

광대역 무선 가입자망(B-WLL)의 요소 기술 및 시스템 개발의 현황과 전망

이우용 · 김용진 · 장선균

한국전자통신연구원, 표준연구센터

Technical and Implementation Trends of Broadband Wireless Access Network

Woo-yong Lee · Yong-jin Kim · Sean-kun Jang

Protocol Engineering Center, Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail: {wylee, yjkim}@pec.etri.ac.kr

요 약

광대역 무선 가입자망(무선 CATV)은 유선에 비하여 상대적으로 저렴한 시설 비용, 유지보수의 용이성, 서비스의 신속한 제공 및 빠른 시설 투자 회수 등의 장점을 갖고 있다. 현재는 보급 초기 단계로, 70 개국에서 500만 이상의 가입자를 보유하고 있으며 빠른 성장률을 보이고 있다. 향후 양방향 디지털 시스템으로 발전, 멀티미디어 서비스로 발전할 가능성을 지니고 있는 새로운 전송미디어이다. 본 논문에서는 광대역 무선 가입자망의 핵심 기술을 살펴보고, 국제 (지역) 표준화 활동으로 미국과 캐나다 표준(안)을 기본으로 작성중인 DAVIC의 활동, 그리고 국내의 서비스 및 시스템 개발 현황과 전망 등을 살펴본다.

I. 서 론

무선 CATV는 케이블 TV 망에서 액세스제로 사용되는 유선 전송로를 무선으로 대체한 것으로 1983년 FCC (Federal Communications Commission)에서 ITFS (Instructional Television Fixed Service) TV 채널 중에서 8 개 채널을 MMDS (Microwave Multi-point Distribution Services)용으로 배정하면서 시작된 서비스이다. 유선 CATV에 비하여 상대적으로 저렴한 시설 비용, 유지보수의 용이성, 서비스의 신속한 제공 및 빠른 시설 투자 회수 등의 장점을 갖고 있다. 현재는 보급 초기 단계로, 70 개국에서 500만 이상의 가입자를 보유하고 있으며 빠른 성장률을 보이고 있다[1-2]. 향후 양방향 디지털 시스템으로 발전, 멀티미디어 서비스로 발전할 가능성을 지니고 있는 새로운 전송미디어이다. 무선 CATV방식이 초고속 무선 가입자 망의 하부구조로 사용되기 위해서는 다음과 같은 조건이 필요하다.

- ◇ 유선 CATV의 S/N비(40 dB)와 동등한 수준의 전송채널을 유지하여야 한다.
- ◇ 넓은 전송채널 용량을 제공하여야 한다.
- ◇ 양방향의 디지털 전송이 가능하여야 한다.
- ◇ 경제성을 갖추어야 한다.

이를 위해서 RF 기술 (무선 변복조 기술, 전력 증폭기, 주파수 발생기, 저 잡음 증폭기, 주파수

변환 mixer 등의 소자 기술, 신호 간섭 분석 등), 역방향 액세스 및 제어 기술, 고속 실시간 에러 정정 기술, 준밀리파 대 이용 기술, 무선망 설계 기술, 맥내에서의 배선 기술, 가입자 관리 기술, 표준화 기술 등의 핵심 기술의 개발이 필요하다.

II. 광대역 무선 가입자망의 개요

1. MMDS

MMDS는 2.5 GHz대 전후의 스펙트럼 상에서 100~500 MHz 대역을 이용하여 20~30 여 개의 NTSC/PAL 비디오 채널을 약 50 Km 반경 내의 구역에 서비스한다. 그러나 유희 주파수 자원의 제약으로 서비스 경쟁력의 지속적 장악과 시장 확산이 어렵기 때문에 장기적으로 유지 발전시키기에는 원천적인 한계가 있다. 기존의 유선케이블이 30~60개의 채널을, 위성케이블이 150~200 개의 디지털 방송 채널을 제공하고 있기 때문이다. MMDS가 보다 경쟁력을 확보하기 위해서는 채널 수의 확대를 위한 디지털 압축 기술과 변복조 기술을 이용해야 할 것이다. 현재 양방향 MMDS는 주문형 비디오와 같은 양방향 서비스를 지원하기 위하여 상향 채널은 유선망을 이용하고 있다.

MMDS는 2.5 GHz대의 비교적 낮은 주파수대를 사용함에도 불구하고 강우 지역이나 안개 지역의 서비스 중단이 발생할 만큼 기후조건에 민

감하며, 보안 및 신호감쇄 등의 문제가 완전히 해결되지 않고 있다. 하지만 MPEG-2와 스펙트럼 효율성을 위한 64-QAM 등의 변조 기법을 이용하여 고효율 디지털 시스템으로의 진화가 가능하고, ATM이나 STM망을 이용하여 헤드엔드로부터 무선 인터페이스를 갖는 전송노드로 방송 채널의 송신 혹은 양방향 송수신이 가능하다는 점에서 발전 전망을 가지고 있다[3].

2. LMDS

LMDS (Local Multi-point Distribution Services)는 광대역 무선 접속능력을 제공하기 위해 최근에 도입되고 있는 기술이다. MMDS의 단점인 주파수 대역폭을 보완하기 위하여 상위 대역인 28 GHz 대역으로 이동하여 운용되는 MMDS로부터 진화된 개념이다. 이 기술은 MMDS나 위성시스템과 달리, 방송채널 뿐 아니라 양방향 비디오, 고속데이터 및 전화 서비스를 제공한다. 28 GHz대 전후의 유휴 주파수 자원을 이용하여 약 5 Km 반경 내의 주거 가입자에게 양방향 직접 접속능력을 제공한다. 하지만 밀리파 대역에서 운용됨으로 인하여 LMDS에서는 LOS (Line Of Sight) 조건, 우천시 페이딩 채널 환경이 서비스 품질에 치명적인 영향을 미친다. 1 Km 반경내에서는 우천시 페이딩 채널 환경이 서비스 품질에 미치는 영향이 적으나 서비스 반경이 커지면 장애가 발생할 확률이 증가한다. 통신로의 열악함을 검출하여 송신처로의 feedback을 통해 송신 출력을 높이는 방안도 검토되지만, 동일 주파수를 재사용하는 셀 구조일 때는 셀간 신호간섭이 발생할 수 있다. 결론적으로 LMDS는 많은 장점을 가지고 있지만 대기의 영향, 가시거리 통신 등과 같은 실용화의 난제를 가지고 있다[4-7].

III. 국내외 서비스 및 시스템 개발 현황과 전망

1. 국외 서비스 및 시스템 개발 현황

1.1 미국

무선 CATV 가입자는 현재 총 CATV 가입자의 2.2%이나 2002년에는 약 5%로 성장하여, 400만 가입자 규모와 26억 달러의 시장으로 성장할 것으로 전망된다. 사업의 경쟁 구도도 지금의 유선 CATV와의 경쟁에서, 디지털 위성방송, 셀룰라, 통신사업자와의 경쟁 구도형태로 변화할 것으로 전망된다. (현재 서비스 요금 수준; 무선 CATV: 20 \$, 유선 CATV: 30 \$, DBS: 60 \$) [8-10].

'80년대부터 2.5 GHz 대역에서 MMDS를 이용해 아날로그 AM 방식으로 무선 CATV 서비스를 제공해 왔다. 기존 전화 회사인 Nynex 등은 유선 CATV 회사와의 경쟁 도구로 MMDS를 채택하여 서비스 중이다. NDN사는 Washington DC에서

MMDS를 인터넷 접속하여 하향으로 10~27 Mbps, 상향은 전화회선을 이용하는 서비스를 제공 중이다.

MMDS 기술을 디지털화하고 무선 CATV 서비스를 포함한 다양한 무선 멀티미디어 서비스를 광대역으로 제공하기 위해 LMDS 서비스가 출현하였고, 27.5~31.3 GHz의 주파수를 사용한다. LMDS 면허를 보유하고 있는 회사는 Cellular Vision USA사가 유일하다. '92년부터 Cellular Vision사가 Brighton Beach에서 상용화 시험을 진행 중이고, 디지털화, 양방향 서비스는 달라스에서 시범 운용 중이다. 현재 뉴욕 MSA (Metropolitan Statistical Area) 지역에서 49 개 채널의 가입자 TV 서비스와 고속 인터넷 서비스를 제공 중이다.

FCC는 미국 전역을 493 개 지역으로 분할하고 경쟁 입찰에 의거 각 지역에 2 개의 면허를 부여하기로 하고 '98년 2월에 입찰을 실시하였다. 각 지역당 2 개씩 493 개 지역의 총 986 개의 면허 중 864 개가 판매되었다. LMDS면허를 취득한 사업자 수는 총 104 개 업체이다.

시스템 개발 측면에서 볼 때, 미국에는 Stanford Telecom사를 중심으로 한 DAVIC 규격 기반과 Nortel사 중심의 Wireless ATM 규격 기반이 있다. Cellular Vision, TI (Texas Instrument), HP (Hewlett Packard) 등이 주도적 활동을 벌이고 있다. TI는 양방향 아날로그/디지털 겸용 시스템인 Multipoint System을 만들었는데 이 시스템은 방송, CATV, VOD, 고속 LAN/WAN 접속, 전화 등 광대역 및 협대역 무선 전송을 할 수 있고 현재 애들랜타의 Dunwoody에서 제한적인 시험 서비스를 하고 있다. HP는 디지털 LMDS 시스템을 구현하기 위해 여러 방식의 시스템 구조에 대한 연구를 진행하고 있고, 셀의 섹터화와 링크 버짓 및 용량에 관한 연구를 수행 중이며 전화, MPEG-TS, IP 기반 및 ATM 전송 계층에 대한 서비스 개발을 Stanford Telecom과 함께 진행 중이다[9].

1.2 캐나다

캐나다의 경우 25.35~28.35 GHz에서 3 GHz의 대역폭을 사용한다. 미국과 달리 '96년 주파수 분배를 위한 제안서를 요청하여 그 제안서의 평가를 통해 정부에서 업체를 선정하였다. '96년 10월 Cellular Vision Canada, MaxLink Communication, Rural Vision의 3 개 회사를 선정하였다. 전체 인구의 2/3을 점유하고 있는 66 개의 인구 밀집 지역과 127 개의 시골 지역으로 분할한 후 33 개의 인구 밀집 지역을 각각 Cellular Vision Canada와 MaxLink Communication사에 할당하였고 127 개의 시골 지역을 Rural Vision사에 할당하였다. 양방향 데이터, 비디오, 음성 전화 등 광범위한 서비스를 LMCS를 이용하여 일반 가정 또는 업무용 가입자에게 제공할 것으로 전망된다.

현재 TRL사와 Newbridge사가 27.35~28.35 GHz 대역에 대하여 LMCS를 개발 중이다. TRL사는 아날로그 방송시스템의 개발을 완료하여 마카오 및 브라질에서 데모를 실시하였다. 또한 TDMA 방식으로 디지털 양방향 시스템을 CRC사와 함께 개발 중이다. Newbridge사는 자사의 유선부분과 BNI사의 무선부분을 결합하여 방송 및 통신이 가능한 장비를 개발 중이다. MaxLink Communication사는 인터넷, 디지털 비디오, 음성 전화 등을 기본 서비스로 하여 '98년 하반기에 상용 서비스를 개시할 계획이다 [11-12].

1.3 유럽

유럽에서는 2.5 GHz대, 3 GHz대의 MMDS 주파수와 40 GHz대의 MVDS (Microwave Video Distribution System)의 서비스를 제공할 계획이다. ACTS내에서 DIMMP (Digital Microwave Multipoint Multichannel Propagation)에서 연구를 추진 중이다. 상향 채널로는 DECT, GSM, 전화선을 이용하는 방법과 영상 정보의 low bit rate 전송도 검토되고 있다.

영국의 경우 40.5~42.5 GHz대의 주파수를 광대역 무선 서비스용으로 할당하였다. '96년 말 스위스 텔레콤이 다채널 TV 전송용으로 단 방향 아날로그 MVDS 서비스를 개시하였다. 이탈리아, 영국 등은 시험 중이며 프랑스, 독일, 그리스, 노르웨이 등도 '98년 내에 시험 서비스를 할 계획이다.

현재 디지털 방식의 MVDS가 유럽국가에서 개발 중이며 단 방향 디지털 MVDS의 경우는 '96년 말에 Marconi사와 필립스가 개발하여 현재 시험 중이다. 양방향 디지털 MVDS 시스템은 현재 개발 중이며 시제품은 '98년 말에 선보일 것으로 예상된다. 양방향 MVDS의 가정용 서비스로는 TV, VOD, 교육, 홈쇼핑, 홈뱅킹, 보안, 인터넷 접속 등이 가능하며, 소규모 사업용으로는 고속 인터넷, 전화, E1급 전용회선 서비스 등이 가능하다 [11-12].

1.4 기타

홍콩에서는 12 GHz대에서 서비스 중이며, 광기반의 Infra와의 연계를 고려 중이다. 호주는 MMDS의 서비스가 상용 중에 있으며, LMDS의 도입도 검토 중이다. 일본의 경우 NTT에서 Wireless ATM 기반의 AWA (ATM Wireless Access)를 개발하여 25 GHz대에서 TDMA 방식으로 6-25 Mbps속도를 제공하며 저속의 이동속도를 지원한다. 시리아, 레바논 등에서는 홍콩의 12 GHz대 시스템이 서비스에 있으며, 사막 등의 광범위한 특성을 고려한 FM, AM 변조 방식을 선택하여 사용 중이다. 루마니아, 태국, 에쿠아도르, 남아프리카 공화국 등에서도 무선 CATV를 사용 중이다. MMDS는 67 개국, 300 업체, 450만 가입자를 갖고 있으며, LMDS는 미국, 베네수엘라, 인도 등에서 제공 중이다. 러시아는 1997년 6

월까지 Moscow와 St. Petersburg에서 상용 서비스를 개시하고, 이후 서비스 지역을 계속 확대하여 단기적으로는 모두 1,600만 인구를 서비스할 계획이다. [자료: ITC's East European & former Soviet Telecom Report, 1997. 2.]

2. 국내 서비스 현황

국내에서는 정보통신부 공고 제 1997-49호에서 공고한 가입자 회선용 주파수인 24.35~24.75 GHz 및 25.5~27.5 GHz를 이용하는 광대역 양방향 고정 무선 통신망으로 정의된다. 음성 전화, 고속 데이터, 통신 및 방송형 영상 서비스 등의 서비스를 제공한다.

한국통신은 '98년 상반기 중에 ATM 기반의 시험 시스템을 구축할 예정이며 최근 TTA 주관의 광대역 무선 가입자망의 표준화 활동에 적극적으로 참여하고 있다. RF는 캐나다 TRL사와 공동개발 중이며 MAC은 삼성전자와 함께 DAVIC에 기초한 TDMA 방식을 이용하여 개발 중이다. MODEM은 Satellite Modem 개량형으로 25 Mbps급을 사용한다.

하나로 통신은 상용 시스템 개발에 착수하여 2000년부터 전화, 고속 데이터, 비디오 등의 상용 서비스 계획을 추진 중이다.

SK 텔레콤은 아날로그 무선 CATV 시스템을 개발하였으며 '97년 7월에 사업권을 획득하였다. 26 GHz LMDS 디지털 전송기술 개발 ('98~'99) 국책과제를 수행 중인데 한국 LMDS 주파수 대역에 적합한 MMIC개발과 LMDS 디지털 전송시스템 실험 시제품 개발을 목표로 하고 있다. 초기 시장 진입을 위한 가입자 수신장비의 저가화를 목표로 핵심 RF부품의 MMIC화와 다기능 광대역 모듈 개발 중이다.

해태 텔레콤에서는 Militech의 RF 장비와 Stanford Telecom의 디지털 장비를 활용하여 '97년 7월 시연회를 가졌다. 삼양 텔레콤에서는 HP, Stanford Telecom 등의 장비를 구매하여 시연회를 추진 중이다.

데이콤은 '97년 5월 디지털 무선 CATV 시스템을 개발하였고 '97년 7월에 무선 CATV 사업자로 선정되었으며 BOSCH/기통전자와 기술 제휴 중이다. '98년 4월에는 데이콤, 기통전자가 공동 개발한 양방향 디지털 광대역 무선 가입자망 개발 시연회를 가졌으며 음성 전화, 화상 전화, 인터넷 접속, VOD 등 다양한 서비스를 제공하는 실험국 시스템을 운용 중이다 [11].

3. 광대역 무선시장 전망

광대역 무선서비스 가입자 수는 2005년에는 4천만에 이를 것으로 예측되고 있다[13]. 이에 따라 12억 달러의 현재의 시장 규모가 2005년에는 160억 달러로 확대될 것으로 기대된다. 2005년의

부문별 가입자 전망을 보면, 이용자 형태에 있어서는 가정용이 전체의 80 %인 3,110 가입자에 이르고, 트래픽 형태에 있어서는 62 Kbps 이상의 데이터용이 전체의 50 %인 약 2천만 가입자에 이르며, 지역별 형태에 있어서는 아시아 지역이 전체의 37 %인 1,451만 가입자에 이를 것으로 전망된다. [자료: Broadband Wireless Market Strategies (Ovum), 1997.]

IV. 광대역 무선 가입자망 기술 현황

1. 시스템 요구사항

구분	특징
서비스 종류	음성, 데이터, 동영상
주파수 대역	24-28 GHz
전송방식	디지털 방식
데이터 속도	64 Kbps 이상
가입자 장치 형태	다채널 동시 사용
채널 폭 형태	DBA, FBA
채널 할당 방식	요구할당, 고정할당

2. 요소 기술

광대역 무선 가입자망을 통한 서비스는 무선 전송기술과 멀티미디어 기술이 결합된 무선 멀티미디어 기술이 될 것이며 이러한 기술에는 밀리미터파 시스템의 성능과 용량에 영향을 주는 직접 기술 (출력 증폭기, 주파수 변환기, 저 잡음 증폭기, 믹서 등 RF회로 기술)과 시스템의 성능에 간접적으로 영향을 주는 간접 기술 (MPEG, 에러 교정 코드, 다중 접속 프로토콜, 비디오 압축 기술 등)이 있다 [3].

밀리파 MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit) 기술: 밀리파 소자의 소형화, 경량화, 대량 생산을 통한 밀리파의 보편화를 위해 저 잡음 증폭기, 주파수 변환기, 전력 증폭기, 발진기 등의 MMIC화를 추진하고 순차적으로 고집적화하는 것이 필요하다.

안테나 기술: 밀리파용 안테나는 개구면 안테나, 평면 안테나, 집적화 안테나 등이 있다.

영상 처리 기술:

- ◇ 정보를 가공처리 편집하는 미디어 기술.
- ◇ 음성, 문자, 영상 정보를 압축/복원하는 기술: 현재 압축기술로는 JPEG와 MPEG가 있으며, TV 수준의 동영상 전송에 요구되는 MPEG-2가 보편화될 것으로 보인다.
- ◇ 압축된 광대역 정보의 전송과 교환기술: 영상

신호 전송을 위한 차세대 무선전송망은 멀티미디어에 부응할 수 있는 ATM망이 될 것이다.

무선 접속 기술:

- ◇ 광대역 고속데이터 전송을 위한 시스템의 무선 접속방식으로는 TDMA 방식이 가장 많이 개발되고 있으며 FDMA 방식을 변형한 DFDMA 방식도 개발되고 있다.
- ◇ CDMA 방식의 안정적인 무선자원 할당 특성을 이용하기 위한 다중코드 할당방식, 다중캐리어 전송방식 기술
- ◇ 하나의 가입자 단말기로 여러 가지 속도의 데이터 전송이 가능하도록 하는 채널의 동적 대역폭 할당 기술 (DBA: Dynamic Bandwidth Allocation)

밀리미터파 무선 전송기술: 밀리미터파의 무선 구간에는 회절 손실이 크므로 반드시 LOS가 요구된다. 이를 극복하기 위해 무선 Zone을 중복시키거나 반사판을 이용하는 방법을 이용하며, 현재 많은 제품들이 개발 및 상용화되고 있다.

V. 국내외 표준화 현황

국내에서는 '97년 24.35~27.50 GHz (하향: 2 GHz, 상향: 500 MHz)의 무선 가입자 회선용 주파수가 공고되었다. 현재 TTA 주관의 고정무선연구위원회를 중심으로 표준화 대상, 서비스 등 표준화 추진을 위한 연구 활동을 진행 중이다.

DAVIC에서는 '95년 12월의 1.0 규격 이후 현재 버전 1.3까지 발표하였다[14]. 광대역 무선 가입자망과 관련하여 유일하게 구체적인 표준을 제시해 오고 있다. 특히 디지털 양방향 무선 CATV에 대하여 표준화를 추진하여 1996년 9월에 Version 1.1을 작성한 이후 계속 보완해 왔다. LMDS/LMCS에 대한 표준은 미국의 Stanford 텔레콤, Newbridge 등이 주도하여 TDMA 기술과 ATM 기술 기반의 규격을 개발하여 DAVIC에 제안하였다.

DAVIC에서는 10 GHz 전송 주파수를 경계로 하여 10 GHz 이하인 경우를 MMDS, 10 GHz 이상인 경우를 LMDS (Low power Multi-point Distribution Services)라 정의하고 있다. 하향 TDM, 상향 TDMA의 다중접속 방식 및 하향, 상향 프레임 구조, MAC 프로토콜에 대하여 언급하고 있다.

<표 1> MMDS와 LMDS의 비교.

구분	MMDS	LMDS
주파수대	2.5-2.7 GHz	28 GHz (유럽은 40 GHz)
대역폭/채널 수/채널간격	하향: 200 MHz/ 33채널/6 MHz (유럽은 8 MHz)	하향: 1-3 GHz/ 100채널/ 20 MHz 상향: 200 MHz
주파수대	2.5-2.7 GHz	28 GHz (유럽은 40 GHz)
서비스 반경	최대 50 Km	최대 5 Km
전송모드	단방향	양방향
주요 특징	교육용 방송 채널이 발전한 소규모 지역방송	- 셀구조에 적합 - 양방향 무선 멀티미디어 서비스를 지향
전송방식	하향: 16/64/256 QAM, TCM 사용 RS/컨벌루션 코드	하향: 16/64/256 QAM, TCM 또는 QPSK 사용 상향 :DQPSK, TDMA RS/컨벌루션 코드

VI. DAVIC의 표준화 기술

DAVIC 1.3에서 규정하고 있는 내용은 다음과 같다 [6, 14].

1. 하향 LMDS

1.1 인코딩과 디코딩 과정

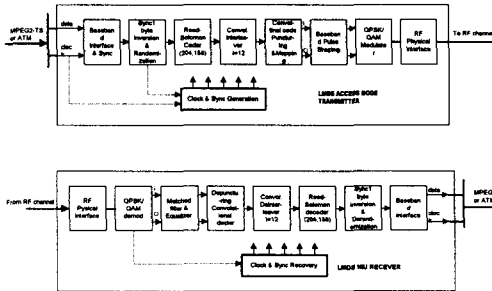


그림 1. LMDS 트랜시버의 개념도.

- ◇ Baseband interfacing & Sync: 자료 구조를 신호원의 형태로 변환.
- ◇ Sync 1 inversion & randomization: MPEG-2 프레임 구조로 동기 1 바이트를 반전시키고, 데이터의 다량 손실을 방지하기 위해 데이터 스트림을 랜덤화시킨다.
- ◇ Reed-Solomon (RS) coder: 에러방지 패킷을 생성하기 위해 랜덤화된 전송 패킷에 단축된

RS 코드를 적용.

- ◇ Convolutional interleaver: 에러방지 패킷에 대하여 $I = 12 / M = 17$ 을 갖는 convolution interleaving을 수행.
- ◇ Convolutional coder: QPSK에만 적용.
- ◇ Baseband shaping: 차등 부호화된 m-tuple을 I와 Q신호로 매핑시키고, QPSK 변조 전에 I와 Q 신호에 square-root raised cosine 필터링을 행함.
- ◇ Modulation: QPSK 변조 또는 16-QAM.
- ◇ LMDS 수신기: 베이스밴드 신호를 재생하기 위해 역으로 실행.

1.2 MPEG-2 스트림 전송을 위한 프레임구조

데이터 전송방식은 ATM 셀 전달 방식과 MPEG-2 transport streams 방식을 사용한다. DAVIC의 무선 전송방식은 TDM/TDMA방식으로 하향은 MPEG-2 비디오 전송과 ATM 전송을, 상향은 ATM 전송을 사용한다. 하향 데이터 전송 패킷은 기존 디지털 방송 시스템과의 호환을 위하여 그림과 같이 1 개의 동기 바이트와 187 개의 데이터 바이트로 구성된 후 여기에 RS 순방향 에러 정정 코드가 추가되어 204 바이트로 재구성된다. RS 코드는 8 비트의 오류를 정정할 수 있다.

SYNC 1 바이트	187 바이트	RS (204,188)
---------------	---------	--------------

그림 2. MMDS, LMDS의 MPEG2 전송 패킷 구조.

응용서비스가 MPEG-2 비디오 전송인 경우에는 서비스 식별, 스크램블링과 제어 정보를 갖는 3 바이트의 헤더와 184 개의 MPEG-2 데이터 비트로 구성된다.

1.3 ATM 셀 전송을 위한 프레임 구조

ATM 전송의 경우에는 187이 53의 배수가 아니기 때문에 그림과 같이 7 개의 ATM 셀과 3 개의 제어 바이트(셀 안의 에러 포함 여부, 전송 우선 순위 등의 정보)로 구성된다.

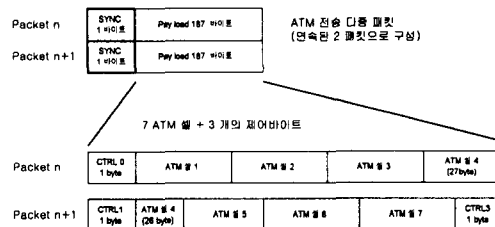


그림 3. MMDS, LMDS의 ATM 셀 전송 구조.

2. 상향 LMDS

2.1 Transmission Convergence Layer

상향 전송 패킷의 구성은 그림과 같이 53 바이트의 셀과 RS 에러 정정 부호 및 1 바이트의 Guard time으로 구성된다.

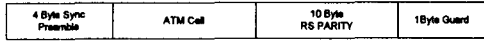


그림 4. 상향 전송 패킷의 구성.

2.2 Physical Medium Dependent Sublayer

상향 ATM 셀들은 spectral shaping을 위해 랜덤화된다. 랜덤화된 ATM 셀들은 RS 코드에 의해 인코딩된다. 여기에 4 바이트의 sync preamble이 추가되고, 변조된 후 지정된 타임 슬롯을 통해 전송된다.

- ◇ Randomization: 무선구간 전송을 위한 형식으로 랜덤화한다.
- ◇ RS Code: 순방향 에러 정정을 위해 8 비트 코드 심볼을 갖는 RS 코드에 의해 부호화한다.
- ◇ IQ Modulator: ATM 셀에 4 바이트 동기 프리엠블 추가, 부호화된 패킷을 DQPSK 변조를 위해 I/Q 베이스밴드 펄스로 매핑시킨다.
- ◇ Baseband pulse shaping: $a = 0.30$ 의 초과 대역폭을 갖는 root-raised cosine 필터링.
- ◇ 패킷 데이터를 할당된 슬롯으로 상향 스트림의 IF 파형으로 변조한다.
- ◇ 수신기는 신호를 받아들여 변조 과정에서 수행한 기능을 역으로 행하여 신호를 복조한다.

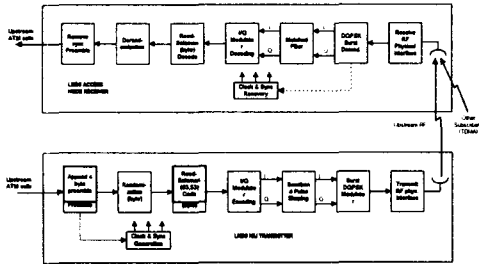


그림 5. 상향 자료 흐름.

3. 전송방식

하향은 채널별로 주파수를 분할하고 가입자 수의 변화에 대응하여 타임슬롯을 할당하는 TDM 방식을 사용하고 상향은 TDMA 방식을 사용한다.

4. MAC

LMDS 시스템의 MAC 프로토콜은 기지국 장치

와 가입자 장치의 통신 채널을 설정하고 유지, 보수하는 절차 및 사용되는 메시지에 대해 정의된다. 각 가입자 장치별 사용할 주파수 대역을 기지국 장치가 지정하게 되고 가입자 장치는 할당된 주파수 대역에서의 프레임상의 채널 할당 내용을 기지국 장치로부터 확정받아 사용하게 된다. 상향 스트림과 상향 스트림 모두 ATM 전송기반에 따르며 각 프레임은 ATM 셀을 전송할 수 있는 타임슬롯으로 나누어진다. LMCS-MAC 메시지는 ATM 계층에 포함되어 전송된다. ATM 전송시의 하향과 상향의 MAC 프로토콜 스택은 다음 그림 6, 7과 같다.

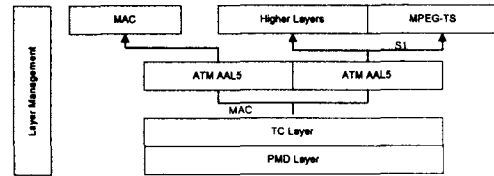


그림 6. 하향 MAC 프로토콜 참조 모델.

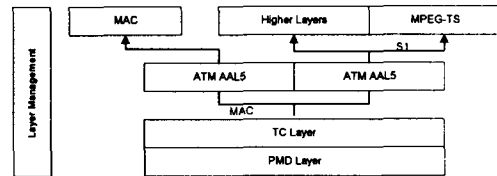


그림 7. 상향 MAC 프로토콜 참조 모델.

하향 프레임의 타임 슬롯은 프레임 시작 슬롯과 랜덤 액세스 슬롯으로 나누어진다. 프레임 시작 슬롯은 기지국 장치로 하여금 동기를 맞추게 하는 역할을 한다. 또 랜덤 액세스 슬롯은 OAM 셀 또는 AAL5 데이터 등을 가입자 장치로 전송하는 데 사용된다.

상향 프레임의 타임 슬롯은 폴링 응답 슬롯, 컨텐션 슬롯, 시간 예약 슬롯으로 구분된다. 폴링 응답 슬롯은 LMDS-MAC 메시지 전달에 사용되고, 컨텐션 슬롯은 LMDS-MAC 메시지 혹은 상위 메시지 전달에 사용되며 시간예약 슬롯은 상위 메시지 전달에 사용된다. DAVIC이 제안하고 있는 MAC은 IEEE 802.11 무선 LAN의 DFWMAC (Distribution Foundation Wireless MAC)과 유사한 슈퍼 프레임 구조를 갖는다. 그림과 같이 슈퍼 프레임 구조는 무선 공유 채널을 확보하는 방법에 따라, 사전 예약에 의한 contention free 및 예약 구간과 경쟁에 의한 contention 구간으로 나눌 수 있다. 음성과 같은 시간 의존적 서비스는 contention free 구간을 이용하고, 데이터 전송과 같은 비실시간 서비스는 contention 구간을 이용하게 된다.

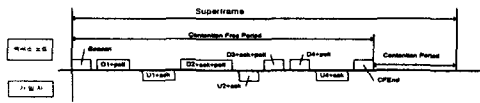


그림 8. 슈퍼 프레임의 구성.

VII. 결론

현재 밀리미터파에 대한 RF처리 기술, 디지털 변복조 기술, 데이터 압축/코딩 기술의 발달로 인하여 광대역 무선가입자망 기술은 활발히 연구 개발되고 있다. 하지만 밀리미터파대의 무선기술 부족과 RF관련 핵심부품기술의 낙후 등의 문제점으로 인하여 장비의 국내 자체 개발에 어려움이 있다. 기저대역 신호처리, 시스템 구성, 연동 기반 기술, 밀리미터 대역 핵심소자 및 부품 설계, 밀리미터파의 전파환경 연구, 디지털변복조기술, 무선접속기술, 고주파증폭기술, ATM 접속 프로토콜 및 셀 시스템기술, 디지털 셋탑박스, 안테나 등의 관련 핵심부품기술의 빠른 확보가 필요한 실정이다. 또한 고속 인터넷, VOD, 전화 등의 응용서비스 개발과 Coverage, 셀 간 간섭, Intermodulation, Capacity등 시스템 engineering 이 필요하다.

VII. 참고문헌

- [1] L. M. Correia and R. Prasad, "An overview of wireless broadband communications," *IEEE Communications Magazine*, Jan. 1997.
- [2] W. Honcharenko, J. P. Kruys, D. Y. Lee, and N. J. Shah, "Broadband wireless access," *IEEE Communications Magazine*, Jan. 1997.
- [3] 구현철, 이석호, 정한욱, "광대역 무선 가입자망 (B-WLL)," *정보통신기술*, 제12권 제1호, pp. 36-52, 1998.
- [4] 박관중, "WLL 기술 동향," *한국통신학회지*, 제14권 제12호, pp. 1499-1512, 1997.
- [5] 손성찬, 오경택, 박지민, "광대역 무선 가입자망 현황과 발전방향," *전파진흥*, 97년 4월호, pp. 21-37, 1997.
- [6] 이재원, 이석호, 정한욱, "광대역 무선 가입자망 (LMCS) 시스템 구현방안 연구," *정보통신연구*, 제11권 제3호, pp. 39-46, 1997.
- [7] 정해원, 조성준, 김재근, "초고속 무선 가입자 액세스망의 구성," *한국통신학회지*, 제13권 제12호, pp. 1421-1436, 1996.
- [8] 가입자분야 초고속정보통신 기술개발 연구기획에 관한 연구, 정보통신연구관리단, 1996.

- [9] 정보통신망 고도화 추진계획 초고속 국가망 2단계 사업계획, 정보통신부, 1997.
- [10] 초고속망 관련장비 수급전망 및 대책, 정보통신부, 1998.
- [11] 한운영, 황현철, 박벽렬, "무선 가입자망 기술," *정보처리*, 제5권 제3호, pp. 2-13, 1998.
- [12] 한운영, "Broadband WLL," *한국통신학회지*, 제15권 제2호, pp. 1760-1770, 1998.
- [13] P. Trotter and A. May, "Wireless local loop market strategies," *Ovum Ltd*, 1996.
- [14] DAVIC 1.3 Specification Part 8, Nov. 1997.