

WLL 국내 표준화 현황

김영환, 고영수

한국통신 연구개발본부 무선통신연구소

1. 서 론

전화선을 이용한 음성 통화는 가입자 선로와 교환기를 통하여 그 기능을 수행하는데, 가입자 망은 통신 기술의 눈부신 기술발전에도 불구하고 거의 100여년 동안 그 기본적인 구조에 있어서 변화가 없었다. 즉, 전기통신 기술이 출현한 이래로 동선이라는 매체에 대해서는 큰 변화가 없었다. 그러나 동선을 이용한 신규가입자를 수용 또는 교환기로부터 가입자까지의 거리가 멀어지는 경우에는 망 구축비용이나 선로의 유지보수비용이 크게 늘어나게 되고 전송속도에도 제한이 있어 이를 극복하기 위한 방안들이 활발히 제시되고 있다.

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

초창기에 개발된 아날로그 방식의 무선가입자망 시스템은 기존의 유선에 비해 통화품질과 가격경쟁력이 뒤져 시장진입에 실패한 바 있으나, 최근에는 무선기술의 발전으로 통신기반이 취약한 개발도상국을 중심으로 유선 망을 대신할 수 있는 매체로 무선가입자망을 설

치하는 경우가 늘고 있으며, 통화품질 및 가격경쟁력 면에서도 경제성을 확보하고 있는 추세이다. 한편 통신기반이 비교적 잘 구축되어 있는 선진국의 경우에도 신규사업자가 독자적인 가입자 망을 구축하기 위해 무선을 이용하는 방법이 각광을 받고 있다.

본 고에서는 이와 같이 성장 잠재력이 큰 무선가입자망에 대한 간략한 소개와 이를 구성하기 위한 여러 방식에 대해 살펴보고 현재 국내에서 추진되고 있는 무선접속의 표준화 현황과 함께 기술적인 사항에 대해 고찰하고자 한다.

2. 가입자 망의 종류와 WLL(Wireless Local Loop)

가입자선로의 구축방법은 다음과 같이 크게 세 가지로 분류될 수 있다. 우선 지금까지의 가장 보편적인 형태인 동선을 이용한 유선접속이 있으며, 광섬유를 이용하는 광 접속방식, 그리고 가입자선로를 무선으로 구축하는 무선접속방식을 들 수 있으며 각 방식별 특징은 다음과 같다.

2.1 유선 접속 기술

가입자선로를 구축하는 가장 보편적인 형태

로 동선(copper)쌍을 이용하여 구성한다. 현재 대역폭(64kbps PCM)과 선로구축 비용, 유지보수 등에 있어서 많은 제한을 받고있으며 전송대역폭의 제한을 극복하기 위하여 ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Line), HDSL(High bit-rate Digital Subscriber Line) 기술 등을 이용한 T1/E1급의 전송속도(1.5~2Mbps)를 제공하는 방향으로 기술이 발전되고 있다.

2.2 광접속기술

매우 큰 전송용량을 가지는 광케이블(optical fiber)을 이용하여 가입자선로를 구성하는 방법으로 FTTH(Fiber To The Home), FTTC(Fiber To The Curb) 등이 있으며 가정이나 빌딩에 영상, 고속데이터 등을 전송하는 기술로 유선망(copper)과 마찬가지로 관로공사 및 유지보수비용, 접속점에 대한 관리 등이 큰 부담이 되고 있다.

2.3 무선가입자망(WLL : Wireless Local Loop)

가입자선로를 유선 또는 광 접속방식에서 현재까지 개발되어온 무선방식으로 구성하는데, 적용되는 무선접속기술로는 마이크로웨이브, Digital cellular, Analog cellular, cordless phone 등의 기술을 사용하며 현재 제공되는 가입자선로들의 서비스 특징과 전송속도를 다음의 <표 1>에 나타내었다.

2.4 무선을 이용한 가입자 망의 구성방법

현재 WLL을 구축하는데 적용되고 있는 무선 전송기술은 크게 아날로그방식과 디지털방식으로 분류할 수 있다. 이중 아날로그방식은 비용이 저렴하다는 장점이 있으나 수용용량이 작으며 음성품질과 주파수 효율이 낮다. 또한

<표 1> 가입자선로 종류별 서비스 특징과 전송속도

선로유형		서비스특징	전송속도
유선	기존유선	음성,저속데이터	음 성: 64kbps 데이터:~33,6kbps
	ADSL, HDSL	영상,고속데이터	~6Mbps
	Optical Fiber	영상,고속데이터	수 Gbps
무선	Analog Cellular	음성,저속데이터	데이터:~4.8kbps
	Digital Cellular	음성,저속데이터	음 성:~13kbps 데이터:~9.6kbps
	Digital cordless	음성,저속데이터	음 성: ISDN지원 데이터:~9.6kbps
선	광대역 셀룰라	음성,중속데이터	~144kbps
	Microwave	고속데이터	수십 Mbps

데이터속도에 제한이 있으며 보안성이 취약하다는 단점이 있다. 디지털방식은 현재 WLL 구성을 위해 적합한 기술로 평가되고 있으며 이동통신용으로 개발된 시스템을 이용하여 망을 구성하는 경우가 대부분으로 GSM, CDMA, PDC, D-AMPS, W-CDMA 등의 시스템과 WLL 전용의 무선기술을 사용하는 시스템이 있다. 지금까지 열거한 방법 이외에도 다음과 같이 적용되는 전송방식에 의해 분류할 수도 있다.

(1) 위성 전송방식

이 방식은 인공위성을 이용하여 가입자 망을 구성하는 것으로 서비스 반경이 다른 방식보다 월등히 넓어 가입자분포가 밀도는 낮고 면적이 넓은 지역에 적합한 WLL 구성의 한 가지 방법이다. 위성수신기의 가격이 상당히 고가여서 가격경쟁력이 약하다는 점과 개발도상국의 경우 이용 가능한 위성의 확보가 어렵다는 점이 가장 큰 단점이며, 하나의 위성으로 수용이 가능한 가입자수가 제한적이라는 점도 보편적인 서비스로서의 WLL 구성방안으로는 그다지 적합하지 않다고 할 수 있다.

(2) 마이크로웨이브 전송방식

이 방식은 기존의 마이크로웨이브 전송장치를 WLL에 이용하는 방법으로 가입자 접속장치와 전화국사이를 무선화하는 방법이기도 하나 실제로는 가입자 접속장치와 마이크로웨이브 전송장치 사이가 유선으로 연결되어야 하며 마이크로웨이브 전송장치는 집선 기능을 제공하여 전화국과 접속된다. 이 방법은 실제로 중계선을 무선화한 개념으로 중소규모의 가입자밀도를 가지며 지역적으로 고립되어 있는 섬지역 등에 적합하며 국내의 경우 도서지역의 가입자 망을 이 방식으로 구성하여 운용 중이다.

(3) Cordless방식

이는 기존의 CT-2나 DECT 등의 장비를 이용하여 WLL을 구성하는 것으로 CT-2의 경우는 셀 반경의 제한(수백 m), 전송속도 제한 및 제공 가능한 서비스의 제한 등으로 WLL 용으로는 적합하지 않은 것으로 알려져 있으며 DECT의 경우 용량, 음성품질, 보안측면에서 WLL에 적합한 시스템으로 알려져 있으나 셀 반경이 그다지 크지 않고(1Km정도) 데이터 속도에 제한이 있으며 다중경로 페이딩에 민감하다는 단점이 있다. 이 방식은 셀 반경이 작아 가입자밀도가 상대적으로 높은 도시지역에 적합한 시스템이라 할 수 있으나 이를 큰 도시 전체에 적용할 경우 필요한 기지국의 수가 많아지고 기지국간을 연결하는 유선이 많이 필요하게 되어 비효율적일 수도 있다.

(4) Cellular방식

이 방식은 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 활용하므로 경제성이 있으며 기존 셀룰라 시스템과 호환성유지가 용

이하다.

이렇게 다양한 방식으로 구성이 가능한 WLL의 비용을 결정하는 요소는 장비가격, 가입자단말기 가격, 단위 장비당 수용 가능한 가입자수 등으로 구성된다. <표 2>에 각 시스템별 가입자당 비용을 상대적으로 비교하였다.

<표 2> 적용 시스템별 상대 비용 비교

적용시스템 \ 비용	시스템 가격	단말장치 가격
위 성	Extremely High	Very High
Microwave	High	High
Cordless	Low	Low
Cellular	High	Low

3. WLL의 개요 및 장단점 분석

WLL이란 전화국에서 가입자의 댁내까지를 기존의 유선선로 대신 무선을 이용하여 연결해주는 일종의 접속망(access network)이라 할 수 있다. 이 가입자 망은 전기통신망의 중요한 영역으로서 설치, 유지보수 및 운용비용 중 절반 이상을 차지하는 부분이다. 동선 쌍을 기본으로 하는 기존의 유선 가입자 망은 몇 가지 단점을 갖는데 이는

첫째, 가입자의 수요 변화 및 망 진화에 부응하여 망을 수정하려면 엄청난 비용이 필요할 뿐만 아니라 시설공사 비용 및 오랜 공사기간 등 부수적인 제약조건도 따른다.

둘째, 이러한 유선가입자망을 구성하기 위해서는 초기단계에서부터 가입자의 수요증가에 대한 정확한 예측이 필요하지만 실제로 그 예측이 어려울 뿐만 아니라 국내의 경우 갑작스러운 신도시의 개발 등은 이러한 예측 자체를 의미 없게 만들 수도 있다.

셋째, 각 가입자에게 제공된 동선 쌍이 사용되는 시간은 하루평균 1시간을 넘지 않으므

로 대부분의 시간은 시설을 효율적으로 사용하지 못한다. 또한 가입자 수요예측에 실패할 경우, 설치된 많은 회선들은 유휴시설로 남게 되어 투자비 회수에 장애요인이 되기도 한다.

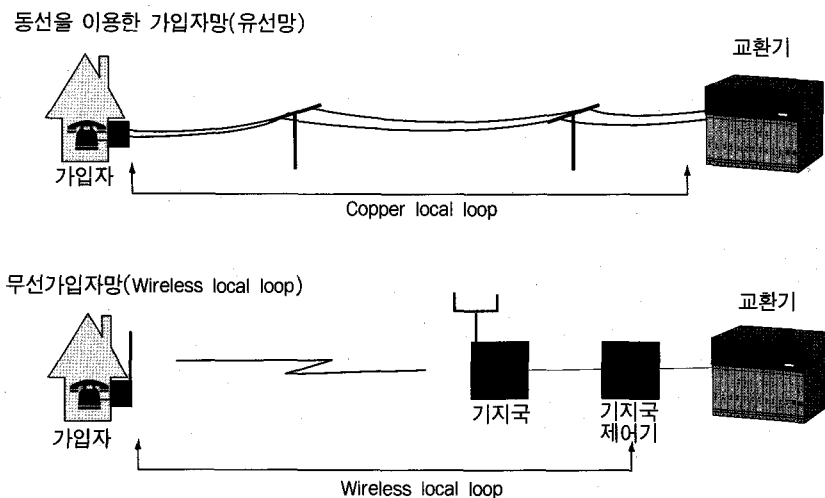
넷째, 유선가입자망의 운용 및 유지보수 비용이 많이 든다는 점이다. 이는 유선 선로의 특성상 수많은 선로 접속부 및 전주를 관리해야 하고, 지하관로의 굴착을 위한 토목공사를 해야하며 이러한 공사에 들어가는 비용을 지불해야하기 때문이다. 또한 굴착공사시 공사허가를 받기 위한 행정절차도 유선망구축의 장애요인이 되고 있다. 한편으로는 이러한 작업들을 적절히 수행하기 위한 숙련된 인력이 필요하다는 점도 유선가입자망의 경제적 제한요인이 되고있다.

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 안에 기존의 유선망과 같은 정도의 시설을 보유하려면 엄청난 투자비용을 감당하기가 어려울 것이다. 이러한 문제

는 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 망 구성비용이 비슷하다는 점이다. 즉, 농어촌이나 개도국처럼 가입자의 분포가 산재해 있는 지역이나 도심지역처럼 가입자밀도가 높은 지역이나 그 망구성비용에 있어 큰 차이없이 적용이 가능하다.

4. 무선가입자망(WLL)의 구성도

WLL은 적용기술에 따라 여러가지 형태로 망을 구성할 수 있으나 기본적으로 그림1과 같은 형태의 구성을 가지게 될 것이다. 따라서



(그림 1) 동선과 무선을 이용한 가입자 망의 구축

기존의 유선가입자망이 없는 신규사업자들은 가입자 망의 구축시에 많은 어려움을 겪게 된다. 따라서 신규사업자는 가입자망을 구축하기 위한 새로운 방법을 모색하여야 하는데 그 중 대표적인 방법이 무선을 이용하는 방법으로 가입자와 교환기 사이에 무선으로 연결할 수 있는 장치인 기지국, 기지국제어기, 단말기 등을 이용하여 유선망을 대체시키는 것이다. 여기서 무선가입자망을 구성하는 각각의 망요소가 담당하는 역할은 다음과 같다.

4.1 단말기(가입자 접속장치)

단말기는 가입자의 댁내에 위치하여 무선신호의 송수신, 무선채널 변조 및 복조, Vocoding, PSTN단말접속 기능 등을 수행하며 R/F 유닛이 내장된 형태와 별도로 구성된 형태 그리고 핸드셋 형태가 있다. 여러 종류의 단말장치가 존재할 수 있으며 단일선로, 다중

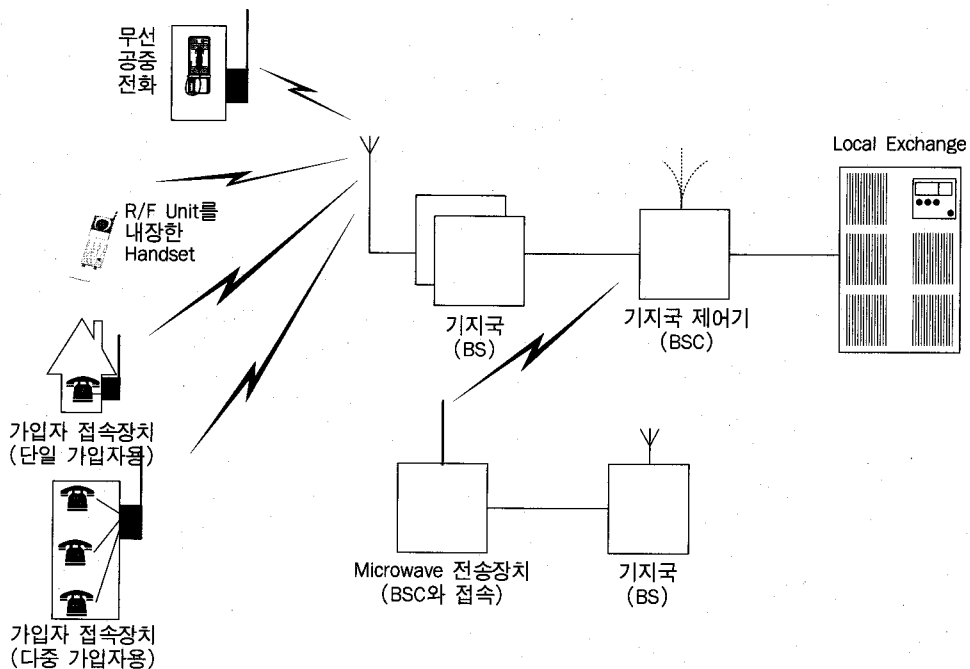
선로 등이 제공될 수 있다.

4.2 기지국

기지국은 무선구간에서 단말국과의 접속기능을 주로 담당하며 무선신호의 송수신, 채널 변조 및 복조, 전력제어, 단말장치 및 기지국 제어기와의 연결을 위한 프로토콜 변환기능 등을 수행하며, 기지국에는 안테나, 송신기, 수신기, 전력증폭기, 채널카드 등과 기지국제어기와 인터페이스를 위한 하드웨어로 구성되어 있다.

4.3 기지국 제어기

기존의 PSTN교환기와 기지국 사이에 위치하여 이들간의 연결을 관장하며 기지국들을 관리한다. 기지국은 가입자접속장치 사이에서 무선접속을 수행함에 있어서 전파환경 및 무



(그림 2) 전형적인 WLL 시스템 구성도

선출력의 제한으로 인하여 수용할수 있는 셀 반경이 제한을 받게된다. 따라서 보다 효율적으로 무선구간과 유선구간을 접속해주는 기지국제어기가 요구된다. 기지국제어기는 각각의 기지국과 대부분 유선으로 연결되며 무선자원의 관리 및 트랜스코딩(ADPCM↔PCM), 기지국관리, 기지국 및 교환기 정합기능 등을 수행한다.

〈표 3〉 각국에서 운용중인 WLL System

(자료:Telecommunication Development Report, 1996. 1.10)

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

5. 국내의 WLL장비 개발현황

5.1 국외 개발현황

초기의 WLL시스템은 통신기반의 구축이 어려운 개발도상국을 대상으로한 아날로그방식의 시스템이 주류였다. 지금은 이동통신을 기반으로한 무선통신기술의 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, 필리핀, 스리랑카, 태국, 베트남 등이 있다. 유럽 지역의 경우는 영국, 독일, 스코틀랜드, 체코, 헝가리, 리투아니아, 러시아, 우크라이나, 우즈베키스탄 등이 있다. 각 국가에서 운용되고있는 시스템은 〈표3〉과 같다.

이들 나라의 특징을 보면 개발도상국의 경우 기존사업자를 중심으로 늘어나는 전화수요에 대응하기 위한 방법으로서 유선망에 비해 단기간 내에 설치가 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 무선가입자망의 구축을 추진하고 있다.

5.2 국내 개발현황

국내에서는 정보통신부에서 '95년 말에 각종 재해로 인한 가입자회선 구축이 어려운 대도시 및 농어촌 지역 등의 가입자 회선망 구축용으로 2.3GHz대의 30MHz를 가입자회선용 주파수대로 분배공고 한바 있으며(정보통신부 공고 제1995-205호, 1997-48호), '97년에는 제2 시내전화사업자인 하나로가 설립되었다. 현재 유선 인프라가 부족한 사업자인 하나로는 유선망의 구축방안의 하나로서 WLL의 이용을 고려하고 있는 한편 기존 사업자인 한국통신에서는 도서지역이나 산간지역 또는 농어촌지역 등 교환기로부터 가입자까지의 평균 거리가 멀고 가입자 밀도가 낮은 지역에서 유지보수비의 절감차원에서 WLL 구축방안을 고려하고 있다. 현재 국내 WLL 장비를 개발하고자 통신사업자인 한국통신과 데이콤이 국내 장비개발업체들과 각각 공동개발을 추진하고 있으며 '98년 중에 개발완료를 목표로 하고 있다.

6. 국내 WLL 무선접속 규격

무선을 이용한 가입자망(WLL)을 구축하기 위해서는 가입자 접속장치와 기지국간에 무선 전송이 요구된다. 국내에서는 '96년부터 WLL의 표준화를 추진해오고 있는데 WLL시스템의 특성상 표준규격을 정하는 것이 그리 바람직하지 못하다는 일부의 우려가 있으나 국내의 경우는 국토의 면적이 협소하며, 장비의 호환성유지, 주파수의 효율적 이용 및 이미 개발을 완료한 CDMA기술을 활용한다는 측면에서 표준화를 추진하였다. 이는 세계 WLL시장의 급속한 성장에 비추어 시스템의 조기 상용시 국내 관련산업의 기술축적과 해외진출까지도 가능하다는 점과 국내시장에서 WLL시스템의 호환성유지가 가능하다는 점 등을 감안한 것이다. 국내에서 잠정안으로 제정된 WLL 무선

접속 표준화의 범위는 가입자에서 기지국까지의 무선구간으로 한정되어 있으며 대략적인 시스템 규격은 <표 4>와 같다.

<표 4> 국내 WLL 시스템 규격

항 목	규 격	비 고
다원접속방식	W-CDMA	
주파수대역	Up Link: 2.30~2.33GHz Down Link: 2.37~2.40GHz	정통부고시 대역
채널대역폭	5, 10MHz	
음성부호화기	64K PCM, 32K ADPCM	유선망수준의 품질
음성대역 데이터전송	G3 FAX, 33.6K모뎀	
N-ISDN접속	80kbps(B+D), 144kbps(2B+D)	

여러 장비업체들이 여러 사업자들에게 장비를 공급하여 무선전송이 원활히 수행되기 위해서는 동일한 무선접속규격이 요구되며 현재 국내에서는 WLL 장비에 요구되는 무선접속 규격이 잠정안으로 표준화되어 있는 상태이다. 본 절에서는 국내 WLL 무선접속규격의 개요에 대하여 살펴보고자 한다.

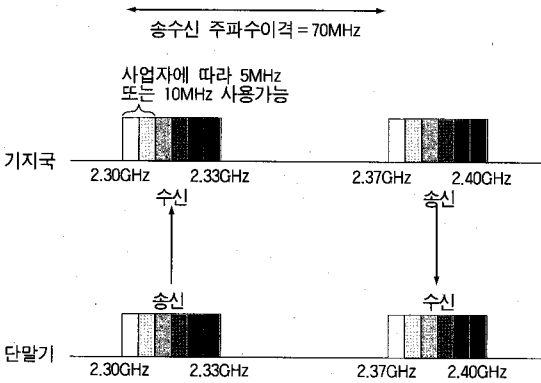
6.1 국내 WLL 시스템의 특징

국내 WLL 시스템 무선접속의 주요사항들은 다음과 같다.

(1) 송수신 방식, 주파수 및 RF 변조방식

기지국과 단말기가 신호의 송수신을 위해 사용하는 Duplexing 방식은 주파수 대역을 달리하여 신호를 송수신하는 주파수 분할방식(FDD : Frequency Division Duplexing)을 사용하며 기지국의 송신주파수가 단말기의 송신주파수보다 70 MHz 높게 되며 송수신 RF의 채널 대역폭은 5MHz 또는 10MHz 로서 QPSK 변조방식을 사용하며, 신호의 수신시 복조성능을 향상시키기 위해 상향과 하향 신호 모두 파일럿 신호를 실어 전송하는 방식으

로 되어있다. 또한 신호의 송신시 주파수 정밀도는 기지국의 경우 중심주파수에서 ±0.1PPM의 허용오차를 가지며, 단말기의 경우 수신된 기지국 송신신호의 중심주파수로부터 아래로 70MHz 이격된 주파수에서 ±140Hz의 허용오차를 갖는다.



(그림 3) 국내 WLL 무선접속의 주파수 할당

(2) 다원접속 방식

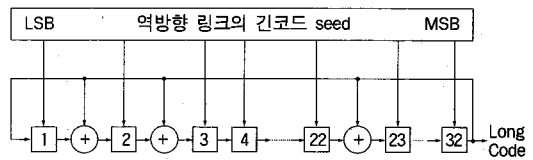
무선구간에서 여러 가입자를 동시에 수용하기 위한 방법은 코드분할 다중 접속방식(CDMA: Code Division Multiplexing Access)을 사용하며 의사잡음(PN : Pseudo Noise) 신호의 속도는 5MHz의 대역폭을 갖는 경우에는 4.096Mcps를 10MHz의 대역폭을 갖는 경우에는 8.192 Mcps의 속도를 갖는다.

특히, 국내 WLL 무선접속 규격에서 W-CDMA 변조방식을 택하게 된 이유는 유선 인프라가 잘 구축되어 있는 국내 현황에서는 음성 서비스 위주가 아닌 데이터 서비스 또는 ISDN 서비스가 중요하게 부각 될 것이므로 보다 좋은 무선품질을 제공할 수 있는 무선접속 방식을 선택하게 된 것이다. 특히 고속 데이터의 전송이 가능하고 무선환경의 변화에 대해 면역성이 강한 광대역 CDMA 방식을 선택하게 된 것이다.

CDMA 변조방식에서 가장 중요한 것이 각 채널간의 구분을 위해 의사잡음(PN)을 이용

한 신호의 확산인데 WLL 시스템에서 의사잡음 신호는 232-1 길이의 긴 PN 시퀀스중 20ms 길이만을 사용하는 단축 시퀀스를 사용하며, 단말기의 경우 생성다항식은 다음의 식과 같으며 그림 4와 같은 구조를 갖는다.

$$p(x) = x^{32} + x^{22} + x^2 + x + 1$$



(그림 4) 역방향 링크의 PN 시퀀스 발생기

단축 시퀀스는 PN 시퀀스 발생기로부터 생성되는 긴 코드 중에서 20ms 단위의 길이로 자른후 이를 계속 반복하여 사용하는 방법이다. 역방향 링크의 PN 코드는 기지국에 접속되는 단말기를 구분하기 위해 사용된다.

기지국의 경우에는 두 개의 생성 다항식을 이용하여 하나는 기지국 송신신호의 직교변조시 In-phase 성분에 대하여 적용하고 또한 다른 하나는 Quadrature 성분에 대하여 적용한다.

기지국의 경우 생성다항식은 다음의 식과 같다.

$$p_I(x) = x^{32} + x^{22} + x^2 + x + 1$$

(In-phase 성분의 PN code)

$$p_Q(x) = x^{32} + x^{31} + x^{30} + x^{10} + 1$$

(Quadrature 성분의 PN code)

기지국에서의 PN code는 기지국을 구분하기 위해 사용되며 인접한 기지국과는 서로 다른 Seed 데이터(Base seed)를 사용하여 구분하며 PN code를 20ms 단위의 단축 시퀀스를 사용하므로 매우 많은 base seed를 가질수가 있다.

단말기와 기지국에서 각 채널들의 구분은 직교 코드를 이용하여 구분시키는데 64차원의 하다마드(Hadamard)코드를 사용하는데 실제

스터 구성(Sylvester Construction)에 의해 만들어지므로 64-Walsh 코드와 동일하게 된다. 또한 무선채널이 증가되는 경우에는 하다마드 코드를 확장하여 사용할 수 있다. 즉 64차원의 직교코드에서 확장되는 경우에는 128차원 또는 256차원의 직교 코드를 사용할 수 있는 것이다.

단말기의 경우에는 한채널에 2개의 코드를 이용하여 직교변조시 In-phase 성분과 Quadrature성분에 적절히 사용하여 IS-95와는 다르게 1/2 chip의 delay 성분이 없어도 OQPSK 변조가 되도록 하였다.

기지국의 경우에는 PN 코드를 직교변조에 사용하고 있으므로 하다마드 코드는 단지 채널을 구분할 수 있도록 각 신호채널에 대하여 동일한 직교 코드를 사용한다.

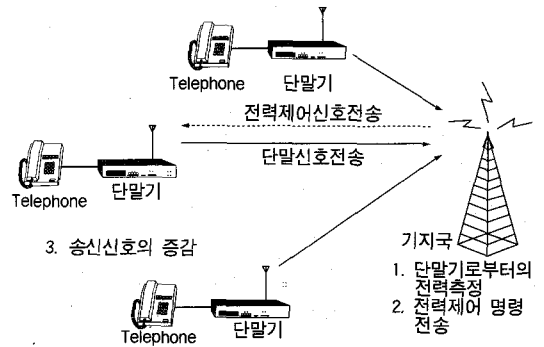
(3) 전력제어

1) 역방향 전력제어

CDMA 시스템에서는 모든 단말기에서 송신되는 신호들은 수신하고자 하는 자신의 신호를 제외한 다른 신호들은 모두 잡음으로 취급하게 된다. 따라서 자신의 신호외에 다른 신호들의 크기를 줄이는 것이 수신신호의 품질을 높이는 방법이다. 그러나 자신의 신호를 높이고 다른 신호들을 줄이게 되는 경우에는 자기 신호는 수신할 수 있으나 다른 단말기의 신호는 상대적으로 신호의 크기가 줄어들게 되므로 정상적인 송수신을 수행할 수 없게 된다. 따라서 모든 단말들의 송신신호를 조절하여 기지국에서 수신되는 가입자수를 늘리면서 품질을 일정하게 유지시키는 것이 역방향 전력제어이다. 국내 WLL 시스템에서의 역방향 전력제어방식은 폐회로 방식을 사용하며 기지국에서 수신되는 단말기의 수신신호의 세기(E_b/N_0)를 측정후 수신세기가 단말기에게 일정한 송신레벨이 되도록 전력제어 명령을

보내고 이 명령에 따라 단말기의 송신 전력의 크기를 제어하게 된다. 특히 단말기와 기지국과의 거리가 멀어지는 경우 RF 신호의 감쇄가 커지고, 반대로 거리가 가까운 경우에는 신호의 감쇄가 작으므로 신호감쇄에 의한 영향을 최소화하기 위해 전력제어가 요구되는 것이다.

단말기로 내려보내는 전력제어신호는 그 속도가 1kbps이며 1bit의 정보로 전력을 증가시키거나 감소시키는 명령을 보내게 되므로 1ms에 1번씩 단말기의 전력을 증감시킨다.



(그림 5) WLL시스템의 전력제어

또한 하나의 단말기에 여러 통화 채널을 포함하는 경우 각 채널의 전력을 조절하여 통화 채널의 특성에 따른 품질의 조절을 수행할 수 있게 된다.

2) 순방향 전력제어

기지국으로부터 수신된 신호는 무선채널 환경에 따라 품질이 달라지게 된다. 특히 데이터 신호의 송수신의 경우 데이터의 속도에 따라 요구되는 채널의 전력이 달라지게 된다. 이러한 경우 단말기는 수신신호의 품질을 측정하여 기지국으로 수신신호 품질을 전송하게 되며 기지국에서는 단말기가 요구하는 서비스 품질을 제어하기 위해 각 단말기별 채널들의 전력을 제어하게 된다. WLL 규격에서는 단말기에서 기지국으로 전력제어 및 신호 채널

을 통하여 20ms 단위로 5bit의 전력 제어를 위한 Eb/No 값을 전송하게 되어 기지국에서는 이를 이용하여 순방향 전력제어를 수행하게 된다.

6.2 채널구조 및 무선접속시 채널 할당

(1) 채널구조

WLL 시스템에서 기지국과 단말기 사이의 무선접속에 기본적으로 이용되는 순방향과 역방향의 무선채널 구조는 (그림 6)에서 (그림 8)과 같다.

(2) 순방향 채널 구조

순방향 채널은 크게 다음의 6가지의 채널들로 구성되며 각 채널의 주기능은 다음과 같다.

- 파일럿채널(Pilot channel) : 단말기로부터 기지국의 기준 RF 신호 및 PN code의 동기신호를 얻기위한 채널로서 입력데이터가 0이고 PN(Pseudo Noise) 코드로 대역확산된 신호이다. 또한 단말기가 기지국을 구분할 수 있도록 각 기지국들간의 PN 코드를 서로 달리하게 된다.
- 동기채널(Sync channel) : 동기채널의 데이터 전송율은 8kbps로서 20ms 단위의 프레임으로 구성되며 각 프레임은 20ms 단위의 프레임동기에 시각 정렬되어 있어야 한다. 동기채널은 기지국에서 단말기로 기지국 식별정보와 시각정보를 제공하며, 단말기는 이를 기준으로 기지국의 식별정보 및 프레임동기의 시각정보를 받아들여 초기화시 이를 이용하고 주기적인 감시를 통하여 시각정보로 활용한다.
- 페이징채널(Paging channel) : 페이징채널의 데이터 전송율은 32kbps로서 20ms 단위의 프레임으로 구성되며 단말기의 전력소모를 줄이기 위한 방안으로서 slot모드로

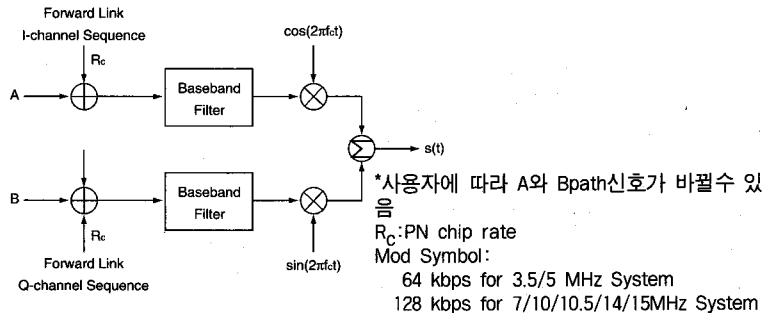
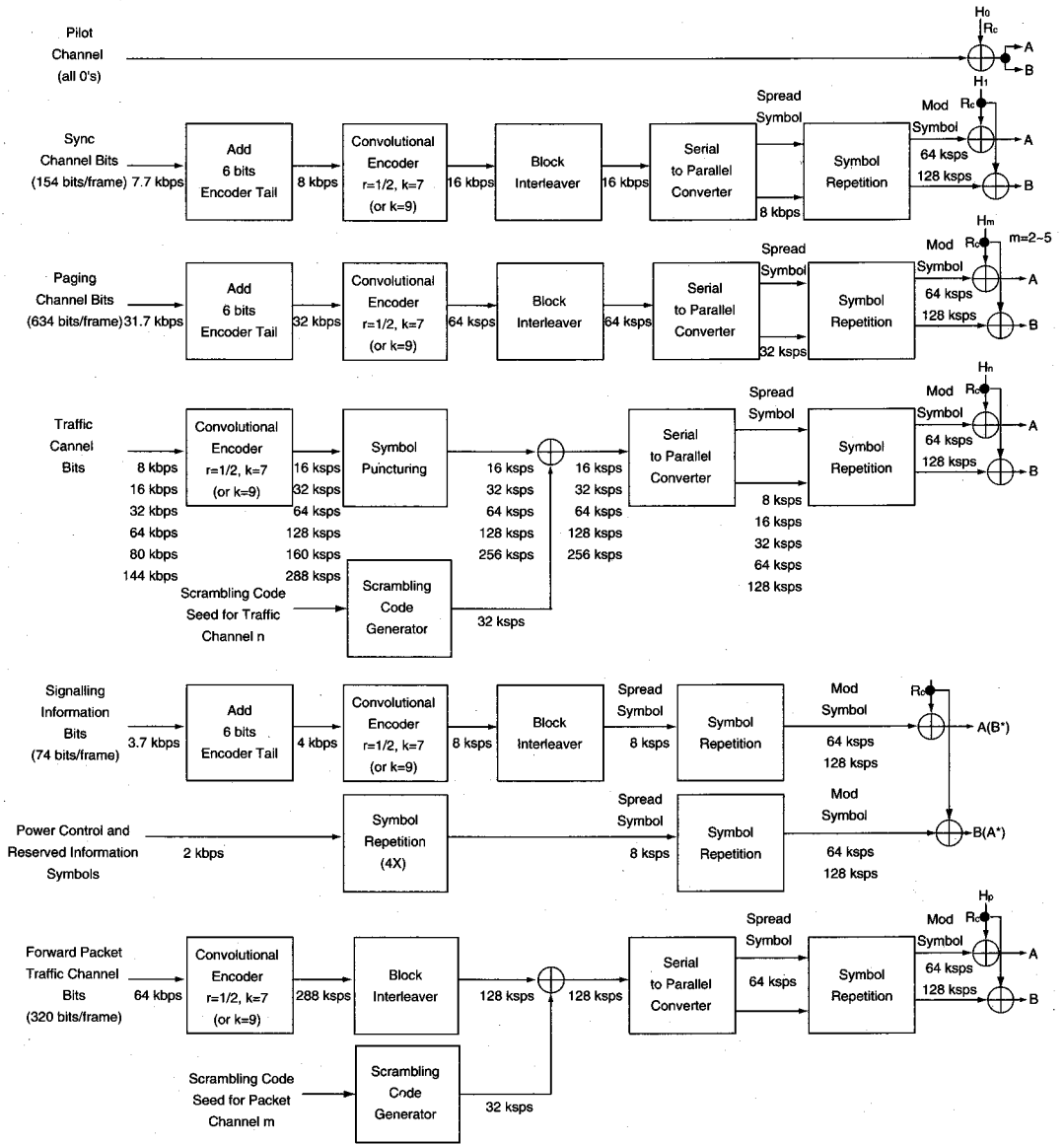
동작이 가능하도록 되어 있다. 페이징 채널은 현 기지국의 시스템 정보들 즉 이웃한 기지국의 정보, 제공가능한 서비스 형태, 등록주기, 단말기 식별번호, 액세스 파라미터, 전력제어 관련 정보, 기지국의 지역정보 등을 제공한다.

- 전력제어 (Power control) 및 신호 (Signaling) 부채널(PCS channel) : 전력제어 채널은 단말기에 역방향 RF 전력의 증감을 시키기 위한 채널로서 이때 전력제어를 위한 정보는 1kbps의 전송속도를 갖는다. 신호 부 채널은 단말기 식별번호, 서비스 형태, 채널 구조, 단말기의 특정 코드채널에 대한 전력제어를 수행하기 위한 정보 등을 전송시키기 위해 사용한다.
- 트래픽채널(Traffic channel) : 음성신호 또는 데이터 신호를 전송하기 위한 채널로서 8, 16, 32, 64, 80, 144 kbps 등 다양한 전송속도를 지원한다. 현재 기본적인 트래픽 채널은 데이터를 투명하게 전달하는 형태로 되어있으며, 선택사양으로는 데이터를 일정한 크기의 블록으로 분할하여 전달하는 방식이 있다. 또한 전송속도가 높은 경우에는 심볼 천공을 통하여 전송속도를 일치시키며, 가입자에 대한 비화를 수행하기 위하여 트래픽 데이터의 스크램블링을 수행한다.
- 패킷 트래픽채널(Packet traffic channel) : 패킷 트래픽 데이터의 전송을 위한 채널로서 20ms의 패킷크기로 분할하여 전송하며, 전송속도는 64kbps로서 동일한 채널을 통해 여러 가입자를 수용할 수 있도록 시분할을 통하여 전송을 수행한다.

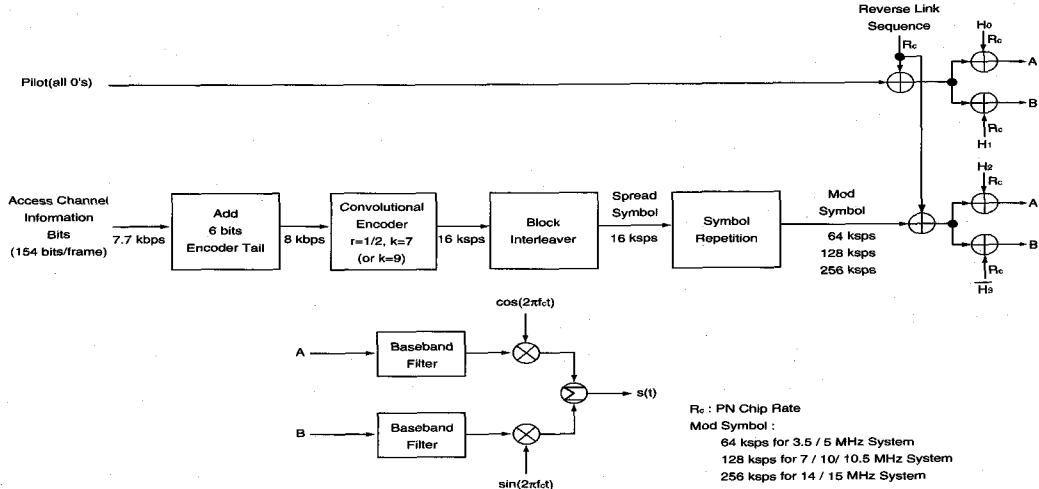
(3) 역방향 채널 구조

역방향 채널은 크게 다음의 5가지의 채널들로 구성되며 각 채널의 주기능은 다음과 같다.

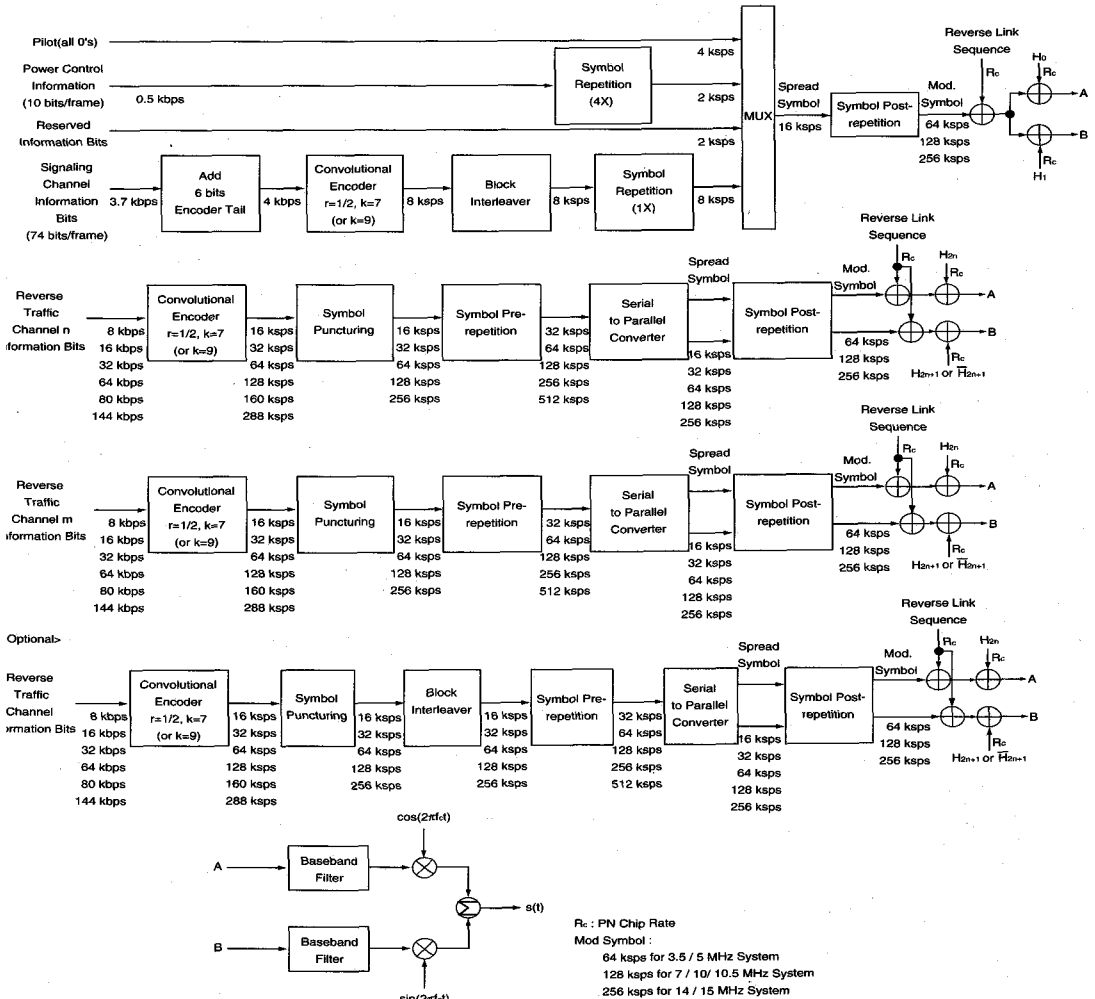
- 액세스채널(Access channel) : 단말기가 기



(그림 6) 순방향 채널 구조



(그림 7) 액세스 채널 구조



(그림 8) 역방향 트래픽 채널 구조(단일신호 모드)

지국과 송수신을 수행하기 위한 초기단계로서 무선채널을 할당받기 위해 기지국으로 전송하는 신호 채널이다. 액세스 채널의 전송시에는 파일럿 채널과 액세스 채널이 동시에 전송되며 기지국에서 신호를 획득하기 전까지는 IS-95에서와 유사하게 랜덤 액세스 절차를 수행한다. 액세스 채널을 통하여 전달시키는 정보는 단말기 식별번호, 착발 신호 구분, 호의 유형, 데이터 전송율, 슬롯 인덱스등이다.

- 파일럿, 전력제어, 신호 채널(PPCS channel) : 트래픽 채널을 전송하는 경우 필요한 채널로서 단말기의 동기를 획득하기 위한 파일럿 채널로서 4 kbps의 전송속도로 모든 비트를 0으로 하여 전송한다. 전력제어 채널은 0.5kbps의 전송속도를 가지며 순방향의 각 단말기별 전력제어를 수행하기 위해 단말기에서 측정된 신호의 품질을 전송한다. 신호채널은 할당된 트래픽 채널에 대한 제어신호를 전송하기 위해 사용되며, 단말기가 기지국으로부터 받은 무선자원의 변경을 수용할 수 없음을 기지국으로 알리고 또한 단말기의 무선자원 모드를 변경하기 위해 사용된다. 신호채널의 전송속도는 4kbps이다.
- 트래픽 채널(Traffic channel) : 음성신호 또는 데이터 신호를 전송하기 위한 채널로서 8, 16, 32, 64, 80, 144 kbps등 다양한 전송속도를 지원한다. 현재 기본적인 트래픽 채널은 데이터를 투명하게 전달하는 형태로 되어있으며, 선택사양으로서는 데이터를 일정한 크기의 블록으로 분할하여 전달하는 방식이 있다. 또한 전송속도가 높은 경우에는 심볼 천공을 통하여 전송속도를 일치시킨다.
- 패킷액세스채널(Packet access channel) : 패킷 트래픽 채널의 할당 및 획득을 위한 채널로서 파일럿 채널과 동시에 송신되며

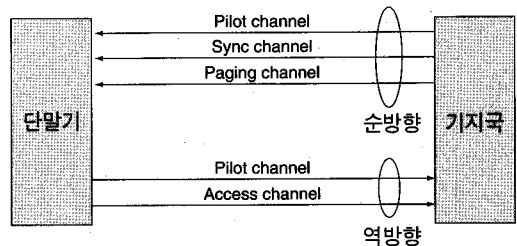
데이터 전송율은 6.8kbps 이다.

- 패킷트래픽채널(Packet traffic channel) : 패킷 트래픽 데이터의 전송을 위한 채널로서 20 ms의 패킷크기로 분할하여 전송하며, 전송속도는 64kbps로서 동일한 채널을 통해 여러 가입자를 수용할 수 있도록 시분할을 통해 전송을 수행한다.

(4) 통화시 채널할당

다음 그림은 기지국과 단말기사이에서 초기 통신 채널의 획득 및 통화 채널 구성시에 순방향 및 역방향의 획득 채널을 나타낸 것이다.

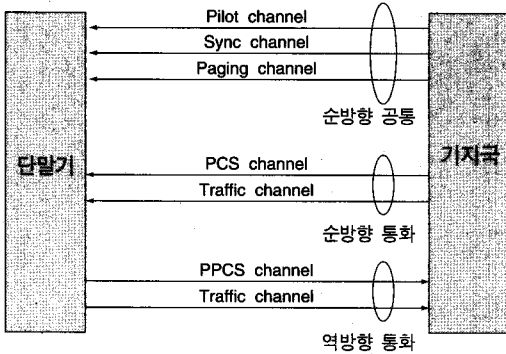
(그림 9)는 단말기가 기지국으로부터 페이징 채널을 통하여 착신 신호를 받았거나 단말기가 기지국으로 발신을 수행하는 경우 액세스 채널을 통하여 무선자원을 할당받기 위한 상태를 나타낸 것으로서 기지국에서는 파일럿, 동기, 페이징 채널을 통하여 신호를 전달하며 각 단말기별 제어신호는 페이징 채널을 통하여 전송한다.



(그림 9) 단말기 발착신시 무선채널 점유상태

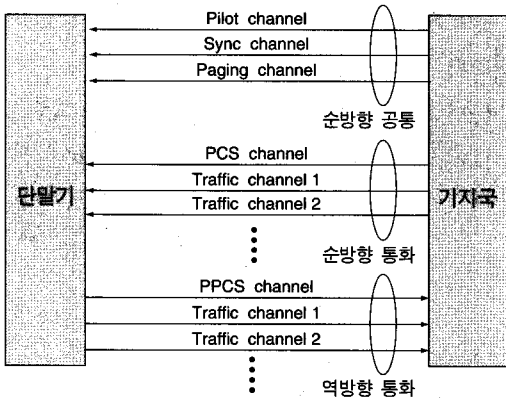
(그림 10)은 단말기와 기지국사이에 통화채널이 설정되는 경우 단말기와 기지국사이의 무선채널의 설정 상태를 나타내는 것으로서 파일럿, 동기, 페이징 채널은 모든 단말기가 감시를 해야하는 공통적인 무선채널이며 각 단말기별로 통화채널의 설정을 위해 순방향으로는 전력제어 및 통화관련 제어신호를 전송하는 PCS 채널과 통화 신호를 전달하기 위한 트래픽 채널이 요구되며, 역방향으로는 파일럿, 전력제어, 통화관련 제어신호를 전송하는

PPCS 채널과 역방향 통화신호를 전송하기 위한 트래픽 채널이 요구된다.



(그림 10) 통화시 무선채널 점유 상태

(그림 11)은 한 단말기가 여러개의 통화채널을 요구하는 경우의 무선채널 할당 상태를 나타낸것으로서 그림 4와 유사하나 각 통화 채널별로 신호채널을 가지는 것이 아니라 공통으로 PCS 채널이나 PPCS 채널을 이용하여 통화채널에 대한 제어신호를 주고 받는다.



(그림 11) 통화시 무선채널 점유상태

6.3 프로토콜 계층 구조

무선 인터페이스에 적용되는 프로토콜의 기본모델은 (그림 12)와 같이 정의되어 있다. 무선프로토콜은 무선자원관리를 담당하는 무선 자원제어 신호평면(WRRC-Plane : WLL Radio Resource Control Plane)과 베어러 접속

제어 및 호제어를 담당하는 통신신호 제어 신호 평면(WCC-Plane : WLL Communication Control Plane)으로 구성되며, 무선 패킷데이터 전송방식을 지원하기 위한 패킷 신호평면(WPKT-Plane)이 별도로 추가될 예정이다. 각 신호평면은 OSI 기준모델에 따른 일반 계층구조를 가지며 각 신호평면에서의 기능은 다음과 같다.

(1) 계층 2

1) 무선자원제어 신호평면(WRRC-Plane : WLL Radio Resource Control Plane)

무선자원제어 평면의 데이터 링크 계층(WRRC-Data Link Layer)은 단말국과 기지국간 계층 3의 정보를 전달하기 위해 동기 채널, 페이징 채널, 액세스 채널상에서는 비연결형의 비확인 동작 절차를, 신호 채널상에서는 비연결형 확인 동작 절차를 수행한다.

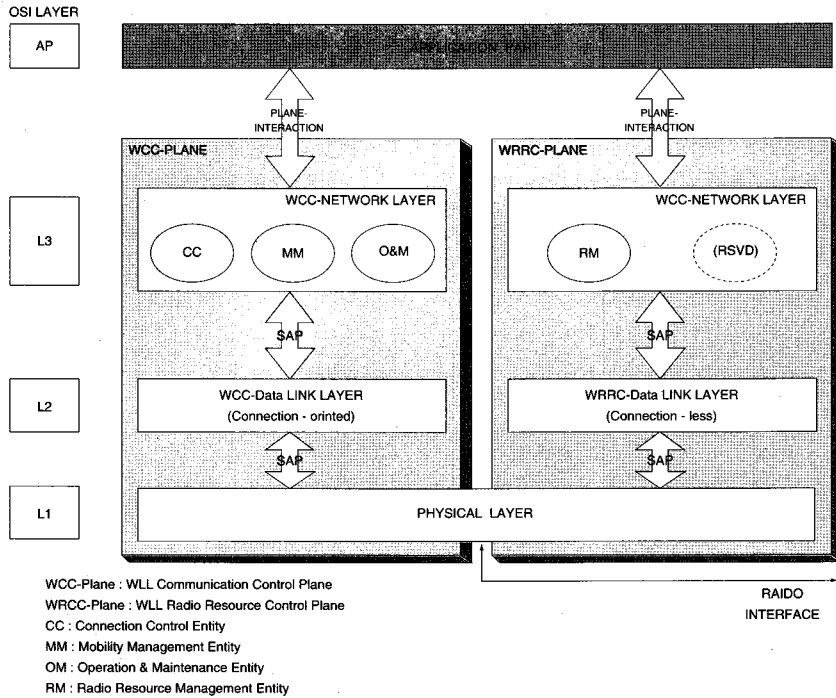
WRRC-Plane 계층 2는 단말국과 기지국간 신호 링크를 통해 계층 3의 정보를 신뢰성 있게 전달하며 이를 위해 다음의 기능을 갖는다.

- ◆ WRRC-Plane상의 계층 3 메시지에 대해서는 CRC 검사 후, 투명하게 전달,
- ◆ SAP(Service Access Point)에 의해 WRRC-Plane, WCC-Plane, Packet-Plane의 계층 3 정보를 구분,
- ◆ 프레임 및 프레임 포맷의 에러 감지.

2) 통신신호 제어 신호 평면(WCC-Plane : WLL Communication Control Plane)

통신제어 평면의 데이터 링크 계층(WCC-Data Link Layer)은 통신제어 평면상에서 단말국과 기지국간 계층 3의 제어를 위해 신호 채널상에서 연결형의 확인 동작 절차를 수행한다.

WCC-Plane 계층 2는 WLL 무선 구간에서 계층 3의 호 관련 정보 및 시스템 정보를 신



(그림 12) WLL 무선 프로토콜의 기능 구조

뢰성 있게 전달함을 목적으로 한다.

WCC-Plane 계층 2는 단말국과 기지국간 WLL 무선 인터페이스에서 신호 링크를 통해 계층 3의 WCC-Plane의 신호 정보를 신뢰성 있게 전달하며 이를 위해 다음과 같은 기능을 갖는다.

- ◆ WCC-Plane상의 계층 3 메시지에 대해서는 하나 이상의 데이터 링크 연결 접속을 제공,
- ◆ DLCI(Data Link Connection Identifier)를 이용한 각 링크 접속의 구분,
- ◆ DLCI = SAPI(Service Access Point Identifier) + LID(Link Identifier),
- ◆ SAP에 의해 WRRC-Plane, WCC-Plane, Packet-Plane중 계층 3의 WCC-Plane 정보 식별,
- ◆ WCC-Plane상의 계층 3 메시지에 대해 프레임 순서 제어,

- ◆ 프레임 정보 및 프레임 포맷의 에러 감지,
- ◆ 회복 불가능한 에러 발생시, 프로토콜 관리부(Protocol Management)에 통보하여 복구.

(2) 계층 3

1) 무선자원 관리부(Resource Management)

무선 자원 관리부는 무선 자원(Radio Resources)을 할당, 해제 및 관리하는 기능을 담당하며, 무선 자원의 속성 변경 요청에 따른 배어러 변환 기능도 함께 수행한다. 무선 자원 관리부에서 수행하는 기능은 다음과 같다.

- ◆ 방송 정보 제어(시스템 정보, 시각 정보 등을 포함)
- ◆ 무선 자원 할당 절차(호 초기에 무선 자원을 할당하기 위한 랜덤 액세스 절차)

- ◆ 무선 자원 변경 절차(초기에 할당된 무선 자원의 변경)
- ◆ 통신제어 신호 방식(WCC-Plane)과의 상호 연동
- ◆ 무선 자원 해제 절차(국부 처리)

무선 자원이란 단말국과 기지국간의 통신을 위하여 설정되는 무선 채널을 의미하며, 무선 채널은 단말기와 기지국간의 각종 신호 정보를 전달하기 위하여 필요한 전용 신호 채널(SGCH: Signaling Channel)과 발·착신 가입자간의 사용자 정보를 주고 받는데 사용되는 트래픽 채널(TFCH: Traffic Channel)로 구성된다.

단말기의 동작 모드는 신호 채널(SGCH)의 사용 방식에 따라 단일 신호 모드와 다중 신호 모드로 분류하여 정의한다. 단일 신호 모드는 각 호에 대하여 신호 채널(SGCH)과 트래픽 채널(TFCH) 모두를 할당하는 방식이다. 다중 신호 모드는 여러 트래픽 채널이 신호 채널(SGCH)을 공유하는 방식이다.

2) 접속제어부(CC : Connection Control)

접속 제어부(CC : Connection Control)는 단말국과 기지국간의 무선 구간 접속을 설정, 유지, 해제하는 기능을 수행한다. 설정된 접속을 이용하여 다양한 텔레 서비스가 가능하며, 각각의 텔레 서비스에서 고유하게 수행되는 기능을 지원하는데 필요한 정보들이 접속 제어 메시지의 정보 요소로 반영된다.

무선접속 규격에서는 WLL의 텔레 서비스로서 예상되는 POTS(Plain Old Telephone Service), ISDN(Integrated Service Digital Network), LLS(Leased Line Service)등의 제공 방안에 대하여 설명하였다.

접속 제어부는 POTS의 경우, 단말국과 기지국간의 접속을 설정, 유지, 해제하는 기능과 함께 PSTN 가입자간에 전형적인 회선교환 서비스가 가능하도록 호 제어 기능도 포함한다.

다. ISDN 및 LLS의 경우는 단지 단말국과 기지국간의 접속을 설정, 유지, 해제하는 기능만을 수행한다. 호제어 기능은 접속 제어부가 설정한 베어러 접속을 이용하여 ISDN 및 LLS 단말간에 수행된다. 이 경우 접속 설정 및 해제는 호 제어 기능으로부터 시작되어 접속 제어 엔티티에게 전달된다.

응용부(AP : Application Part)는 단말기에 접속되어 있는 가입자 장치의 종류 및 상태, 행위 등을 관독할 수 있어야 하며, 다양한 상황에 따라서 적합한 프리미티브로 이를 접속 제어부에게 전달하여야 한다. 또한 접속 제어부가 통신 실체로부터 전달받은 정보를 응용부에게 프리미티브로 전달하면, 각각의 가입자 장치별로 알맞은 행위를 수행하여야 한다.

3) 이동성관리부(MM : Mobility Management)

이동성 관리부(MM : Mobility Management)는 가입자에게 원활한 서비스를 제공하기 위한 가입 등록 및 가입 해제, 위치 등록과 사용자의 서비스 요구가 합법적인지 여부를 판단하기 위한 인증 그리고 불순한 의도를 가진 제 3 자로부터 중요 정보를 보호하기 위한 암호화를 포함한다.

4) 운용관리부(O&M : Operation & Maintenance)

운용관리부(O&M : Operation & Maintenance)는 단말국과 기지국간의 운용에 관련된 기능을 수행한다. 즉, 여기서는 단말국과 기지국 상호간의 통신을 위하여 무선자원관리부가 운용관리용으로 설정한 접속을 이용하여 측정 및 통계, 단말국의 S/W버전관리 등의 기능을 수행할 수 있도록 되어있다.

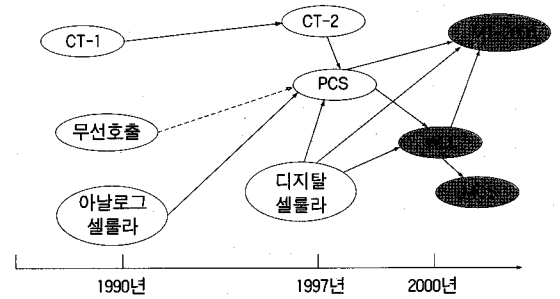
7. 국내의 WLL 응용분야 및 발전방향

WLL로 시내망을 구성하는 것은 기본적인

전화서비스(POTS : Plain Old Telephone Service)의 제공이 우선적인 목표이다. 사업초기에는 무선가입자망이 제공하는 서비스의 안정화가 주요 업무가 되겠지만 서비스 안정화가 어느 정도 달성된 후에 응용이 가능한 분야로 공중전화를 들 수 있다. 이는 신규사업자의 경우 상당한 사업성이 있는 분야이다. 또한 WLL을 이용한 지역별 소규모 LAN을 구성하는 것도 고려해볼 만한 응용분야이다. 또한 각종행사에 필요한 단기가입전화 회선의 구성에도 사용될 수도 있으며, 재난 발생시의 긴급회선 구성용으로도 상당한 장점을 가지고 있다. 또한 무선기술의 특성상 저 수준의 이동성을 활용하여 차량에 탑재하여 임시공중전화로 활용할 수도 있다.

이러한 응용분야는 기존의 음성전화에서 제공하는 서비스와 차별화된 서비스가 아닌 동등서비스라 할 수 있으며 이동통신서비스에 대한 서비스요구가 증대됨에 따라 PCS등의 개인통신서비스가 등장하게 되었지만 마찬가지로 음성위주의 서비스가 주류를 이루고 있다. 따라서 이러한 서비스를 이용하는 가입자는 편리한 이동성과 함께 지속적으로 데이터서비스 및 영상서비스에 대한 필요성을 강조하고 있으며 이러한 수요에 부응하기 위해 개별적으로 무선데이터, TRS (Trunked Radio System), LMCS(Local Multipoint Communication System)등이 개발중이거나 이미 개발되어 운용되고 있다. PCS의 기반기술인 CDMA방식을 사용하게 되는 국내의 WLL시스템은 이러한 요구를 충족시키기에 적절한 기술로서 이후 사용자의 요구에 따라 두 가지 방향으로 진화해나갈 것이다. 그중 하나는 이동성의 추구보다는 광대역의 고급 멀티미디어 서비스에 중점을 두어 고선명 영상서비스 및 B-ISDN서비스의 제공까지 가능한 광대역 무선가입자망(LMCS)이며, 다른 하나는 이동성에 중점을 두어 상대적으로 낮은 속도의 데이

터 서비스(2Mbps정도)가 가능한 IMT-2000(International Mobile Telecommunications for the 2000's)으로의 발전이다. IMT-2000은 언제 어디서나 누구와도 통신이 가능하도록 하는 제3세대 개인통신서비스라 할 수 있으며 LMCS 또한 각국에서 경쟁적으로 구축을 추진중인 초고속정보통신망(information super-highway)으로의 접속망으로 위상을 높일 수도 있을 것이다. PCS나 WLL은 IMT-2000을 위한 중간단계의 기술로 기술적인 측면에서 그 역할이 매우 중요하다. (그림13 참조)



(그림 13) 무선통신시스템의 발전방향

8. 결론

지금까지 무선가입자망에 대한 간략한 소개와 이를 구성하기 위한 여러 방식에 대해 알아보았고 이를 국내환경에 적용하기 위한 무선접속의 국내 표준화 현황 및 국내 표준의 기술적인 사항들에 대하여 고찰하였다.

새로운 서비스가 사업적으로 성공하기 위해서는 기존의 서비스와 차별화된 장점을 가지거나 요금이 저렴하다는 장점을 가져야 한다. 그러나 무선가입자망의 경우에는 유선망에서 제공하는 서비스를 단지 매체를 달리하여 제공하는 것에 불과한데 이는 무선가입자망의 출발이 산악지형이나 농어촌과 같이 유선망의 구축이 어려운 지역에 전화를 공급하기 위해

개발되었다는 점에서 기인한다. 따라서 신규사업자의 경우에는 성공적인 사업을 위해 차별화된 서비스(데이터, 영상등) 또는 특별한 대책(예를 들면 이동서비스제공)을 준비해야만 하나 정책적 또는 기술적인 제약 때문에 지금까지 운용되고 있는 무선가입자망은 대부분 단순한 음성서비스만 제공할 수 있는 장비가 대부분이다. 국내에서의 무선가입자망이 경쟁력을 확보하기 위해서는 멀티미디어서비스가 가능한 고품질, 고기능의 서비스를 부가해야 하며 여기에 필요한 기술의 개발이 선행되어야 한다. 따라서 이러한 국내 여건을 고려할 때 국내 WLL 시스템에서 사용되는 무선접속은 유선망의 품질과 동등하거나 또는 그이상의 품질을 갖추고 있어야 하므로 광대역 CDMA를 기반으로 하는 접속기술을 선택하였다.

앞으로의 가입자 망은 고정 또는 이동멀티미디어 서비스에 대한 수요에 의해 기존의 유선망을 재구성시킬 것이며 이에 따라 다양한 응용서비스의 제공 및 사용요금이 장래의 가입자 망 형태를 결정할 것이다. 한편으로는 무선가입자망의 장점인 서비스의 조기공급과 저렴한 투자비용, 운용관리의 용이성 등으로 인해 장래의 가입자 망은 무선망이 주류를 이룰지도 모른다. 그러나 유선전화망 또한 방송과 통신, 유선과 무선의 경계가 모호해지는 상황에서 광대역 interactive서비스 및 방송서비스의 제공수단으로서 그 역할을 수행해나갈 것이다. 결국 유선과 무선이 서로 역할을 분담해가며 상호 공존해 나가되 장기적으로는 무선분야의 분담율이 크게 증가할 것이다.

9. 참고문헌

- [1] 한국정보통신기술협회 "2.3 GHz WLL 시스템 광대역 CDMA 무선접속 잠정 표준(계층1), 1997.12
- [2] 한국정보통신기술협회 "2.3 GHz WLL 시스템 광대역 CDMA 무선접속 잠정 표준(계층2,3), 1997.12
- [3] 한국전자통신연구소 "1.8~2.0 GHz 코드분할 다중접속방식과(CDMA) 개인통신시스템을 위한 개인국과 기지국간 무선인터페이스 표준(안)" 1995.9
- [4] 한국전자통신연구소 "주간기술동향 96-12", pp42-44, 1996.4
- [5] Pauline Trotter, Adrian May, Wireless Local Loop Market Strategies, Ovum Ltd. 1996[4]
- [6] Moshe Levin, Bracha Epstine, Amit Gil, Ilan Matityahu, WLL Network Deployment: An Operators Perspective, Telecommunications, March 1995
- [7] Communication, pp. 43-46, 1st Quarter 1995
- [8] Bishnu Pradhan, Mixing Technologies for Remote Communications, Telecom Asia, pp.33-36, July 1995
- [9] Geoff Long, Preparing for the Wireless Local Loops, Telecom Asia, pp. 28-31, March 1996
- [10] Jim Hartman, VSAT Solution for the Local Loop, Telecom Asia, pp.19-23, July 1996
- [11] Bill Durtler, Lorrie Gainor, Comparing Costs of Rural Wireless Access Technologies, Telecom Asia, July, 1995

