

광대역 무선 가입자망 세계 표준화 동향

정한욱

1982. 2 경북대학교 공과대학 전자공학과 졸업 (학사)
 1984. 2 경북대학교 대학원 전자공학과 (석사)
 1991. 9 미국 State University of New York at Buffalo 전기 및 컴퓨터공학과 졸업
 (공학박사)
 1985. 3 ~ 1985. 12 경북대학교 공과대학교 조교
 1985.12 ~ 한국통신 무선통신연구소 팀장, 선임연구원

구현철

1985. 2 서울대학교 전기공학과 졸업 (학사)
 1997. 2 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업 (석사)
 1997. 2 ~ 현재 한국통신 무선통신연구소 선임연구원



정 한 욱
한국통신 연구개발본부
무선통신연구소



구 현 철
한국통신 연구개발본부
무선통신연구소

1. 서론

사회의 발전에 따라 정보의 양이 급속히 증대하고 다양화되었다. 정보를 얻고자 하는 개인의 욕구는 정보화가 진척됨에 따라 늘어났으며 앞으로 더욱 많은 정보를 빨리 얻고자 하는 욕구가 증대될 것이다. 이러한 정보에 대한 수요를 만족시키기 위해서는 대용량의 데이터를 고속으로 전송하는 매체가 필요하다. 이를 인지하여 세계 각국에서는 정보 인프라를 구축하기 위한 초고속정보통신망 사업을 시행하고 있다. 기간망이 초고속으로 구축이 되더라도 가입자망이 진보되지 못하면 병목현상에 의해 가입자가 실제 얻을 수 있는 속도는 크게 향상되지 못한다. 기간망이 초고속으로 구축된 경우 이를 가입자까지 연결하기 위하여서는 초고속 광대역 가입자 망의 구축이 필요하다. 최근 무선 기술의 발전에 힘입어 가입자망을 구축하기 위한 기술로서 광대역 무선 시

스템이 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(Asynchronous Transfer Mode)기술을 기반으로 하는 것이 세계적인 추세이다. 이에 따라 광대역 무선 시스템에 있어서도 무선 ATM기술을 이용하는 것이 최근의 세계적인 동향이다.

광대역 무선 시스템의 실현방안의 하나로 미국의 LMDS(Local Multipoint Distribution Service), 캐나다의 LMCS(Local Multipoint Communication System)가 개발되고 있다. LMDS/LMCS는 고정 가입자까지 무선으로 ATM 셀을 전송하는 방식의 광대역 가입자망

이다. 국내에서 개발 중인 광대역 무선 가입자망 B-WLL(Broadband Wireless Local Loop)은 LMDS, LMCS와 유사하다. LMDS/LMCS에 대한 실현방안으로 표준안이 DAVIC(Digital Audio Visual Council)에서 제시되어 있다.

본 고에서는 먼저 2절에서 광대역 무선 가입자망의 개발 동향에 대해서 알아보고 3절에서는 광대역 무선 가입자망의 표준화 동향에 대해서 알아본다. 특히 DAVIC에 나와있는 LMDS/LMCS의 표준에 대해서 고찰해본다. 4절에서는 광대역 무선 시스템의 실현 기술로 주목받고 있는 무선 ATM의 기술적 특징에 대해서 살펴보고 5절에서는 세계적인 무선 ATM에 대한 연구 활동에 대해서 살펴본다. 6절에서는 무선 ATM의 표준화 동향에 대해서 고찰해 본다.

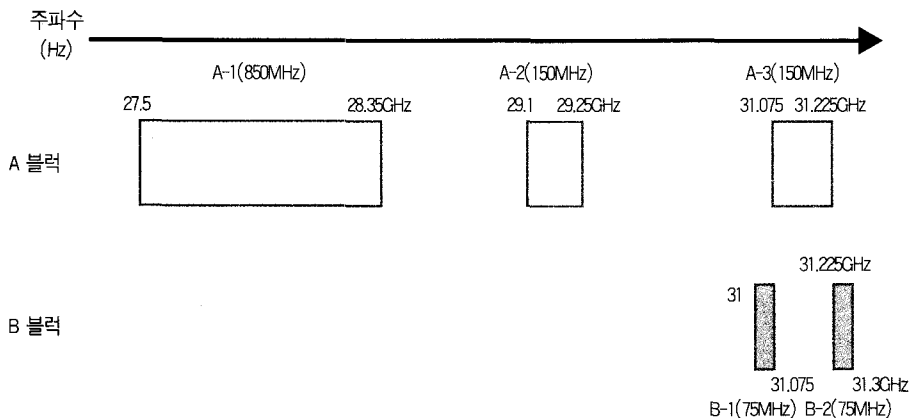
2. 광대역 무선 가입자망 개발 동향

2.1. 주파수 및 발전 동향

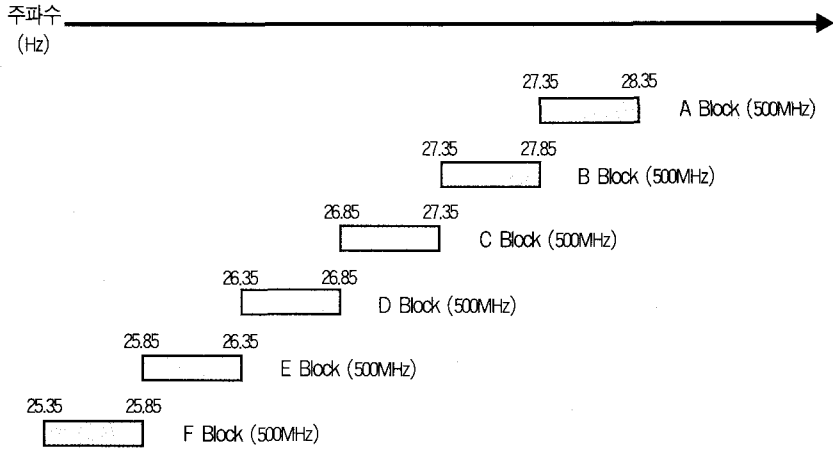
미국에서는 1980년대부터 MMDS(Multipoint Multichannel Distribution Service)를 이용해서 2.5GHz대역에서 아날로그 AM방식으로 무선

CATV서비스를 제공하고 있었으나, 최근 위성방송의 발전으로 인해서 매력을 잃어가면서 MMDS기술을 디지털화하고 무선 CATV서비스를 포함한 다양한 서비스를 광대역으로 제공하려는 LMDS서비스가 출현하였다. LMDS서비스는 무선자원을 이용하여 기지국과 가입자 사이의 링크를 형성하고 이를 통해 고속의 디지털 데이터를 양방향으로 주고 받는 초고속 양방향 고정 무선 가입자망 서비스이다. 미국의 LMDS는 무선 CATV시스템에서 발전한 서비스로 27.5GHz~31.3GHz의 주파수를 사용한다. LMDS는 디지털 데이터를 양방향으로 전송할 수 있으므로 향후 정보 고속도로와 연계하여 이용될 수 있어 최근 각광을 받고 있다. LMDS는 Cellular Vision사에 의해 미국 뉴욕에서 1992년 아날로그 단방향 무선 CATV 상용화 시험을 시작한 이래 발전을 계속하여 주파수 사용의 효율화와 양방향 멀티미디어 통신을 위한 연구가 진행되고 있다. 캐나다에서는 LMCS로 불리우며 25.35~28.35GHz를 사용한다. <그림 1>에서는 미국 FCC(미 연방 통신 위원회)의 주파수 공고 내용을 나타내었고 <그림 2>에서는 캐나다의 주파수 분배 내용을 나타내었다.

<그림 1> 미 FCC주파수 공고 내용



〈그림 2〉 캐나다 광대역 주파수 배분 내용



〈그림 1〉에서 A-1블록(850MHz)은 LMDS 보호 사용 블록으로서, 정지위성 또는 비정지 위성의 고정위성 시스템은 이 대역을 사용할 경우 제한된 게이트웨이 성격의 서비스나 LMDS서비스에 간섭을 주지 않는 서비스 용도로만 사용하도록 하였다. A-2블록(150MHz)은 서로 간섭이 없도록 기지국에서 가입자 방향으로 LMDS 하향주파수로만 사용하거나 비정지 위성/이동위성의 Feeder Link로 사용하도록 하였다. A-3(150MHz)블록은 LMDS가 주서비스로 이용될 수 있도록 주 보호 블록으로 부여받았다. 기존의 전화 및 CATV 사업자들은 B블록을 이용 LMDS 사업을 할 기회가 주어진다. 각각 75MHz씩인 B-1과 B-2블록은 기존 이 대역을 사용하고 있던 사업자 및 A-3대역에서 이동해온 사용자들에게 간섭을 일으키지 않고 그들이 일으키는 간섭에 대해서는 대비해야 하는 범위 내에서 사용하도록 배정하였다. LMDS 사업권은 10년간 유효하며, 단 우수하고, 인기있고 보통 수준이상의 서비스를 10년 이내 실현하여 제공할 경우에만 갱신 자격이 부여된다. 보통 수준 이상의 서비스란 점대다점(point to multi-

point)경우 10년 이내 서비스 영역내의 인구 20% 이상에 서비스를 하거나, 점대점(point-to-point) 경우에는 인구 100만명당 4개의 통신 링크를 제공하는 것을 의미한다[1].

〈그림 2〉에서와 같이 캐나다에서는 하나의 블록을 500MHz 대역폭으로 하여 6개의 블록을 LMCS 주파수로 설정하였다. 캐나다에서는 1996년에 주파수 분배를 위한 제안서를 요청하였고 이를 검토하여 최종적으로 3개의 회사(Cellular Vision Canada, MaxLink Communication, Rural Vision)를 선정하여 1996년 10월 29일 오타와에서 발표하였다[2]. 미국이 LMDS주파수를 경매에 의해 분배하는 반면(1998년초에 경매 예정) 캐나다에서는 경매로 분배하지 않고 제안서를 접수받아 이를 검토하여 정부에서 업체를 선정하였다. Cellular Vision Canada는 뉴저지에 본부를 둔 Cellular Vision의 캐나다 회사이며 Manlink는 전에는 Digital Vision Communications로 알려졌으며 Gasbeau Inc, Telemedia의 자회사, Capital Communications CDPQ, Texas Instrument, TBD Group Wireless, L.P., 미국의 통신 및 오락 회사, 캐나다 통신

투자가, MaxLink사의 회장인 Joel Bell 등에 의해서 구성된 컨소시엄이다. 서비스 영역을 66개의 인구 밀집지역과 127개의 시골 지역으로 나누었으며 33개씩의 인구 밀집 지역을 Cellular Vision Canada와 ManLink에 127개의 시골 지역을 Rural Vision에 할당하였다. 3개사에 사용가능하도록 할당된 주파수 블록은 A, B두개의 블록이며 4개의 블록은 다음에 할당을 하기로 공고되었다. 3개의 회사는 각기 500MHz폭을 전부 사용하여 서비스를 한다.

유럽의 경우에도 영국주도의 CEPT와 범유럽 표준 MPT 및 EU(European Union)에 따라 각국에 2.5GHz대, 3GHz대의 MMDS(Multi-channel Multipoint Distribution service)와 40GHz대역(40.5~42.5GHz)의 MVDS(Multichannel Video Distribution Systems)로 구분하는 등의 관심을 가지고 있다.

광대역 무선 가입자망을 구축하기 위하여 우리나라 정부에서는 '정보통신부 공고 제1997-49호'에서 B-WLL의 가입자 회선용 주파수를 지정했는데 20GHz대역에서 양방향 광대역 서비스용으로 하향 25.5GHz에서 27.5GHz를 할당했으며 상향으로는 24.25GHz에서 24.75GHz의 500MHz를 할당하였다[3]. 이 중 26.7GHz에서 27.5GHz의 800MHz 대역은 CATV전송용으로 우선 사용할 것으로 지정하였다. B-WLL은

LMDS/LMCS와 개념이 유사하며 가입자망을 무선으로 구축하는 것이다. <그림 3>은 이러한 우리나라의 B-WLL 주파수 분배 내용을 도시한 것이다.

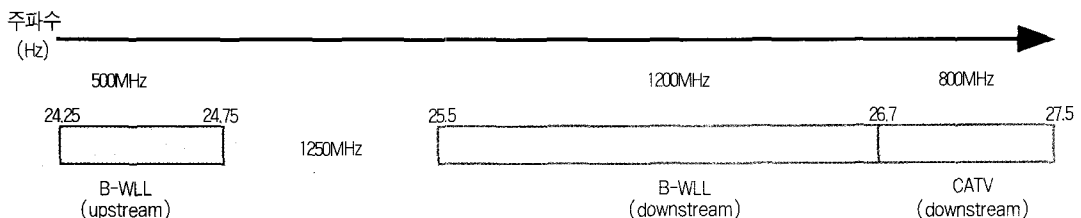
정보통신부에서는 97년 7월 15일 종합 유선 방송 2차 허가구역의 전송망 사업자 지정 결과를 발표하였다. 이들 전송망 사업자들은 26.7~27.5GHz의 주파수 대역을 사용하여 무선 CATV사업을 할 수 있다.

2.2. 기술 개발 동향

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 주파수 폭을 확보하기 위해서 광대역 무선 가입자망에서는 밀리미터파대와 준밀리미터파대를 사용한다. 이 주파수대는 이용성, 기술성, 활용면에서 개발이 상당히 뒤쳐져 있어서 통신, 레이더 등에서 일부 활용되어 오고 있었다. 그러나 각국의 주파수 할당 등으로 인해 광대역 무선 가입자망의 구축이 가시화되어 이 주파수대를 이용한 많은 연구가 수행되었고 현

<그림 3> 우리나라의 B-WLL 회선용 주파수 분배 내용



재는 많은 제품들이 생산되고 있다. 이 주파수 대의 특징은 광대역이므로 얻을 수 있는 장점과 단과장이므로 필연적으로 발생하는 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 셀방식이 유리하다. 단점으로는 고주파 신호를 처리하는 소자기술이 필요하고 가시거리조건이나 강우감쇄 등 대기환경에 민감하다. 또한 무선 시스템에서 발생하는 간섭이나 페이딩을 감소시키기 위해서 고지향성 안테나를 사용하여 이로 인해 이동성에서 제한을 받게된다.

LMDS/LMCS 시스템은 가입자에게 음성, 데이터, 영상 등 다양한 멀티미디어 서비스를 제

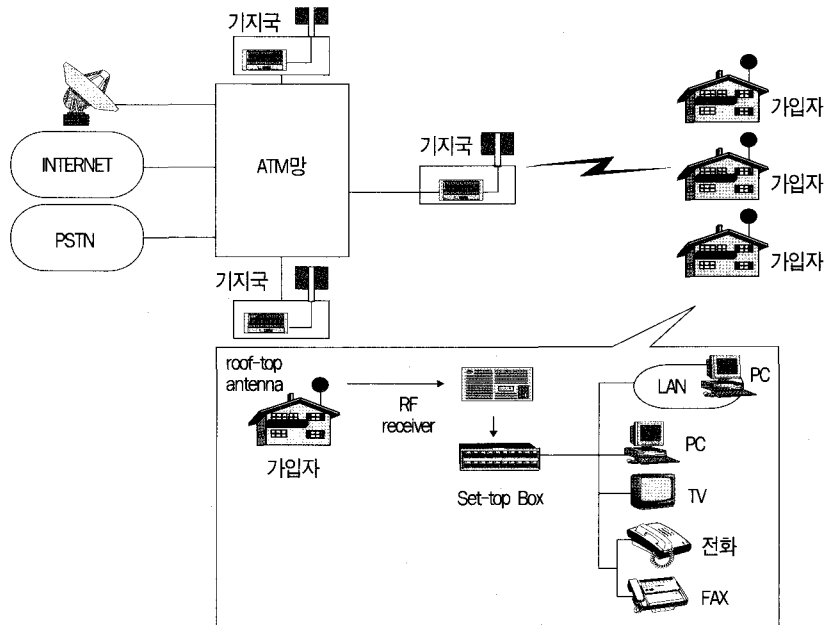
공할 수 있는 기능을 갖추어야 한다. 따라서, 서비스별 트래픽을 고려함은 물론이고, 모든 서비스에 동작하는 최적의 시스템 구조가 되어야 한다. 이러한 트래픽 및 서비스 특성을 만족시키기 위한 시스템 구조로서 최근의 다른 광대역무선시스템과 같이 ATM기술을 무선구간에도 적용하는 것이 LMDS/LMCS개발에 있어서 최근의 개발동향이다.

이러한 LMDS/LMCS의 특징을 요약하면 광대역화, 디지털 및 양방향화, 밀리미터파의 사용과 멀티미디어화, 무선ATM화로 요약된다.

LMDS/LMCS를 이용하여 제공가능한 서비스로는 전화, 영상, 고속데이터, VOD, 인터넷 및 B-ISDN등의 멀티미디어 서비스이다.

이와 같은 동향을 고려하여 광대역 무선 가입자망의 구성을 나타내보면 <그림 4>와 같다.

<그림 4> 광대역 무선 가입자망 구성도



3. 광대역 무선 가입자망 표준화 동향

광대역 무선 가입자망을 포함하는 광대역 무선 시스템에 대한 여러가지 입장에서 접근하는 상이한 요구가 시스템의 디자인과 개발, 표준 등에 큰 영향을 끼친다. 단말기의 이동성의 고려 문제(이동성을 고려할 시에는 어느 정도의 이동속도까지 통신이 가능하게 설계 할 것인가의 문제), 시스템의 밴드폭을 고정으로 할 것인지 아니면 동적으로 할당되게 할 것인가의 문제, 한 사용자가 두개 이상의 채널을 사용하게 할 것인지 아닌지의 문제 등에 의해 시스템의 사양은 크게 변하게 된다. 이러한 기술적인 요구사항 이외에 앞으로의 발전 가능성과 시장성 등의 문제도 시스템의 디자인과 개발, 표준 등에 크게 영향을 끼친다.

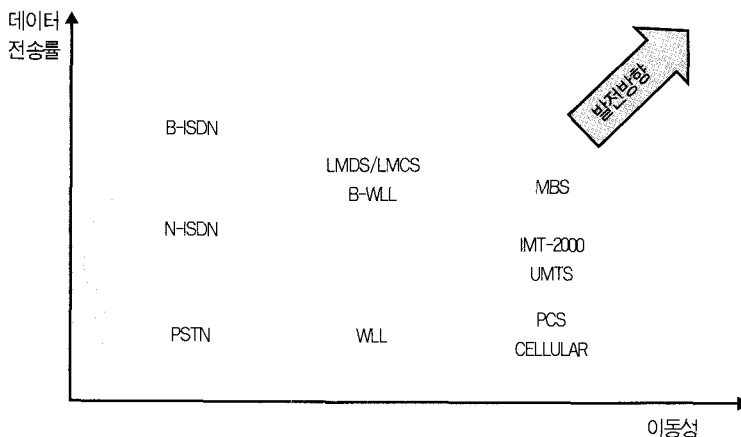
무선 시스템은 이동성의 관점에서 셀 간의 이동성을 보장하는 시스템과 이동성을 보장하지 못하는 시스템으로 나눌 수 있다. 이동성을 보장하는 광대역 시스템으로는 MBS(Mobile Broadband System) 등이 있으며, 제한적인 이

동성을 보장하는 Wireless LAN, 이동성을 보장하지 않는 LMDS/LMCS, B-WLL 등이 있다.

〈그림 5〉는 이러한 서비스들을 이동성과 데이터 전송 속도를 고려하여 비교한 것이다. IMT-2000은 ITU에서 실행하는 프로젝트로서 2GHz대역에서 230MHz의 대역폭을 차지한다. 유럽에서 시행중인 UMTS도 IMT-2000과 유사하다. IMT-2000과 UMTS의 전송속도는 2Mbit/s이다. 하지만 광으로 전송할 시에는 155Mbit/s 정도의 네트워크 접속속도가 된다. 이러한 속도 차이를 극복하기 위해서 밀리미터 대역에서 수십 Mbit/s의 속도로 올리기위해서 유럽의 RACE 프로그램에서 MBS 프로젝트 등 세계 여러 곳에서 접속속도와 이동성을 향상시키기 위한 프로젝트가 진행되고 있다. 이에서 알 수 있듯이 무선광대역 시스템의 발전방향은 데이터의 전송율과 이동성을 크게 하는 방향으로 발전해나가고 있다.

광대역 무선 시스템은 ATM에 기반을 두고

〈그림 5〉 다른 서비스와 광대역 무선 가입자망 비교

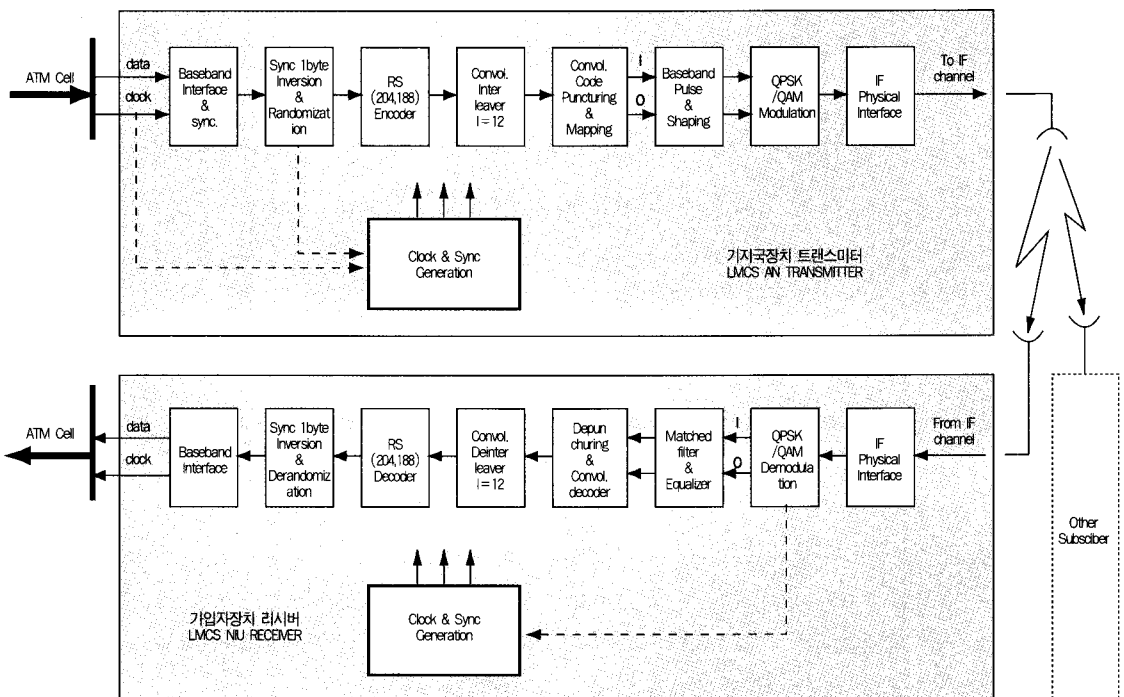


개발되는 것이 세계적인 추세이다. 광대역 무선 시스템이 ATM에 기반을 두고 개발하고 있는데는 몇 가지 이유가 있다. 먼저 유연한 밴드폭 할당과 서비스 응용의 측면에서 다양한 서비스의 제공을 들 수 있다. 또한 개개의 데이터/멀티미디어 소스로부터의 트래픽을 효과적으로 멀티플렉싱할 수 있다. 그리고 무선이나 유선 네트워크에서 광대역의 서비스를 제공할 수 있는 End-to-End 연결을 설정할 수 있다. 그 외에 기개발되어 있는 ATM 스위치 장비의 활용, 패킷교환 기술을 이용한 향상된 신뢰도, 통신기간망인 유선 B-ISDN 시스템과의 호환성 등을 들 수 있다. 이에 무선 ATM과 관련하여 광대역 무선 가입자망 중 LMDS/LMCS의 표준을 고찰하고 무선 ATM의 기술적 특성 및 동향에 대해서 고찰해보고자 한다.

LMDS/LMCS에 대한 표준이 현재 DAVIC에 제시되어 있다. DAVIC은 다양한 통신 매체들을 사용하는 디지털 서비스에 대해 시스템 및 구성 요소간의 상호 운용성을 보장하는 국제 표준안을 만들어 내는 것을 목표로 1994년도에 설립된 비영리단체로서 스위스의 제네바에 본부가 있다. 현재 DAVIC에는 세계에서 25개국 이상에서 200개의 회사들이 회원으로 참여하고 있다. DAVIC에서는 Specification 1.0을 1995년 12월에 발표하였으며 이후 1997년 9월 Specification 1.3에까지 이르고 있다.

LMDS/LMCS에 대한 표준이 처음 발표된 것은 Specification 1.1이며 이후 버전에서 보완되고 있다. DAVIC에 나오는 LMDS/LMCS 표준을 정리하면 다음과 같다[4].

〈그림 6〉 LMCS 시스템의 트랜시버 구성도(하향 스트림)



3.1. 하향 시스템(기지국→가입자)

〈그림 6〉에 나타난 각 유닛의 역할 및 사양과 물리적 인터페이스 사양을 살펴보면 다음과 같다.

〈표 1〉 하향 스트림의 역할 및 사양

유닛	역할 및 사양
Baseband interfacing and sync	이 유닛은 신호원의 포맷을 데이터 구조로 변환한다. 그 프레임 구조는 MPEG2-TS구조를 따른다.(동기바이트 포함) 전송 패킷의 길이 : 188바이트
Sync1 inversion and randomization	이 유닛은 MPEG2 프레임 구조에 따라 동기 1바이트를 반전시키고 Spectrum shaping을 하기 위해 데이터 스트림을 랜덤화한다. Scrambling 생성 다항식 : $1 + x^4 + x^{15}$
Reed-Solomon(RS) Coder	이 유닛은 여러 방지 패킷을 생성하기 위해 각 랜덤화된 전송패킷에 Shortened Reed-Solomon(RS) Code를 적용한다. 이 코드는 Sync바이트에도 적용한다. (204,188)RS Coding, 16패리티 바이트
Convolutional Interleaver	이 유닛은 $l=12/M=17$ 을 갖는 콘볼루션 인터리빙을 수행한다. Sync바이트의 주기는 변하지 않도록 인터리빙을 수행한다.
Convolutional Coder	이 유닛은 속도가 1/2를 갖는 Code를 Puncturing 함에 의해 얻어지는 1/2, 2/3, 3/4, 5/6과 7/8의 비율을 갖는 Convolutional Code를 수행한다. Convolutional 인코딩은 QPSK에만 적용된다.
Baseband Shaping	이 유닛은 차등 부호화된 m-tuples를 I와 Q신호로 맵핑하고 QPSK변조하기 전에 I와 Q신호에 square-root Raised Cosine 필터링을 행한다.
Modulation and Physical interface	이 유닛은 QPSK변조(Grade A)나 16-QAM(Grade B)을 행한다. 다음으로 Intermediate Frequency(IF) channel에 QPSK/16-QAM 변조된 신호를 인터페이싱 한다.
LMCS RECEIVER	수신시스템은 Baseband신호를 재생하기 위해 위의 변조과정에서 설명한 기능을 역으로 수행한다.

〈표 2〉 하향 신호의 물리적 인터페이스 사양

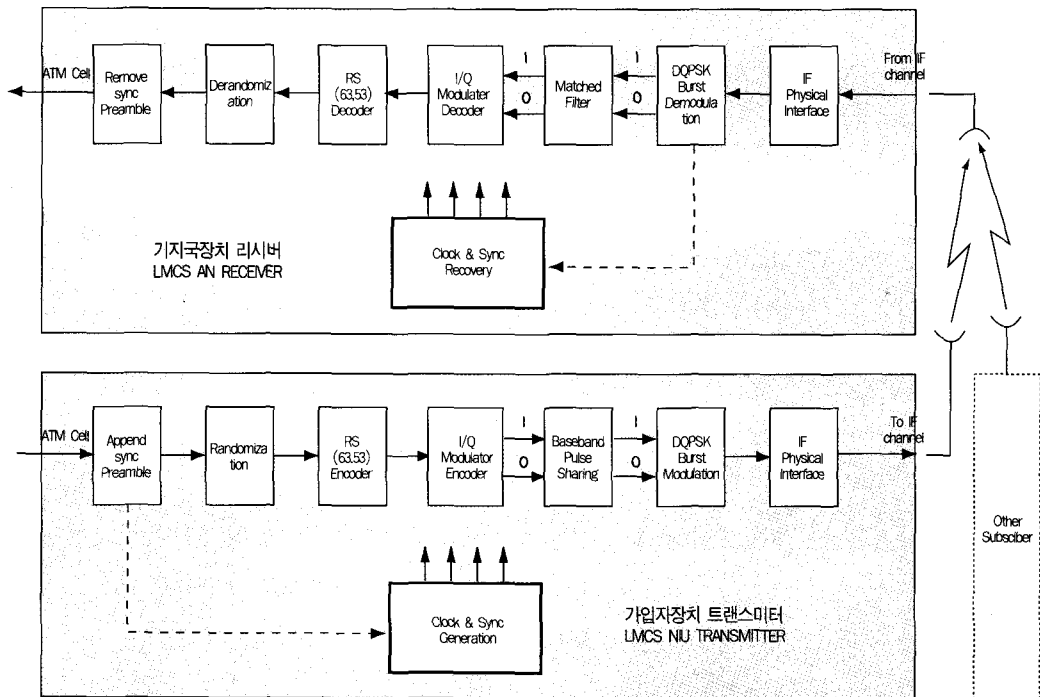
	DAVIC안
변조방식	Grade 변조방식 A QPSK B QPSK와 16-QAM 변조기는 위 둘중 하나의 방식을 지원해야 하고 복조기는 Grade A나 Grade B를 지원해야 한다.
채널간격	≥20MHz, 1MHz 스텝
채널 대역폭	20~40MHz
수신기 IF 변화범위	±5MHz
주파수 영역	950~2050MHz
심률속도	14.81~33.33Mbaud in 8kbaud Units
송신된 주파수 스펙트럼	Square Root raised cosine approximation 롤 오프 값 = 0.2 또는 0.35 송신기는 롤 오프 값 둘 중 하나를 사용하지만 수신기는 둘 다 지원해야 한다.

〈표 2〉 하향 신호의 물리적 인터페이스 사양 (계속)

임피던스	75 Ω
IF에서의 수신된 신호레벨	-60~-30dBm
인접채널 신호 레벨 변화	±2dB
Return Loss	≥13dB(in-band)
In-band Flatness	±0.5dB
Spectral Inversion	수신기는 입력 스펙트럼이 정상 부호인 것이든지 반전된 것이든지 받아들일 수 있어야 한다.

3.2. 상향시스템(가입자 ⇨ 기지국)

〈그림 7〉 LMCS시스템의 트랜시버 구성도(상향스트림)

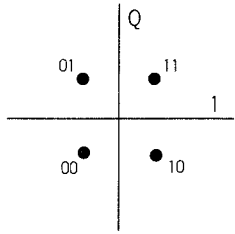


〈그림 7〉에 나타난 상향 시스템에 대한 사양을 살펴보면 아래와 같다.

〈표 3〉 상향 DQPSK 변조 상세 사양

변조방식	Differentially encoded QPSK
Differential Encoding	두 비트씩 모아서 QPSK 변조를 하는데 먼저 온 비트가 MSB가 된다. MSB를 A, LSB를 B라 할 때 differential encoder는 A, B 두 비트를 받아들여 다음과 같이 코딩한다.
Preamble	4비트로 00FCFC3 hex이다.

〈표 3〉 상향 DQPSK 변조 상세 사양 (계속)

신호성상도	 <p>위 성상도는 Preamble을 검출하는데 사용되는데, Preamble은 differentially encoding 하지 않는다.</p>
Transmit Rate	Viterbi decoding 후에 하향 심볼율을 정수로 나눈 값
Transmit Filtering	Root raised cosing filtering, 롤 오프 값 : 0.3
Data Randomization	Preamble은 랜덤화를 거치지 않는다. FEC 바이트를 추가하기 전에 랜덤화기는 53 바이트 ATM에만 적용되는데 ATM데이터와 pseudo-random sequence를 modulo-2 addition함으로써 이루어진다. 생성 다항식은 $x^6 + x^5 + 1$ 이고 초기치는 모두 1이다. 역으로 동작되는 non-self-synchronizing derandomizer는 수신기에서 데이터를 복구 하는데 사용된다. 이 derandomizer는 Preamble검출 직후부터 동작한다.
주파수 영역	Region Dependent(10GHz 이상)
Carrier Suppression	>30dB
I/Q Amplitude Imbalance	<1dB
I/Q Phase Imbalance	<2.0 degrees

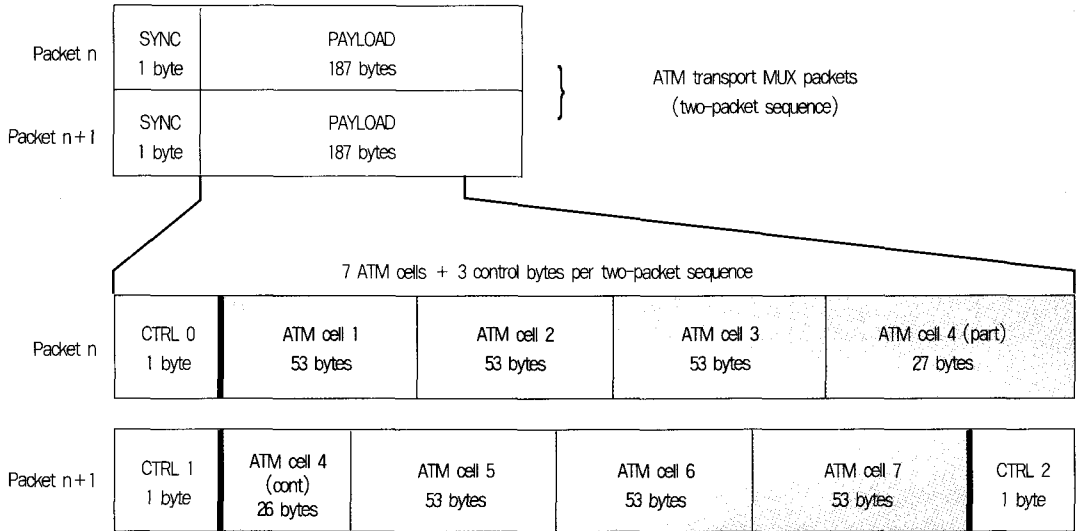
〈표 4〉 상향 신호의 물리적 인터페이스 사양

	DAVIC안
상향 주파수 대역	400~700MHz 송신기는 위 주파수 영역 전체에서 동작되어야 한다.
상향 신호 레벨	-40~-10dBm
Transmission mask(Rejection after burst transmission)	-30dB below the nominal level after the guard interval -40dB below the nominal level after a 10 packet length -50dB below the nominal level after a 100 packet length -60dB below the nominal level after a 1000 packet length
채널 간격	$N \times 100\text{kHz}$, $N \geq 9$
채널 대역폭	Grade A 1~2.5MHz Grade B 1~26MHz
주파수 해상도	$\leq 500\text{MHz}$
DC 전력	24~36Vdc, 가용전력>36W
Return Loss	$\geq 13\text{dB}$ (in-band)
임피던스	75 Ω
물리적 접속 규격	F-type female

전송프레임구조는 무선구간에서 ATM패킷을 전송할 수 있는 구조이어야 한다. ATM셀을 사용할 때의 하향 프레임 구조는 188byte의 길이

를 갖는 패킷을 사용한다. 이 패킷구조에는 동기화 페이로드가 있으며, 패킷구조를 보면 <그림 8>과 같다.

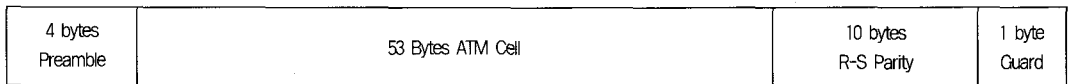
<그림 8> 하향 스트림의 경우 ATM셀의 �핑 구조



상향프레임구조는 ATM셀 구조의 형태에 Reed-Solomon Coding을 해주고 Preamble과

Guard Byte를 붙인 형태로서 <그림 9>와 같다. LMDS/LMCS의 하향은 넓은 주파수 대역폭

<그림 9> 상향 스트림의 경우 Time Slot 구조



이므로 주파수를 효율적으로 이용하기 위해 채널별로 주파수를 나누고 다음에 가변적인 가입자의 수의 변화에 대응하여 타임슬롯을 할당하는 TDM방식으로 데이터를 전송한다. 상향은 하향과 마찬가지로 채널별로 주파수를 나누고 TDM 프레임 주기와 같은 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식을 사용하여 데이터를 전송한다.

4. 무선ATM의 기술적 특성

ATM은 넓은 범위의 비트율을 지원하며, 비대칭적인 밴드폭 할당을 포함한 유연한 접속과 CBR, VBR, ABR, UBR과 같은 다양한 종류의 서비스를 지원하므로 ATM은 멀티미디어 서비스에 적합하다. <표 5>는 각 멀티미디어 서비스에 필요한 일반적인 비트율 및 서비스의 종류를

〈표 5〉 멀티미디어 서비스 종류 및 비트율

서비스	서비스의 종류	비트율
음성/Audio	CBR, 최소지연	8~256kbps
디지털 데이터	ABR/UBR, 최소에러	0.1~10Mbps
비디오 전화	CBR, 최소에러	64~384kbps
동영상	CBR/VBR, 최소지연	1.5~6Mbps

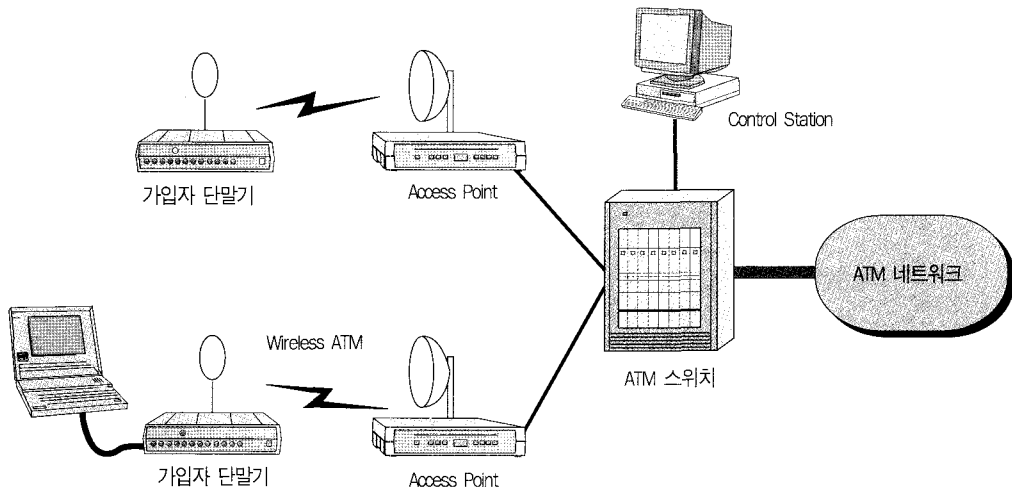
정의한 것이다.

ATM 네트워크가 지원하는 다양한 서비스 때문에 ATM기술은 공중기간망과 LAN 모두에 매개체로 뛰어난 네트워크 기술이 되었다. ATM 기간망은 시간에 민감한 음성통신과 데스크탑 멀티미디어 컨퍼런스로부터 Bursty Transaction 프로세스와 LAN Traffic까지 모든 종류의 서비스를 지원한다. ATM기간망을 무선

액세스망에 연결시킴으로써 고성능을 지니고 일관된 서비스 특성을 지니는 통합된 End-to-end 네트워크를 원하는 사용자나 가입자의 요구를 충족시킬 수 있다. 무선 ATM은 이동성의 장점을 ATM 네트워크의 이점에 첨가할 수 있다. 일반적인 무선 ATM 시스템은 〈그림 10〉와 같다.

광대역 무선 시스템에서 무선 ATM을 사용

〈그림 10〉 무선 ATM 시스템 구조



하여 전송할 때 고려하여야 할 점은 다음과 같다. 고속의 전송이 가능하여야 하며 소자 및 장비의 가격이 적절해야 한다. 또한 무선구간전송의 다중경로 페이딩에 의한 에러를 최소화 시켜 주어야 한다. 전송 속도를 크게 해주기 위해서는 대역폭이 커져야 하고 주파수는 높아야 한

다. 반면 가격이나 기술적인 면에서는 주파수가 낮을수록 이롭다. 이러한 점을 고려할 때 SHF(3~30GHz) 대역이 전송에 적절하다. 대량의 정보 전송시 저출력 장거리 구간에서 에러를 최소화시키기 위해서는 무선 링크를 강인하게 구성하여야 하며 이를 위해서는 가입자장치는

고지향성의 안테나가 필요하다. 고지향성을 사용하는 경우에는 이동성을 갖기 위해서 이동에 따라 안테나가 빔의 강도를 찾아 움직이는 Tracking 제어가 필요하게 된다. 또한 이동성을 보장하기 위해서는 사용자의 위치를 관리하여야 하며 셀간의 호전환을 지원하여야 한다. 그러므로 주파수 대역이 높아지면 이동성에는 큰 제약이 생긴다. 이러한 요소들은 이동성을 제한하는 요소로서 작용된다. 그러므로 20GHz대는 고정가입자용 광대역 서비스에 적합하며 LMDS, LMCS, 무선 LAN등이 이에 해당한다. 2GHz, 5GHz 등에서는 20GHz대에 비해서는 전송 용량이 적지만 이동성을 보장하는 시스템을 구현할 수 있는 장점이 있어 IMT-2000 시스템에서 채택하고 있다.

5. 무선ATM 연구활동 소개

5.1. 유럽의 무선 ATM연구

ACTS(Advanced Communications Technologies and Services) 프로그램은 EC(European Community)의 자금으로 행해지는 무선 ATM에 대한 연구 프로젝트이다. 유럽의 무선 ATM에 대한 연구는 ACTS에 집중되어있다. ACTS는 몇몇의 세부 프로젝트로 구성이 된다. 각각의 프로젝트는 어느 정도 겹치는 면도 있지만 각각의 특이한 사용 시나리오와 상이한 데이터 전송율과 이동성을 제공하는 조건하에서 연구되고 있다. 프로젝트간의 긴밀한 협조와 정보교환이 이루어지며 표준화 작업을 진행하고 있다.

• MEDIAN 프로젝트는 멀티미디어 응용서비스를 실제이용자에게 제공, 시험하기 위한 고속 무선 가입자 장치 LAN프로젝트이다. 60GHz

에서 155Mbps로 전송하며 Multicarrier 변조방식(OFDM)을 이용하여 전송 데이터 속도에 adaptive하게 전송한다. ATM셀을 투명하게 보냄으로써 ATM과 호환성을 유지한다. 응용서비스는 멀티미디어, 음성, 비디오 전송을 할 예정이며 프로젝트 결과는 ETSI(European Telecommunication Standards Institute)등에 기고되어 표준화를 추진할 예정이다.

• Magic WAND은 ATM망의 장점과 서비스등을 이동 이용자에게 확장하기 위한 무선 가입자망으로 개발되고 있으며, 5GHz대역에서 20Mbps 전송 속도를 목표로 개발중이다. Magic WAND는 기본적인 데이터 통신에서 멀티미디어 서비스까지 제공할 예정이다[7]. 이용자 시범을 거쳐서 ETSI에서 무선 ATM 접속기술로서 표준화를 추진할 예정이다.

• SAMBA(System for Advanced Mobile Broadband Applications)는 광대역 셀룰라 통신을 B-ISDN까지 확장하고자 하는 프로젝트이다. 40GHz 대역에서 데모시스템은 투명한 ATM접속과 셀룰라 환경에서 34Mbps까지의 Bearer Services를 제공하고자 한다. 잠정 응용서비스는 무선 TV와 의료등이다.

• AWACS(ATM Wireless Access Communication System)는 B-ISDN망의 공중무선접속망을 개발한다. 시스템은 19GHz대역에서 동작하여 34Mbps까지 지원하고 저속의 이동성을 위주로 개발한다. AWACS는 장래의 고정망과 이동망의 복합망 및 HIPERLAN(High Performance Radio Local Area Network) type4와 같은 새로운 규격을 주요 대상으로 한다. 결과는 ETSI-BRAN, ITU(International Telecommunication Union), ATM Forum, ARIB, TTC등에서 표준규격화에 반영될 예정이다.

- CRABS(Cellular Radio Access for Broadband Services) 셀룰라 시스템을 이용하여 광대역 서비스를 제공하고자 하는 프로젝트이다. MPEG, DVB, 호환 쌍방향 디지털 TV 및 멀티미디어 서비스를 제공할 예정이다. 시범시스템은 42GHz에서의 몇 개의 방송채널과 밀리미터파 대역에서의 역방향 채널을 제공한다. 초기에는 기존의 DECT와 GSM을 이용한 저속 역방향 채널을 제공할 예정이다. 2차개발시에는 ATM기술을 이용한 수 Mbps까지 가능한 역방향 채널을 제공할 예정이다.

- ATM Mobil은 독일정부에서 1996년 4월부터 자금을 지원해서 기업과 대학의 16개 기관이 참여한 4년간의 프로젝트이다. 프로젝트의 주목표는 ATM을 근간으로 한 인프라상에서 155Mbps까지 전송가능한 광대역 이동 멀티미디어 통신 시스템을 구현하는 것이다. ATM Mobile은 4개의 서브프로젝트로 구분되어 진행된다. 4개의 서브프로젝트는 아래와 같다.

- Broadband Cellular ATM Access : 20Mbps 까지 전송 가능한 셀룰라 ATM시스템
- Wireless ATM LAN : 기지국 장치 위주와 특별 WATM LAN장치를 통합한 시스템
- Integrated Broadband Mobile System : ATM을 기초로 한 저속, 고속 및 실내, 실외 무선시스템 구축
- ATM radio-in-the-Local-Loop

이 프로젝트의 결과는 ETSI와 ATM Forum에 반영되어 표준화될 예정이다.

- MobilAT는 고속전송을 위한 시스템 개발보다는 망 측면을 강조한 프로젝트이다.

MobilAT의 최종목표는 ATM 전송기술과 무

선가입자망을 함하여 다양한 데이터, 음성, 비디오 및 멀티미디어 서비스를 이동단말을 통하여 제공하고자 하는 것이다. 특이한 사항은 유무선 통신망의 상호 협조적인 공동연구 측면이다. MobilAT는 COBUCO 컨소시엄에 참여하였으며, COBUCO 컨소시엄은 유럽의 ACTS 프로젝트내의 Multirate/ Multimedia UMTE를 개발하고 있다.

- Lucent Technology사는 PLANTINUM을 구현하기 위해 WASP(Wireless ATM System for Plantinum)을 개발하고 있으며, 5.2GHz에서 25Mbps를 전송하고 2.4GHz에서 2Mbps의 역방향 전송을 하는 시스템이다. 시범장비는 155Mbps ATM 스위치와 하나의 기지국 그리고 두개의 이동국으로 이루어져있다.

5.2. 미국의 무선 ATM연구

- SWAN(Seamless Wireless ATM Network)은 Bell LAB의 프로젝트이다. 실내구간에서 무선접속과 멀티미디어 망을 통합하는 것이다. 현재로는 방만한 크기의 피코셀과 멀티미디어 단말장치로 구성되어있다. 무선 접속은 2.4GHz ISM-밴드에서 625kbps까지 전송가능한 FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum)이다. 시스템 시험은 TCP/IP 근간으로 한 멀티미디어 응용들, 가령 비디오 컨퍼런싱, 비디오, 오디오 전송을 보여주고 있다.

- BAHAMA(Broadband Adaptive Homing ATM Architecture)는 Bell LAB의 프로젝트이다. 초기에는 실내에서의 멀티미디어 서비스를 위한 무선 ATM망을 개발하였고 나중에는 실내이용을 실외 광대역 PCS 응용으로 확장하였다. 이동단말은 무선과 적외선을 이용하여

25Mbps까지 통신이 가능하다. DQRUMA (Distributed-Queuing Requested Multiple Access)라 불리는 무선접속방식을 개발하여 거의 최적인 Delay-throuput 성능을 얻을 수 있다.

- MII(Mobile Infromation Infrastructure)는 Bell LAB과 Sun Microsystems가 공동으로 수행하는 프로젝트이다. ATM LAN과 ATM스위치를 연동하여 단대단 ATM링크 및 단대단 Ethernet 접속을 제공한다. 이동단말간에 10Mbps전송이 가능하며 MAC프로토콜로서 DQRUMA를 이용한다.

- WATMnet은 멀티미디어 개인 통신을 위해 NEC USA에서 개발한 무선 ATM시스템 프로토타입이다. NEC Princeton에 있는 멀티미디어 테스트베드는 미디어서버, ATM스위치, 네트워크 중앙 멀티미디어 컴퓨터 하나씩과 두개의 WATMnet 기지국으로 구성된다. WATMnet 1.0과 WATMnet 1.5는 2.4GHz에서 8Mbit/s의 데이터 전송율을 보였다. WATMnet 2.0은 1998년 2/4분기에 5GHz대에서 25Mbit/s의 데이터 전송율을 목표로 개발되고 있다.

- RDRN(Rapidly Deployable Radio Networks)는 ARPA(Advanced Research Project Agency)의 ITO(Information Technology Office)에서 자금을 대 Kansas대학에서 수행되는 프로젝트이다. 이 프로젝트는 1994년 여름 중반에 시작되었으며 ARPA Global Mobile Information System과 연관되어 있다.

5.3. 아시아의 무선 ATM연구

- WARP는 무선 ATM가입자망 시스템으로서 싱가포르의 무선통신센터와 Errison Radio의 공통 프로젝트이다. 동작은 5GHz 대역에서 25

Mbps까지 전송 가능한 시스템이다. 다지점 비디오 분배와 비디오 컨퍼런스를 제공할 예정이다.

- 싱가포르의 국립과학기술원(NTSB: National Science and Technology Board)와 캐나다의 온타리오 주정부에서 자금을 공동 출자해 Toronto대학에서 Wireless LAN에 대한 연구를 하고 있다. 이 연구에서는 5GHz 주파수 대역에서 10Mbit/s의 전송율을 가지는 시스템을 목표로 하고 있다.

- AWA(ATM Wireless Access)는 NTT 프로젝트로서 멀티미디어 서비스에 적합한 광대역 무선가입자망에 대한 프로젝트이다[8]. ATM을 근간으로 하고 있으며 개인, 사무실, 공공망으로 사용된다. 프로토타입 시스템은 3~30GHz에서 동작하며 단방향으로 50Mbps까지 제공가능하며 가입자당 최대 12Mbps 제공이 가능하다. 다중경로 페이딩을 줄이기 위해서 지향성 안테나를 이용한다. 유럽의 ATCS내의 AWACS와 연계되어 있다.

- WAMAS(Wireless ATM Mbps Access System)은 한국통신에서 20GHz대역의 가입자 회선용 주파수 대역에서 동작할 초고속 무선 가입자망 시스템을 삼성전자와 공동으로 개발 중이다.

6. 무선 ATM에 대한 표준화 동향

6절에서처럼 무선 ATM에 대한 연구는 활발히 진행되고 있다. 무선 ATM에 대한 다수의 논문이 발표되고 있으며 RATM과 같은 무선 ATM 프로토타입도 Olivetti Research Lab에서 제시되었다. 하지만 무선ATM에 관한 표준화는 이루어지지 않았다. 사업적 관심을 가진 기업체

에는 주요 목표가 표준을 따르는 장비/시스템을 생산하는 것이다. 그러므로 1995년 10월에 무선 ATM에 대한 중요한 기반이 되는 작업이 이루어졌다. ETSI와 ATM Forum의 두개의 표준화 기구에 무선ATM에 관한 주제가 상정되었다.

현재 ATM의 물리적 계층을 지원하는 표준은 3곳이 있다. ANSI, CCITT/ITU-T와 ATM-

Forum이다. ETSI는 ATM에 상응하는 무선 멀티미디어에 대한 표준 항목을 다루기 시작한 첫번째 표준화 기관이다.

ETSI는 이미 HIPERLAN의 표준화에 관련했으며 무선 ATM 그룹은 새로운 무선ATM에 대한 연구를 시작했다. <표 6>는 ETSI의 무선멀티미디어에 대한 표준활동에 대한 초기의 계획을 나타내었다.

<표 6> ETSI의 초기 표준활동 계획

활동	날짜
표준화 활동 시작	1995년 10월
표준에 관한 초안	1997년 4월
STC(Sub-Technical Committee)의 승인	1997년 9월
TC(Technical Committee) 승인	1997년 12월

ATM Forum은 산업체의 강력한 참가와 지원 때문에 표준화에 있어서 매우 중요한 역할을 한다. ATM Forum에서는 유선 ATM에만 치중하다가 무선 ATM에 대한 첫번째 기고가 1995년 10월 호놀룰루에서 모토롤라에 의해 있었으며 그후 표준화 정립을 위한 많은 연구가 진행되었다. 1996년 8월부터는 무선 ATM에 관한 WG(Work Group)가 신설되어 관련 기술의 규격화 작업이 진행되고 있다. 이 무선 ATM WG의 목적은 다양한 범위의 무선 통신 액세스 시나리오에 대해 ATM기술을 적용하기 위해 관련 규격을 작성하는 것이다. 무선 ATM WG에서는 이동성 지원을 위한 'Mobil ATM' 과 무선 접속망을 위한 'Radio Sub-System'의 두 분야로 크게 나뉘어 표준화가 진행되고 있다. 무선 ATM WG는 1998년 2/4분기까지 각 분야별로 규격을 작성하고 이를 보완하여 1999년 1/4분기까지 최종규격을 작성할 계획이다. 무선 통신 서비스는 기존 셀룰러, 페이징 등의 다양한 서

비스가 제공되고 있으며 IMT-2000, UMTS등의 다양한 서비스의 표준화가 진행되고 있으므로 무선ATM WG는 이들과의 충분한 협의를 통한 합의된 규격을 도출하기 위해 노력하고 있다.

7. 결론

광대역 무선 가입자망은 멀티미디어 서비스를 실현하기 위한 ATM망으로부터 가입자까지를 무선의 링크를 사용하여 연결해주고자 하는 시스템이다. 광대역 무선 가입자망의 실현을 목표로 한 시스템으로는 미국의 LMDS와 캐나다의 LMCS등이 있다. 이들 LMDS/LMCS에 대한 한가지 표준으로서 DAVIC의 LMDS관련안이 있다. DAVIC에 제시되어 있는 LMDS/ LMCS 표준은 MPEG영상을 전송하기위한 무선ATM에 기반을 하고 있다. 또한 세계적인 무선 시스템의 동향을 고려할 때 광대역 무선 가입자망은 ATM 기반하에서 발전되리라고 예상된다.

Cellular, PCS, CT-2, IMT-2000 등 최대 수 Mbps까지의 통신채널을 이용하여, 음성통신 및 중저속 데이터 통신 서비스를 주대상으로 한 무선구간의 통신서비스와 비교하면, 무선 ATM 시스템은 음성, 데이터, 단방향 영상, 양방향 영상 등의 멀티미디어 서비스를 느리게는 수 Mbps에서 빠르게는 수백 Mbps까지 전송할 수 있는 통신채널을 이용하여 실내 및 실외 가입자를 주요 대상으로 한다. 무선 ATM기술은 넓은 지역의 이동성을 보장하는 현재의 이동 무선통신 사업이 그 주요 대상이 아니고, 특정지역의 제한된 이동성을 우선 위주로 하는 멀티미디어 서비스가 추가 되는 고정 무선통신으로서 이동 무선통신에 비하면 시설 투자비용을 적게하여 고수익 시장을 공략할 수 있는 수익성있는 차세대 통신 시장의 핵심기술 및 서비스로 등장하고 있다. 본 고에서는 이러한 추세에 맞추어 광대역 무선 가입자망의 표준화동향을 LMDS/LMCS/B-WLL/Wireless ATM 등 위주로 살펴보았다. 광대역 무선 가입자망의 표준화는 무선ATM의 표준화와 연동되어 진행되리라고 전망한다.

[참고문헌]

[1] P.J. Sinderbrand, R.D. Primosch, J.A. Burton, "A Regulatory Guide to the Local Multipoint Distribution Service", Proceeding of LMDS' 97, Washington, March 1997.
 [2] <http://www.vipconsult.com/lmcs1ghz.html>

'Canada Awards 1GHz LMCS Licenses'
 [3] 정보통신부 공고 제 1997-49호, '가입자회선(WLL)용 주파수 분배', 1997년 4월.
 [4] DAVIC 1.2 Specification Part 8, 'Lower Layer Protocols and Physical Interfaces', Digital Audio Visual Council, 1997.
 [5] 이재원, 이석호, 정한욱, '광대역 무선 가입자망(LMCS) 시스템 구현방안 연구', 정보통신연구 11권 제3호, 1997년 9월.
 [6] Martin Oelsner, Corrado Ciott, "Wireless ATM and Wireless LAN-An Overview of Reseach, Standards and Systems.", Acts Mobile Communications Summit, pp350~355, Denmark, October 7-10, 1997.
 [7] Juha Ala-Laurila, Geert Awater, "The Magic WAND-Wireless ATM Network Demonstrator System", Acts Mobile Communications Summit, pp356~362, Denmark, October 7-10, 1997.
 [8] Masahiro Umehira외 3인, "A proposal of an ATM wireless access system for tetherless multimedia services", Mobile Networks and Applications 1, pp335~347, 1996.
 [9] <http://ktpcx.kotel.co.kr/WATMnokia.html>, 'Wireless ATM Overview'
 [10] 구현철, 호광춘, 정한욱, "광대역 무선 가입자망(B-WLL)의 강우 감쇄를 고려한 전파 모델 연구", 정보통신학회지 12월호, 1997. 