14	29	45	-
합계	18	26	42	199	196	300	343	69.1

[표4.5] 동유럽의 WLL 가입자 및 장비 시장 규모 추이 및 예측(단위 : %)

국가	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	CAGR*
가입자 수(단위 : 천 명)								
불가리아	-	-	2	9	22	40	59	121.3
체코	-	-	50	114	204	310	427	71.0
헝가리	8	48	208	270	365	511	741	37.4
폴란드	-	-	100	295	495	748	1,025	78.9
루마니아	-	-	7	27	68	126	190	128.6
러시아	-	53	108	204	413	696	1,004	74.6
스로바키아	-	-	6	20	50	90	130	115.8
우크라이나	-	-	18	57	102	159	225	87.9
합계	8	101	499	996	1,718	2,681	3,800	66.1
장비 시장(단위 : 백만 달러)								
불가리아	-	-	2	4	6	7	6	41.0
체코	-	-	32	35	41	41	39	5.2
헝가리	4	20	80	30	43	63	94	4.0
폴란드	-	-	64	106	92	99	92	9.7
루마니아	-	-	4	11	19	23	21	47.8
러시아	-	40	35	52	96	111	111	33.3
스로바키아	-	-	4	8	14	16	13	36.2
우크라이나	-	-	18	33	33	35	34	17.4
합계	4	60	239	277	344	395	411	14.5

통신과 한국통신이 국내 장비개발업체들과 각각 공동으로 추진하고 있으며 '98년 중에 개발완료 목표라고 하고 있다.

국내에서는 '96년부터 WLL 시스템의 표준화를 추진해오고 있는데 최대한 많은 가입자를 확보하는 측면과 추후에 고속 데이터 및 영상 전송을 지원하는 측면에서 볼 때 접속 방식은 W-CDMA로 잠정 결정한 상태이다. 국내에서 현재 개발중인 WLL 시스템의 규격은 아래와 같다.

## 5. WLL의 발전 방향 : 광대역 무선 가입자망(B-WLL)

더 많은 정보를 더 빠르게 얻고자 하는 사람들의 욕구에 따라 세계 각국에서는 ATM 기술을 이용한 초고속 정보 통신망이 구축되고 있다. 또한 초고속 정보 통신망과 연계하여 망구축 시간, 비용, 유지보수 측면에서 유선에 비해 이점을 가지고 있는 광대역 무선 시스템의 개발이 한창 이루어지고 있다. 이러한 광대역 무선 시스템은 고속 데이터 전송 및 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다. 광대역 무선 시스템의 실현방안의 하나로 미국의 LMDS(Local Multipoint Distribution Service), 캐나다의 LMCS(Local Multipoint Communication System)가 개발되고 있고, 유럽에서는 DMS(Digital Multipoint System)가 개발 중이다. LMDS는 CATV 프로그램 전송 위주로 개발을 시작하였고

[표4.6] 아프리카/중동의 WLL 가입자 및 장비 시장 규모 추이 및 예측(단위 : %)

국가	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	CAGR*
가입자 수(단위 : 천 명)								
이스라엘	-	-	1	2	3	4	5	56.9
모로코	-	-	-	-	2	5	12	-
남아프리카	-	-	15	131	262	413	585	148.7
터키	-	-	1	15	89	171	296	292.9
UAE	-	-	-	2	10	25	72	-
합계	-	-	17	150	366	617	970	173.2
장비 시장(단위 : 백만 달러)								
이스라엘	-	-	1	-	-	-	-	-5.2
모로코	-	-	-	-	1	2	4	-
남아프리카	-	-	10	63	61	59	57	55.6
터키	-	-	1	7	34	32	42	169.3
UAE	-	-	-	1	3	6	16	-
합계	-	-	11	72	100	99	199	80.8

CAGR\*는 '96년 ~ 2000년까지의 평균 성장률을 나타냄.

최근에는 양방향 디지털 통신 서비스가 가능하도록 개발 중이다. LMCS는 미국의 LMDS를 수용하면서 통신 서비스를 강화하는 측면으로 개발을 시작하였고 대부분 ATM을 기반으로 초고속 데이터까지 전송 가능하도록 개발 중이다. 그리고 DMS는 마이크로웨이브 및 위성 통신 기술을 응용하여 양방향 고속 디지털 통신 위주로 개발을 진행하였고 양방향 대칭성을 유지하며 음성, 고속 데이터 및 화상 전송 등 B-ISDN 서비스가 가능하도록 개발

중이다. 사용 주파수 대역은 LMDS는 27.5GHz~31.3GHz, LMCS는 25.35~28.35GHz, DMS는 24~26GHz이다. 국내에서 개발 중인 광대역 무선 가입자망으로는 B-WLL(Broadband Wireless Local Loop)이 있다. B-WLL은 준밀리미터파 대역인 24.25~24.75GHz(500MHz) 및 25.5~27.5GHz(2GHz)를 이용하여 점대다지점 형태로 제공되는 음성전화, 고속 데이터, 통신 및 방송형 서비스를 말한다. 국내에서는 정보의 원활한 흐름을 위하여 2005년까지

[표4.7] 국내 WLL시스템 규격

항목	규격	비고
무선접속규격	W-CDMA	국내 WLL 규격(안)
주파수 대역	Rx : 2.30 ~ 2.33GHz Tx : 2.37 ~ 2.40GHz	정통부 고시대역 주파수 허용오차 : 70MHz ± 140Hz
채널 대역폭	10, 20MHz	
음성부호화기	64K PCM 32K ADPCM	유선망수준의 품질
음성대역 데이터 전송	G3 FAX 56K 모뎀	
N-ISDN 접속	144Kbps(2B+D)	

지 초고속 정보 통신망 건설을 추진 중인데 유선망 위주로 계획되어 경제적인 부담과 구축 기간의 장기화로 인해 초고속 정보 통신망 건설이 지연될 우려가 있다. 하지만 광대역 무선 가입자망을 초고속 정보 통신망과 접목하여 진행하게 되면 초고속 정보 통신망이 보다 빨리 건설되리라 예상된다.

## 6. B-WLL 시스템

### 6.1 B-WLL 시스템의 개요

사회의 발전에 따라 정보의 양이 급속히 증대하고 다양화되고 있다. 정보를 얻고자 하는 개인의 욕구는 정보화가 진척됨에 따라 늘어났으며 앞으로 더욱 많은 정보를 빨리 얻고자 하는 욕구가 증가될 것이다. 이러한 정보에 대한 수요를 만족시키기 위해서는 대용량의 데이터를 고속으로 전송하는 매체가 필요하다. 이에따라 세계 각국에서는 정보 인프라를 구축하기 위한 초고속정보통신망 구축사업을 추진하고 있다. 기간망이 초고속으로 구축되더라도 가입자망이 진보되지 못하면 병목현상에 의해 가입자가 얻을 수 있는 속도는 크게 향상되지 못한다. 기간망이 초고속으로 구축된 경우 이를 가입자까지 연결하기 위해서는 초고속 광대역 가입자 망의 구축이 필요하다. 최근 무선 기술의 발전에 힘입어 가입자망을 구축하기 위한 기술로서 광대역 무선 시스템이 크게 각광받고 있다. 무선을 사용할 경우 망구축 시간, 비용, 유지보수 등의 측면에서 유선에 비해 이점을 가지고 있다.

초고속정보통신망은 음성, 데이터, 영상 등 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 기능과 서비스의 질을 고려하여 ATM 기술을 기반으로 하는 것이 세계적인 추세이다. 이에 따라 광대역 무선 시스템에 있어서도 무선 ATM 기술을 이용하는 것이 최근의 세계적인 동향이다. 그러나 이는 약 40조원 이상이 소요되는 거대한 사업이며, 초고속 가입자 접속 망을 완전한 FTTH(Fiber To The Home)을 실현하는 것은 2015년이 지나야 가능할

것으로 예측된다. 이러한 FTTH로 진화하는 과도기에 가입자 망을 보다 경제적으로 구축하면서 자연스럽게 FTTH로 진화할 수 있는 대안으로서 비대칭 디지털 가입자망(ADSL : Asymmetric Digital Subscriber Line), Hybrid Fiber Coaxial(HFC), Hybrid Fiber Radio(HFR) 등의 방식이 제안되고 있다. 현재 여러 방식을 이용한 다양한 시도가 이루어지고 있는데, 그 중에서도 HFR 방식의 구체적 구현 안으로서 B-WLL(Broadband Wireless Local Loop)시스템이 주목받고 있다.

B-WLL시스템은 두 가지의 관점에서 정의될 수 있다. 한가지 관점은 HFR인 무선 초고속 가입자 액세스망의 한 종류로 보는 것이다. Local Loop 및 Cell 형태의 하향 2 Gbps, 상향 500Mbps 이상의 초고속 가입자 접속망 구조로서, 향후 3~5년 내에 디지털 양방향 무선 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 최근 Digital Audio-Visual Council(DAVIC)이라는 단체에서 디지털 양방향 시스템으로서의 표준화를 추진 중이며, 가입자까지 손쉽게 확장 가능하여 초고속 정보 통신망의 무선 가입자망으로 가장 적합하다고 할 수 있다.

또 한가지 관점은 무선 CATV의 진화의 결과로 보는 것이다. 유선 CATV에서 무선 CATV로, 아날로그 방식에서 디지털 방식으로, 단방향의 방송 서비스에서 양방향의 Interactive 서비스로 진화한 시스템으로 보고 디지털 무선 CATV 서비스와 부가적인 데이터 서비스를 함께 제공한다는 관점이다. 기존의 2.5GHz 대역의 MMDS(Multichannel Multipoint Distribution Service) 방식의 무선 CATV는 좁은 대역폭 때문에 다양한 양방향 서비스가 어려울 것으로 판단하고 보다 넓은 대역폭의 B-WLL시스템으로 고속 데이터 서비스, 인터넷 등의 양방향 서비스를 제공하고 있다.

이 두 가지 관점은 모두 B-WLL시스템으로 제공하는 응용 서비스에 따른 것이며 궁극적으로 B-WLL 전송 시스템의 입장에서는 어느 관점이나 관계없이 광대역의 멀티미디어 데이터를 무선으로



전송하는 시스템이라고 정의할 수 있다.

### 6.2 B-WLL시스템 응용분야 별 소요 기술

기존의 가입자망이 아날로그 기술을 이용하여 단순히 음성이나 협대역의 데이터 등을 서비스하거나 CATV등을 단방향으로 분배한 것에 비해서 광대역 무선 가입자망은 멀티미디어 서비스를 높은 주파수대와 디지털 기술을 사용하여 양방향으로 제공한다. 광대역의 주파수를 확보하기 위해서 광대역 무선 가입자망에서는 밀리미터파대와 준밀리미터파대를 사용한다. 이 주파수대의 특징은 광대역이므로 얻을 수 있는 장점과 단파장이므로 각종 단점으로 나눌 수 있다. 장점으로는 광대역성으로 인한 주파수 수요의 급격한 증가에 대처가 용이하며 파장이 짧으므로 각종 소자의 소형, 경량화가 가능하며 직진성이 좋아 높은 해상도와 정밀도를 갖는다. 또한, 다른 시스템에 대한 혼신이 작아 셀 방식이 유리하다. 단점으로는 고주파 신호를 처리

[표6.1] 광대역 무선가입자망 소요기술

하는 소자기술이 필요하고 가시거리 조건이나 강우감쇄 등 대기환경에 민감하다. 또한 무선 시스템에서 발생하는 간섭이나 페이딩을 감소시키기 위해서 고지향성 안테나를 사용함에 따라 이동성의 제한을 받게된다. 이러한 B-WLL시스템의 특징을 요약하면 광대역화, 디지털 및 양방향화, 밀리미터파의 사용과 멀티미디어화, 무선 ATM화로 요약된다. 이와 같은 개발 추세에 따라서 시스템은 아래와 같은 다양한 응용 분야를 가지며 그에 해당하는 소요 기술을 필요로 한다. B-WLL시스템은 단방향 디지털 무선CATV 및 협대역 Return Path를 갖는 양방향 디지털 무선CATV, ISDN Telephony, High Speed Data, Video Conference, Interactive Video, 그리고 인터넷 서비스를 제공한다.

B-WLL시스템 구현을 위해서는 망설계 기술, 제품(모듈)설계 기술, 제품(모듈)제작 기술, 시스템 설치 기술 및 망관리 기술 등이 요구되며, 시스템 개발상의 소요기술 분류는 표 6.1과 같다. 디지털 LMDS는 응용 분야에 따라 다양한 기술이 요구되

구 분		소요기술		
무선 전송기술		다중접속(TDMA, CDMA, FDMA) 오류정정 부호화 기술 디지털 변복조(QPSK,QAM) MAC(Medium Access Control) Protocol		
핵심소자 기술		SSPA, MMIC, LNA, PLDRO, ,Mixer, Antenn Burst Modem, DSP(Digital Signal Processor)		
서비스별 기술	전화	Voice and Telephony Over ATM		
	데이터	IP/ATM 연동기술		
	영상	비디오 서버 접속기술, ATM교환기술, 대용량저장매체 실시간 디지털영상처리 장치, PEG-II Encoding/Decoding		
인터페이스 기술		망 인터페이스	ATM 접속기술, 전화망 접속기술	
		가입자장치 인터페이스	영상	MPEG-II
			전화	POTS, ISDN
			데이터	Ethernet, E1/T1
망운용관리 기술		SNMP(Simple Network Management Protocol) CMIP(Common Management Information Protocol)		

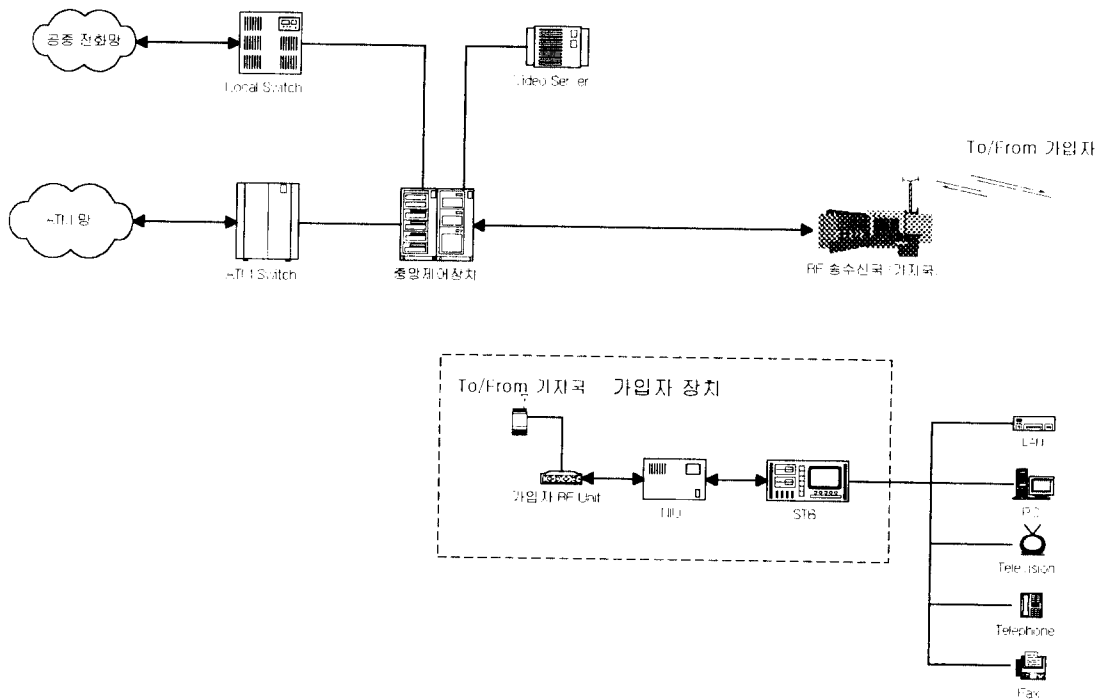
고 있다. MPEG-2 영상 인코딩, 디코딩 기술이 필수적이고 디지털 변복조, 안테나 배열 기술, 망 접속 기술 등의 기술이 있어야 한다. 이러한 기술 중에서 아날로그 신호와 디지털 신호의 변환을 위한 음성 A/D, D/A 변환기, Vocoder는 이미 상용화되어 여러 분야에서 응용되고 있고, MPEG-2 Encoder, Decoder 및 ATM신호의 흐름은 MPEG표준과 DAVID표준에서 정의되어 있고, 이러한 표준을 이용한 상용화된 제품이 생산 중에 있다. 가입자단의 STB(Set-Top Box)는 이미 국내에서 개발되어 있는 아날로그 시스템에서의 구조와 일부 비슷하며, 아날로그 STB를 디지털로 개선함으로써 상용화가 가능할 것으로 보인다. 이때 필요하게 되는 핵심 기술이 아날로그 변복조 방식에서와 다른 디지털 변복조 신호를 고속으로 처리하게 되는 모뎀 및 중앙 제어 기술이다. 또한 송수신 RF단에서의 안테나 Up/Down Converter등의 모듈화는 송수단 및 STB가입자단 장비 가격의 저렴화를 통해 가입자 확산의 용이성 및 상용화가 가능하게 하고

[그림 6.1] 디지털 LMDS 전송 시스템

대량 생산에 의한, 소형화, 제품 특성의 안정화를 통해, B-WLL전송장비 시장의 선점을 위한 필수적인 요소이다.

### 6.3 B-WLL 시스템 구조

B-WLL시스템 구성은 중앙제어국, RF 송신국(기지국)으로 크게 분류되며, 기지국(주송신 안테나 및 시스템)이 일정한 서비스 반경(약5Km)을 가진 여러 개의 셀 구조의 시스템이다. 가입자측은 가입자 RF 장치, NIU(Network Interface Unit)장치, STB(Settop Box)로 구성된다. 주파수 대역은 Ka대역(18~30GHz, 통상 28GHz라고 한다)이다. 그림 6.1은 LMDS시스템 전체 구성도를 나타낸다. Downstream은 중앙제어국에서 송신국을 통하여 Ka대역으로 Up-Converting된 캐리어를 섹터 안테나로 송신하고, 이 신호는 각 가정의 옥상이나 창가에 설치되어 있는 안테나에서 수신된다.



각 시스템 별로 기능을 살펴보면 다음과 같다.

1) 중앙제어국 : 전체적으로 데이터의 흐름 제어 및 각 망과의 연동을 수행하며, 가입자를 관리한다. PSTN, ATM망이나 비디오 서버로부터 나오는 디지털 데이터 스트림을 적절히 Multiplexing하고 B-WLL 모뎀 모듈에서 각종 에러정정(Error Correction) 부호화과정과 변조를 한다. 이 신호를 RF송신국에 광통신이나 점대점 마이크로웨이브를 이용하여 송신한다. 또한 RF 송신국으로부터 가입자에서 오는 데이터를 수신하여 각 데이터의 Destination에 맞는 망과 연동시켜준다.

2) RF 송수신국 : 중앙제어국에서 송신되어오는 데이터를 IF/RF 신호로 변환하고 SSPA(Solid State Power Amplifier)를 이용하여 증폭한 후 가입자에게 송신하고, 가입자에서 송신되어오는 RF 신호를 변환하여 중앙제어국으로 송신하는 역할을 한다.

3) 가입자 RF Unit : RF 송수신국에서 송신되는 신호를 수신하여 NIU에 전달하고 NIU의 출력을 RF를 이용하여 RF 송신국으로 송신하는 역할을 한다.

4) Network Interface Unit (NIU) : 송수신 데이터의 각종 Framing 및 제어를 행한다. 이 안에 들어 있는 B-WLL모뎀 모듈은 가입자 RF Unit으로부터 받은 수신 데이터를 복조, 채널 디코딩 등을 하여 STB로 보내준다. 또한 STB로부터 받은 송신 데이터는 각종 에러 정정 부호화 과정과 변조를 하여 가입자 RF Unit로 보내준다.

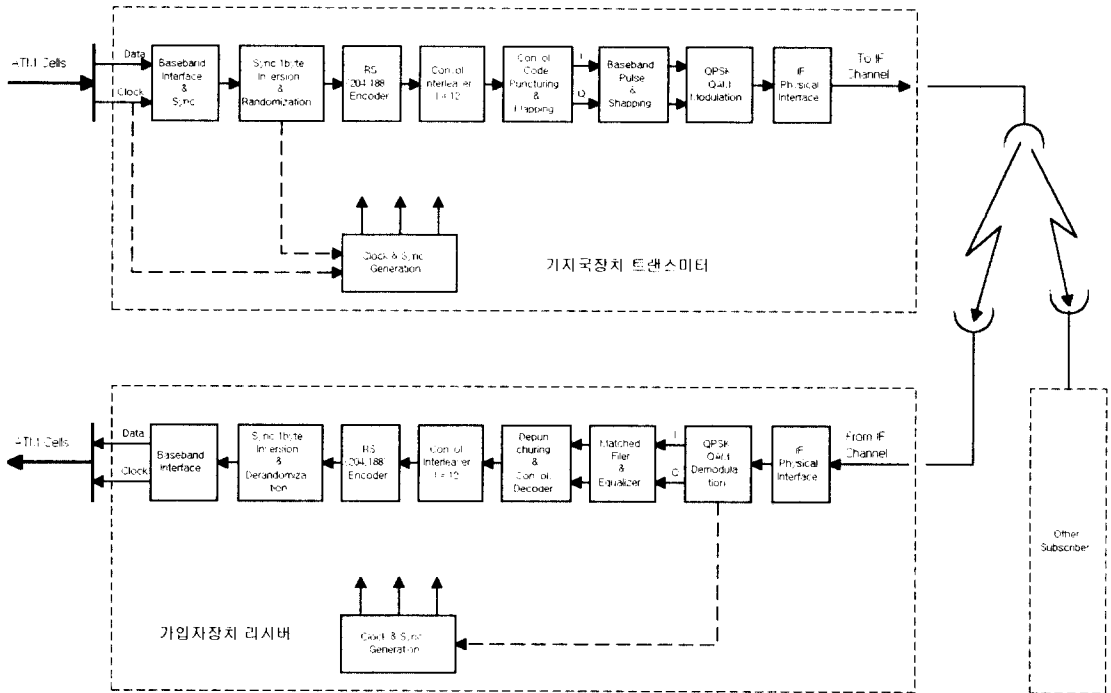
5) Settop Box(STB) : NIU에서 오는 데이터 스트림을 적절히 처리하여 최종 단말기로 연결하고 가입자로부터 오는 데이터를 NIU로 보내주는 장치이다. 예를 들면 MPEG-2 스트림이면 디코딩을 하여 TV와 연결하고, 전화 데이터이면 D/A, 또는 A/D변환을 하여 전화와 연결한다. 인터넷 등의 데이터를 받으면 PC등과 연결된다.

중앙제어국에서 가입자단으로 전송하는 Down-

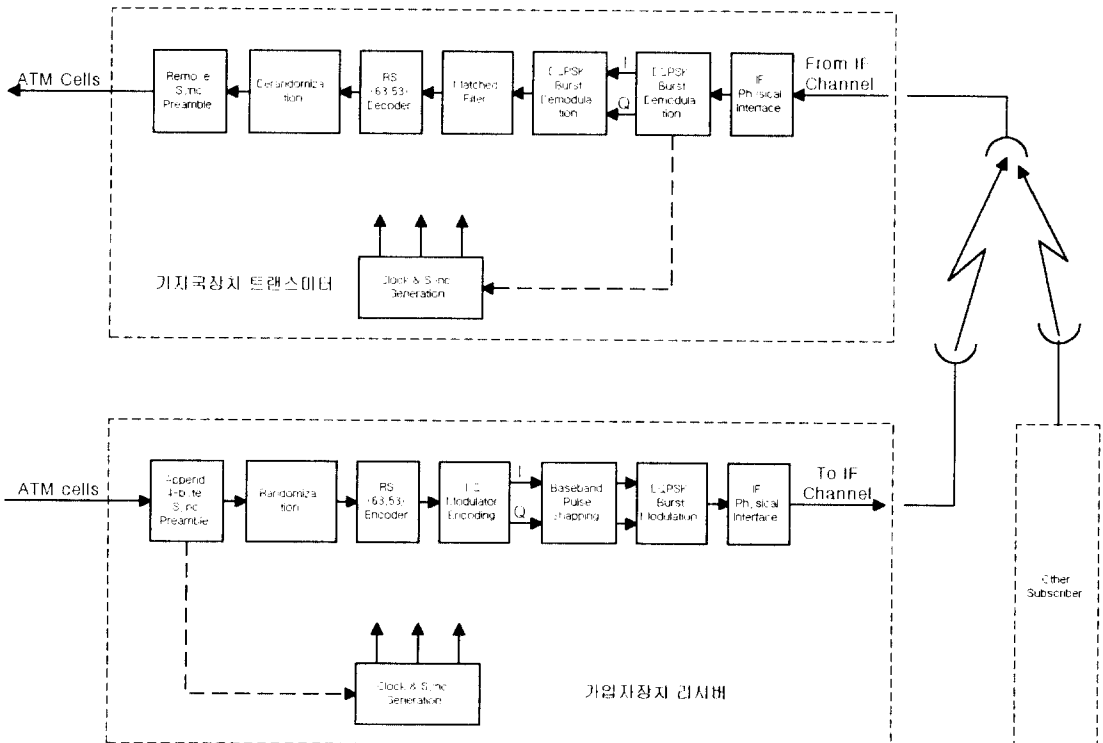
Stream은 광대역(2GHz, 2Gbps이상)인데 반해 Up-Stream은 가입자 단에서 송신되는 신호로, 협대역(500MHz, 500Mbps이상)으로 신호를 전송하며, 전화나 인터넷 등의 가입자가 보내고자 하는 신호를 B-WLL모뎀에서 DQPSK방식으로 변조한 뒤 Up-Converter를 거쳐 Ka대역으로 변환된다. 이 변환된 신호는 가입자 안테나를 통해서 RF 송신국의 안테나로 송신된다. 이때 여러 가입자가 동시에 RF 송수신국으로 데이터를 보낼 수 있으므로 Multiple Access Protocol이 필요하게 되며, DAVIC의 표준안에는 TDMA를 이용하게 되어 있다. 이렇게 송신된 Up-Stream 데이터는 RF송신국에서 받아서 Down-Converter를 거쳐 B-WLL모뎀에서 복조과정을 통해 기저대역의 신호를 복원한다. 이 복원된 신호는 ATM셀의 형태를 가지므로 ATM패킷에 의한 전송경로를 따르게 된다. 이러한 데이터 전송의 제어는 모두 중앙제어국에서 담당한다. 중앙제어국과 NIU중에 포함되어 있는 모뎀 부분은 DAVIC표준에 의하여 크게 Up-Stream 처리부들과 Down-Converter 처리부들로 나누어져 있다. 그 중에서 Down-stream 처리부는 그림 6.2의 가입자 수신단 모뎀에서 자세히 나타나 있고 Up-stream 처리부는 그림 6.3에 자세히 나타나 있다.

B-WLL전송 시스템에서 B-WLL모뎀 Down-Stream 처리부는 MPEG2-TS나 ATM 스트림을 입력받아 에러 정정 부호화 및 스펙트럼 Shapping 과정을 거쳐서 IF변조하여 RF Interface로 출력하는 시스템이다. Up-Stream 처리부는 가입자에서 송신되어온 데이터를 수신하여 처리하는 부분이다. 이 부분은 그림 6.3에 자세히 나와있다. LMDS 전송 시스템에서 B-WLL모뎀 Up-stream 처리부는 가입자에서 송신된 데이터 스트림에 대하여 그림 6.3에 나와있는 기능을 수행한다. 즉 가입자 단에서 행한 4byte의 동기신호 첨가, Randomization, RS coding, I/Q Modulator Encoding, Baseband Pulse Shaping, Burst DQPSK 변조 등의 역과정을 행하여 Multiplexer/Demultiplexer로 출력하는 역할을 한다.

[그림 6.2] LMDS 트랜시버 구성도(하향 스트림)



[그림 6.3] LMDS 트랜시버 구성도(상향 스트림)



## 7. 결론

지금까지 무선가입자망에 대한 소개, 발전 동향, 국내 개발 시스템 규격 및 무선 접속 규격, 광대역 무선가입자망에 대해서 고찰해 보았다. 무선가입자망은 통신 기반이 약한 개발 도상국에서 뿐만 아니라 선진국에서도 그 필요성이 증대되고 있다. 왜냐하면 설치가 용이하고, 비용이 저렴하며, 유지보수가 용이하기 때문이다. 하지만 그러한 잇점에도 불구하고 유선보다 음성품질이 많이 떨어진다는 것보다 나은 서비스를 제공하지 못한다면 사용자 입장에서는 선택하지 않을 것이다. 그러므로 현재 국내에서 개발 중인 WLL 시스템들은 고품질, 고부가 서비스를 제공하는 시스템으로 발전되어 나가야 할 것이다. 또한 VOD, 홈쇼핑, 원격 진료, 화상회의 등과 같은 고정형 광대역 서비스 및 이동형 무선 멀티미디어 서비스를 목표로 북미 및 유럽에서 추진되고 있는 광대역 무선 시스템에 대하여 더 많은 이해와 연구가 필요하다고 생각된다. 앞으로 통신시장은 유선 및 무선 사업자간, 고정 및 이동 사업자간 업무 장벽이 무너지고 상호간 진입이 보장되어 누구나 원하는 사업을 할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 사용자의 고속, 고품질의 데이터 및 영상 전송 서비스에 대한 요구가 계속적으로 증대될 것이다. 따라서 궁극적으로는 유.무선을 종합하여 멀티미디어 서비스가 가능한 통신망의 구성이 요구될 것이다.

WLL은 기존의 유선망 운용자가 새로운 지역으로 통신서비스를 확장시키거나, 가입자선로의 대치, 기존망의 용량 증대, 통신경쟁체계에서 새로운 망 운용자의 필요에 의해서 각광받기 시작하고 있으며, 근래에 이르러 광대역 WLL방식의 WLL이 등장하여 증가된 시스템용량, 광대역 데이터 서비스 제공 등을 통해 미래의 통합이동통신망인 UMTS, IMT-2000의 실현에 이용될 수 있게 되었다. 특히 국내의 경우 다른 나라의 시스템과 비교하여 경쟁

력이 있는 광대역 CDMA용 WLL규격을 표준화되고 있어, 국내의 수요 뿐만 아니라 수출에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

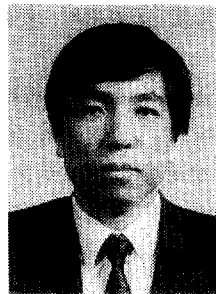
### [참고문헌]

- [1] 김영환, 고영수, "WLL 국내 표준화 현황," TTA저널, 제 55호, pp. 46~63, 1998. 2
- [2] 정한욱, 구현철, "광대역 무선 가입자망 세계 표준화 동향", TTA저널, 제 54호, pp. 82~98, 1997.12
- [3] 한국전자통신연구소, 2.3 GHz WLL 시스템 광대역 CDMA 무선접속 잠정 표준안(계층1,2,3), 한국통신&데이콤, 1997.12
- [4] 김영일, 이현, 이경준, "WLL(Wireless Local Loop) 시스템의 개발 동향," 한국전자통신연구소 주간기술동향 97-26, pp. 19~32, 1997.7
- [5] 김한주, 박석지, "전파사용료에 대한 재검토 : WLL 시스템을 중심으로," 한국전자통신연구소 주간기술동향 97-46, pp. 3~14, 1997.12
- [6] 구현철, 호광춘, 정한욱, "광대역 무선 가입자망(B-WLL)의 강우 감쇄를 고려한 전파 모델 연구," 정보통신학회지 1997.12
- [7] 이재원, 이석호, 정한욱, "광대역 무선 가입자망(LMCS) 시스템 구현방안 연구," 정보통신연구 11권 제3호, 1997.9
- [8] Pauline Trotter, Adrian May, Wireless Local Loop Market Strategies, Ovum Ltd. 1996. 4
- [9] Moshe Levin, Bracha Epstine, Amit Gil, Ilan Matityahu, "WLL Network Deployment : An Operators Perspective, Telecommunications, March 1995
- [10] DH Williams, "Global Standards for Wireless Local Loop," The Third Annual Pan-Asia Wireless Local Loop Summit 1996
- [11] P.J. Sinderbrand, R.D. Primosch, J.A. Burton, "A Regulatory Guide to the Local Multipoint Distribution Service", Procceddig of

LMDS' 97, Washington, March 1997

[12] William Webb, "Introduction to Wireless Local Loop", Artech House, Boston, London 1998

[13] 하나로통신, "무선가입자망 시스템요구사항"



이 인 행

- '78 : 서울대학교 공과대학 전자공학과(학사)
- '89 : 한양대학교 산업대학원 산업공학과(석사)
- '78 ~ 97 : (주)데이콤 서울운용센터 센터장
- '97 ~ 현재 : 하나로통신(주) 기술부문 담당 이사