

# HFC 기반 가입자 전달망 기술

한양대학교 조성민, 박승권

## 목 차

### I. 서론

### II. 디지털 케이블 망

### III. 디지털 케이블 망의 시스템 표준

### IV. 기가급 케이블 시스템 기술 개발 동향

### V. IT 신성장 동력원으로써 기가급 케이블 시스템

### VI. 결론

## I. 서론

지금까지 방송 및 통신분야에서 다양한 종류의 유/무선 서비스 개념과 기술들이 개발되어 많은 종류의 서비스가 공존하고 있으며 현재는 음성/데이터, 유/무선, 방송/통신 등 다양한 서비스 간의 통합이 이뤄지고 있다. 콘텐츠의 디지털화로 인하여 서로 다른 매체간의 경계가 무너지고 융합화 및 복합화 되는 것이 필연으로 받아들여지고 있으며 복합적인 기능을 수행할 수 있는 단말기의 개발로 인하여 통신 서비스의 질이 고도화되어 새로운 서비스에 대한 요구가 생겨나고 있다.

차세대 통합 네트워크인 광대역 통합망(BcN : Broadband convergence Network) 구축은 초고속통신망 구축 사업을 통해 확보한 세계적인 정보인프라를 한단계 업그레이드 시켜 정보통신 선도국가

로 진입할 수 있는 도약대로 활용하겠다는 비전을 담고 있다. 또한 향후 예상되는 방송/통신 융합 현상등 새로운 정보기술 패러다임 전개에 능동적으로 대응하고 IT 신성장 동력등 국가 전략 산업 발전을 촉진할 핵심 인프라로 활용된다는 점에서 향후 국내 IT 산업의 경쟁력을 좌우할 중대한 사업으로 꼽히고 있다. 이러한 새로운 서비스 패러다임의 출현으로 사용자와 광대역 통합망을 연결하기 위한 유선 가입자망의 개발은 방송/통신 융합을 위한 핵심 기술 요소가 되고 있다. 현재 광대역 통합망의 유선 가입자 망으로 FTTH, xDSL, 케이블 방송망 등이 거론되고 있으며, 케이블 방송만은 FTTH나 xDSL에 비해 경제적 또는 기술적인 측면에서 우수한 성능을 나타내기 때문에 광대역 통합망의 가입자망으로 주목 받고 있다.

미래의 방송/통신 융합 서비스는 방송과 통신이 별개로 제공되는 서비스가 아닌 가입자가 참여하는 양

방향 방송 서비스, 초고속 인터넷 서비스, 실시간 VoD 서비스, T-Commerce 등 다양한 서비스가 통합된 형태가 될 것이다. 하지만 이미 많은 가입자를 보유하고 있는 매체의 특성상 광대역과 방송/통신 융합에 가장 적합한 케이블 방송망은 광대역 통합망으로서의 데이터 전송 용량에 한계가 있다. 따라서 경제적이고 효율적으로 초고속 광대역 방송/통신 융합 서비스의 조기 실현을 위해서 케이블 방송망 망을 기반으로 하는 차세대 기가급 케이블 송수신시스템 개발이 요구되고 있다.

본 고에서는 전반적인 케이블 방송망에 대하여 알아보고, 디지털 케이블 방송 기술 동향과 기가급 케이블 시스템 기술 산업 및 기술 동향을 분석하고 관련 기술을 소개해 보고자 한다.

## II. 디지털 케이블 망

### 1. 국내 케이블 방송 현황

케이블 방송망은 TV신호를 동축(Coaxial) 또는 HFC(Hybrid Fiber Coax)를 통해 헤드엔드(Head-End: 집중국)으로부터 개별가구에 전송 및 분배를 하는 형태의 시스템이다.

케이블 방송망을 통한 국내 유선 방송은 1960년대 초반에 지상파 방송의 난시청 해소를 위해 '중계 유선방송'이라는 이름으로 도입되어, 수신된 공중파를 가입자에게 분배하는 간단한 재송신만 담당하였다. 이후 중계유선방송과 대비된 개념으로서 신규로 도입된 유선방송을 '종합유선방송'으로 명명하고 1991년에 종합 유선 방송법을 제정하였다. 1993년에는 프로그램 공급자(PP : Program Provider)에 대한 1차 허가 및 전송사업자(NO : Network Operator) 지정에 이어 1994년 종합유선방송국

(SO : System Operator)을 허가 하였다. 이후 1995년 1월에 시험 방송을 거쳐 같은 해 3월 1일 본 방송이 시작되고 5월 1일에 유료방송이 개시 되었다.

케이블 방송망은 난시청 해소를 위한 수단으로 처음 도입된 이후 독립적인 방송매체로 발전하였고, 현재는 멀티미디어 통신매체로서 그 역할을 하고 있다. 단순 동축 케이블로 시작하여 현재는 광케이블과 동축케이블이 혼합된 형태인 HFC 망으로 발전하여 유지비용 및 설치비용을 줄이면서 대역폭과 신호의 품질 및 신뢰성을 향상시켰다.

이러한 케이블 방송망은 양방향성(Interactive)의 성질을 가지고 있어 대화형 서비스에 적합하여 이미 1996년 국내 케이블 방송망의 디지털 신호전송 성능 평가를 통하여 고속의 양방향 통신에 적합하다는 평가가 이루어진 후[참고], 1998년에 이르러 본격적인 상용서비스를 시작하였다. 이처럼 케이블모뎀을 도입함으로써 케이블 방송망은 방송용 망에서 방송/통신 통합망으로 발전하였다.

HFC망 구축현황을 살펴보면 2004년 말 현재 전국 1,698만 가구 중 90.8%인 1,542만 가구에 HFC 망이 설치되어 있으며(홈패스율), 약 80%인 1,233만 가구에 750MHz이상의 전송망이 구축되어 있다. 현재 119개의 종합유선 방송국과 800여 개의 중계유선방송국이 전국 가입자를 대상으로 유선방송을 송출하고 있다.

케이블 방송망을 이용한 서비스의 현황을 살펴보면 2004년 말 국내의 HFC망을 이용한 케이블TV 가입자는 전체대상가구의 74.2%인 12,906천 가구이며, 케이블모뎀을 이용한 인터넷가입자는 전체 인터넷 가입자의 35%인 약 428만 가입자를 확보하고 있다.

1999년부터는 디지털 케이블 TV 방송의 도입이 적극 논의되기 시작하였고, 정보통신부의 주도로 디지털 케이블 TV에 대한 포괄적인 연구 및 검토를 마

친 후 공청회를 통하여, 2001년 4월 국내 디지털 유선방송 표준으로서 미국방식인 오픈케이블(OpenCable) 방식을 도입하기로 결정하고 방송/통신의 융합 형태 서비스인 디지털대화형방송이 적극 추진되고 있으며, 매체의 특성상 대화용방송의 가장 적합한 망으로 거론되고 있다.

## 2. 케이블 망의 구조

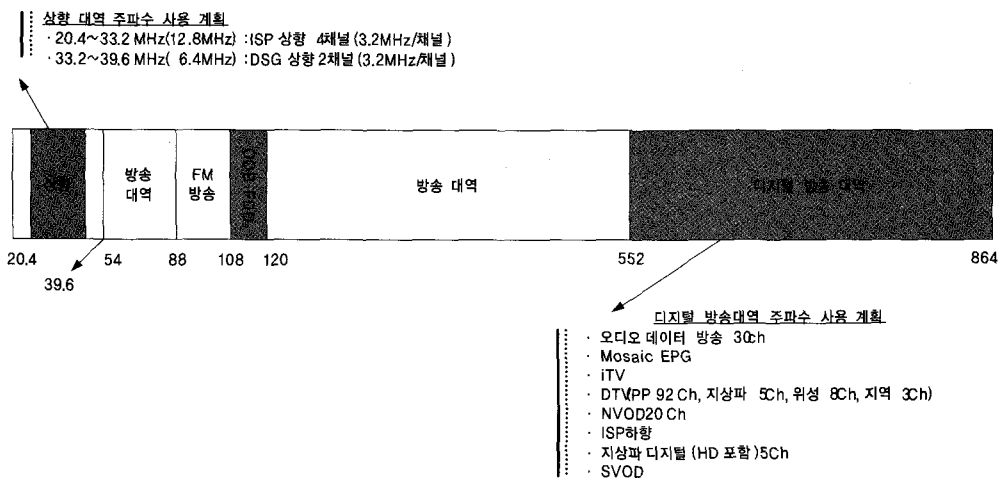
케이블 방송 망은 성형구조를 갖는 광케이블망과 수지형 구조의 동축케이블 망의 혼합된 형태이다. 디지털 혹은 아날로그 신호를 헤드엔드로부터 광송수신기(ONU: Optical Fiber Network Unit)까지는 광케이블을 이용하여 전송하고 FTTC(Fiber To The Curb) 형태의 망구조를 가지고 있다. 광송수신기는 수신한 광신호를 전기신호로 바꾸어 동축케이블을 이용하여 각각의 가입자까지 전송하게 된다.

상대적으로 하향대역폭에 비하여 상향대역폭이 좁은 관계로 셀이란 개념을 도입하여 하나의 ONU로부터 분기되어 나오는 가입자들을 하나의 셀로 구분

하고 있으며, 간편한 셀분할과 업그레이드를 통하여 전송속도 향상이 용이하여 경제적으로 적기에 서비스의 제공이 가능하다. 기존의 인프라를 이용하여 디지털방송 및 인터넷이 바로 수용이 가능하므로, 미래 서비스 수요 대비 가장 경제적인 매체이다.

현재 국내 케이블 방송망의 주파수는 상향이 5MHz~42MHz, 하향이 54MHz~750MHz로 운용되고 있으며, 기존의 450MHz 및 550MHz 지연되 대부분 망 업그레이드가 진행되고 있으며, 특히 여러 SO들이 자체 구축한 케이블 TV 망의 경우 80~90%는 864MHz대역의 디지털 전송망으로 업그레이드된 상태이다(그림 1 참조).

HFC망은 LAN 환경과 같이 컴퓨터를 켜고 동시에 인터넷을 바로 사용할 수 있게 되므로 별도의 접속 과정이 필요 없으며 광대역 케이블망을 이용하기 때문에 인터넷, TV시청은 물론 디지털 TV전환시 양방향서비스나 IP기반의 다양한 서비스를 이용하여 TPS(Triple Play Service) 구현이 용이하다. 또한 서비스 구역이 여러개의 Cell로 구분되어 시설되며 Cell별 독립된 망으로 구성되어 있기 때문에 가입자



(그림 1) 국내 케이블 TV 망의 주파수 운용

증가시 Cell 분할 등으로 즉각 대응이 가능하며 망의 운용이 용이하다. 한편 단점으로는 동축 구간이 옥외에 설치되어 있으므로 기후 등 외부의 환경적 영향을 많이 받을 가능성과 상향 잡음의 유입으로 디지털 전송망에 비교하여 상대적으로 어려움이 있을 수 있으나 현재는 NMS(망관리시스템) 등의 발달로 안정적인 양방향 부가서비스가 가능하다.

### III. 디지털 케이블 망의 시스템 표준

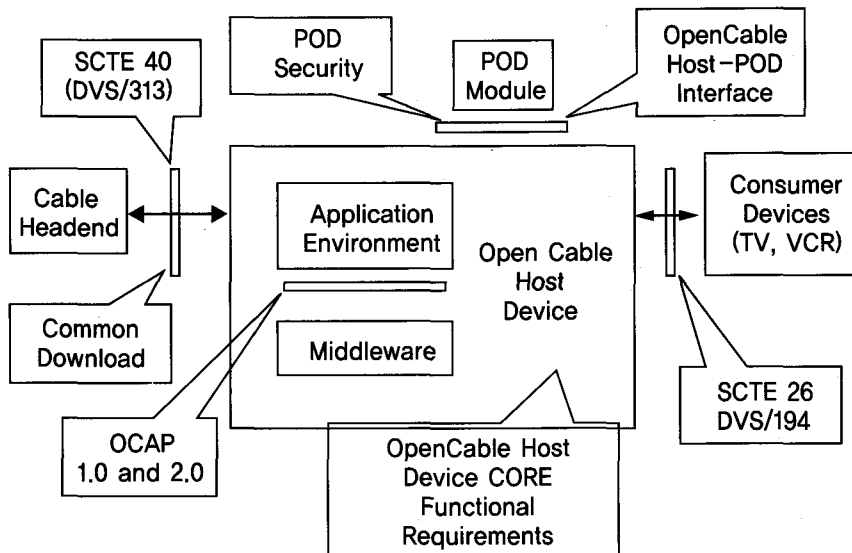
#### 1. 오픈케이블(OpenCable)

국내 디지털 케이블방송의 표준으로 채택된 오픈케이블은 미국의 케이블랩스(CableLabs)가 주도가 되어 만들어진 디지털 케이블 방송 표준이다. 이는 케이블 방송을 디지털화로 전환하는 과정에서 폐쇄된 형태의 시장이었던 케이블 방송을 개방형의 공정경쟁 시장으로 유도하기 위해 시큐리티 모듈(Security

Module)이 분리된 디지털 케이블방송 STB를 소비자가 경쟁력 있는 가격에 직접 구입하여 케이블방송사에 상관없이 공통적으로 사용하도록 유도할 목적으로 추진된 표준이다. 개략적인 오픈케이블 네트워크 표준과 관련된 인터페이스는 (그림 2)와 같다.

오픈케이블의 표준은 방송 및 양방향 서비스의 지원, 상호운용성, 이동성, 기존 장비와의 호환성 등을 기본으로 하고 있으며 주요 특징은 <표 1>과 같다. 오픈케이블은 양방향 서비스의 구현을 위해서 양방향 데이터통신이 가능한 채널을 규정하였고, 양방향 통신을 위한 응용프로그램을 STB의 하드웨어와 운영체계에 독립적으로 운용할 수 있도록 하는 미들웨어인 OCAP을 발표하였다. 양방향 데이터통신이 가능한 채널을 살펴보면 대역외 (OOB : Out of Band) 순방향 데이터 채널(FDC : Forward Data Channel)과 역방향 데이터 채널(RDC : Reverse Data Channel)을 규정하고 있다.

오픈케이블은 원칙적으로 대역외 채널 전송 방식



(그림 2) 오픈케이블 인터페이스

〈표 1〉 오픈케이블의 주요 특징

전송 방식	대역내	64QAM	54 ~ 864MHz	6MHz/ch.	27Mbps
		256QAM	54 ~ 864MHz	6MHz/ch.	39Mbps
	대역외	하향	QPSK	70 ~ 130MHz	1.0/1.5/2.0MHz
상향		QPSK	5 ~ 42MHz	192KHz/1.0/2.0MHz	256Kbps/1.544/3.088Mbps
다중화방식	MPEG-2 트랜스포트스트림(TS: Transport Stream)				
비디오 압축방식	MP@ML(SD급) 셋톱박스논직접디코딩 SD급셋톱박스인경우 MP@HL(HD급)은 IEEE1394 I/F를통해 HDTV 전달				
오디오 압축방식	AC-3				
대역외채널 전송구조	하향	ATM 셀구조(SCTE DVS 167rev.2) 혹은 MPEG-2 TS 패킷구조(SCTE DVS 178rev.3)			
	상향	IP 패킷에실어 ATM AAL5(ATM Adaptation Layer5)로캡슐화하여 ATM 셀구조로전송			
CableCARD 인터페이스	하드웨어 : NRSS B에규정된 PCMCIA 카드방식 프로토콜 : NRSS B에규정된프로토콜기반으로일부수정				
복제방지	아날로그프로그램 : 매크로비전(Macrovision) 적용 디지털프로그램 : CableCARD 인터페이스는오픈케이블복제방지적용, IEEE 1394 복제방지적용				
방송프로토콜	대역내서비스정보(SI: Service Information) & 대역외서비스정보: 주정보 ATSC PSIP(Program and System Information Protocol): 옵션				
기타서비스	클로즈드캡션(Closed Caption)/등급(Rating)/응급경보(Emergency Alert)				

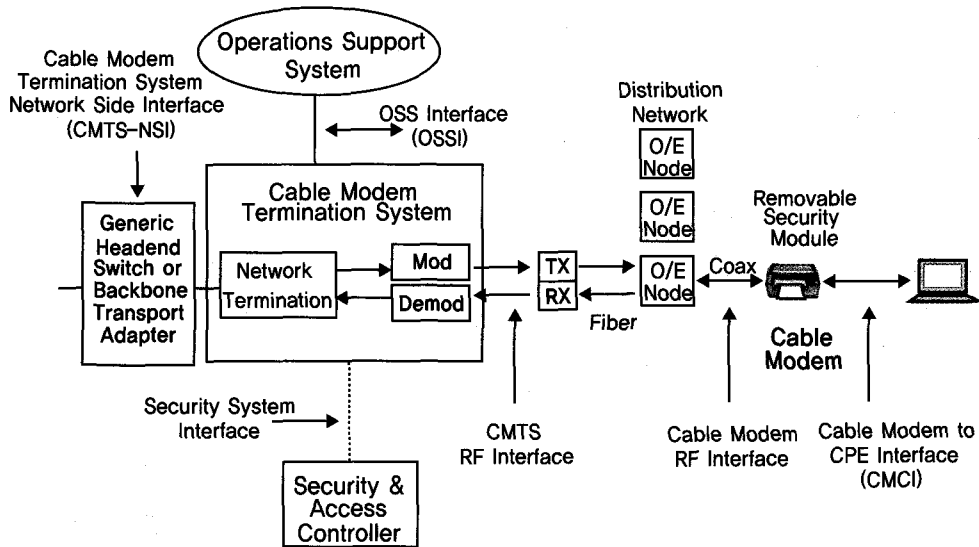
(DVS167 혹은 DVS178)을 이용한 양방향 서비스를 권고하였다. 그러나 2002년 2월 기존의 설치되어 전 세계적으로 대중화되어 있는 케이블모뎀을 활용하는 케이블방송업계의 요구를 받아들여, DOCSIS 장비와 디지털 케이블방송 장비의 정합을 위한 DSG(DOCSIS Set-top Gateway) Interface Specification을 발표하였다.

## 2. DOCSIS(Data Over Cable Interface Specification)

DOCSIS는 SO와 개인 또는 회사의 컴퓨터나 TV 셋 간의 데이터 입출력을 처리하는 장치인 케이블 모뎀의 표준 인터페이스를 말한다. 케이블 모뎀 기술 표준화는 DOCSIS, IEEE 802.14, DAVIC 등에서 표준을 제정하고 있지만 실질적으로 DOCSIS로 단일화가 이뤄졌다. 1995년 케이블랩스에서 시작하여 DOCSIS 1.0은 1997년 7월에 발표되었다. 이는 1998년 3월 ITU-T에 의해 표준으로 비준되었다. DOCSIS 1.1에 이어 DOCSIS 2.0 표준이 제정되었

다. D또한 현재 DOCSIS 3.0에 대한 표준이 제정되고 있으며 2006년 2월에 표준으로 비준될 예정이다. (그림 3)은 일반적인 DOCSIS 표준과 관련된 표준과 참조 모델을 제시한다.

DOCSIS 1.0은 케이블 모뎀을 이용하여 초고속 인터넷을 사용할 수 있도록 한 계기가 되었으며, 전화 등 부가서비스를 위한 QoS를 보장하기 위한 기술 사용하기 위해 DOCSIS 1.1 표준을 제정하였고 1.0의 표준의 90%이상을 그대로 사용하였다. DOCSIS 2.0에선 잡음에 대한 강인성(Robustness)이 요구됨에 따라 물리 계층의 변복조 방식을 개선하였다. Terayon사의 Advanced S-CDMA(Synchronous CDMA)를 사용하여 TDMA 방식보다 잡음에 강하게 하였으며 DOCSIS 1.x 보다 3배의 전송 속도 향상을 증가 시켰다. 또한 Broadcom사의 A-TDMA(Advanced TDMA)를 사용하여 심플당 bit rate를 높인 방식을 사용한다. DOCSIS 2.0은 6MHz 당 최대 하향 42Mbps, 상향 30Mbps급의 서비스 지원 가능하다. 또한 현재 개발 중인 DOCSIS 3.0 경우는 하향 200Mbps, 상향 100Mbps의 전송속도가 가



(그림 3) DOCSIS 참조 모델

<표 2> DOCSIS 버전별 특징

표준규격	특징	서비스 확장의 장점
DOCSIS 1.0 (1999년)	Cable Data System의 최초 상용화 표준 Bidirection 데이터 전송 5 Mbps u/s	고속의 Internet Access
DOCSIS 1.1 (2001년)	실시간 전송(QoS 향상) S/W Upgrade에 의한 DOCSIS 1.0->1.1 가능 10 Mbps u/s 42 Mbps u/s	가입자별 차별화된 서비스 제공가능 VOIP 등 실시간 서비스
DOCSIS 2.0 (2002년)	상향전송을 향상 6.4MHz/30Mbps 상향 RF 변조방식 변경에 따른 H/W Upgrade 필수 30 Mbps u/s	양방향 대칭형 서비스 가능 임펄스 잡음 대처 기능 강화로 안정성 향상

능하다. 현재 CISCO 및 ARRIS가 Test Version을 출시하였다. DOCSIS 표준이 진화됨에 따라 전송속도가 획기적으로 개선될 뿐 아니라 TPS (Triple Play Services)와 같은 다양한 방송/통신 융합서비스가 가능하게 되고 있다. 버전별 특징을 <표 2>에 제시하고, 버전별 기술 비교를 <표 3>에서 제시하였다.

### 3. 패킷케이블(PacketCable)

패킷 케이블은 양방향 케이블 네트워크상에 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 케이블랩스사가 표준화한 것이다.

패킷 케이블은 처음에는 전화망을 목표로 하였으나 IP를 이용하여 IP 텔레포니(telephony), 멀티미디어 회의, 양방향 게임, 일반적인 멀

<표 3> DOCSIS 버전별 기술 비교

구분	DOCSIS 1.x		DOCSIS 2.0	
	Upstream	Downstream	Upstream	Downstream
Frequency Range	5~42MHz(USA) 5~65MHz(Euro)	88~860MHz(USA) 108~862(Euro)	좌동	DOCSIS 1.x 동일
Bandwidth	200,400,800 KHz 1.6, 3.2MHz	6MHz(USA) 8MHz(Euro)		
Modulation	QPSK, 16QAM	64/256QAM	32/64/256QAM	
Data Rate	0.32~10.24Mbps	30.34~42.88Mbps 0.32~30.72 Mbps	40.44~57.20Mbps	
요구 C/N	25dB 이상	35dB 이상	좌동	

터미디어 응용 프로그램 등을 포함한 광대역 멀티미디어 서비스를 제공한다.

패킷 케이블은 닥내 설비에 접근 매체 게이트웨이와 같은 MTA (Multi-media Terminal Adapter)를 설치하고 패킷 음성을 제공하며, 패킷 음성과 일반 전화망을 연결하기 위해 게이트웨이 트렁크를 사용한다. 현재 PacketCable 1.0, 1.5, 2.0의 형태로 표준화 되어있다.

#### 4. 패킷 홈(PacketHome)

CableHome은 케이블 기반의 서비스들을 홈네트워크 환경으로 확장하는 것을 목적으로 한다. CableHome은 케이블 오퍼레이터가 DOCSIS, PacketCable, OpenCable 플랫폼의 특성을 홈네트워크를 통해서 확장할 수 있도록 하는 개방형 상호운용 인터페이스를 만드는 것을 목적이다. 2002년 4월에 발표된 CableHome 1.0 스펙은 홈게이트웨이에 대해서 케이블 오퍼레이터 기반의 관리, 공급(provisioning), QoS 및 보안 기능을 제공하며, 닥내 장치들에 대한 가시성(visibility) 및 원격 진단이 가능하다. CableHome 1.0에 의해서 제공되는 기능은 크게 관리 및 공급 기능, 어드레싱 및 패킷 처리 기능, QoS 기능, 보안 기능으로 나뉜다.

〈표 4〉 CableHome 1.0 제공 기능

관리 및 공급 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 홈 게이트웨이 장치에 대한 원격관리 및 설정 기능</li> <li>• IP기반 홈 디바이스들에 대한 홈 게이트웨이 관리 프로세스 기능</li> <li>• 홈 게이트웨이 장치들에 대한 공급 핸드 오프기능</li> </ul>
어드레싱 및 패킷 처리 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 닥내 장치들을 위한 일대다 주소 변화 기능, 일대일 주소 변환 기능, 비전환 어드레싱 기능</li> <li>• 닥내 디바이스들 간의 인트라 통신으로부터 HFC 트래픽 차단 기능</li> <li>• HFC 전원이 차단된 기간 동안 닥내 어드레싱 지원 기능</li> <li>• 홈 게이트웨이 내의 단순 DNS 서버기능</li> </ul>
QoS 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PacketCable 호환 응용들과의 PacketCable QoS 메시징을 위한 홈 게이트웨이 장치의 투명한 브리징 기능</li> </ul>
보안기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 홈 게이트웨이 장치 인증 기능, 암호화된 홈 게이트웨이 관련 메시지 기능</li> <li>• 설정 정보 및 소프트웨어 파일에 대한 암호화된 다운로드 기능</li> <li>• HFC 링크 상의 암호화된 QoS 기능, 원격 홈 게이트웨이 파이어 월 관리기능</li> </ul>

## IV. 기가급 케이블 시스템 기술 개발 동향

### 1. 기가급 케이블 시스템 기술 분류 및 특징

케이블 방송망은 다른 통신매체 보다 양방향 및 고속대용량 전송에 있어 유리한 특성이 있으므로 이를 이용한 품질의 양방향 서비스 제공이 가능하여 방송과 통신 융합 서비스에 가장 적합한 매체로서 주목을 받고 있다. 하지만 현재의 케이블 방송망의 용량으로서 광대역통합망을 서비스를 지원하기 어렵다.

케이블 방송망이 광대역 통합망의 중심이 되는 방송·통신 통합매체로서 역할을 할 수 있게 하기 위해서는 케이블 망의 용량을 기가급으로 확장하여야 한다. 이를 위해서 많은 연구가 이루어 지고 있으며 다양한 방법이 제시되고 있다.

연구는 크게 기존사용 주파수 대역을 그대로 사용하는 기술과 사용하는 주파수 대역 확장하여 사용하는 기술로 나눌 수 있다.

케이블 방송망은 차폐된 무선통신망 환경이므로 무선통신망에서 기가급 통신이 가능한 기술을 케이블 망에 적용하면 쉽게 기가급 통신 시스템 구현을 케이블 망에서 할 수 있다. 하지만 케이블 방송망은 사

용할 수 있는 주파수 대역이 좁고 낮은 대역이며, 통신을 위해서 상·하향 대역이 나누어져 있기 때문에 이를 바로 적용할 수는 없다.

무선망에서 기가급 통신이 가능한 다양한 통신 기술들 중에서 케이블 방송망의 제약에 만족하게 변형을 통하여 기가급 통신이 가능한 다양한 방법들이 제시되고 있다.

## 2. 기가급 케이블 시스템 기술 개발 동향

국내에서는 몇 연구소에서 개발을 위해 준비중에 있는 단계이고 아직까지 구체적인 결과물이나 방안을 제시하고 못하고 있다. 하지만 국외 특히 미국에서는 상당히 활발하게 연구가 진행되고 있으며 구체적인 방법이나 장치들도 이미 개발을 완료하고 있는 곳 이 있다. 표 4는 대표적인 기가급 케이블 시스템 기술 들을 비교하고 있다.

<표 5> 기가급 케이블 시스템 특성 비교

구분	Pulse-Link	Broadband Physics	Coax Networks	Hybrid Networks
주파수대역	기존 사용대역	기존 사용대역	확장대역(~3GHz)	확장대역(~2.4GHz)
전송기술	UWB	Wavelet	주파수 대역확장	주파수 대역확장
전송용량	상향: 48Mbps 하향: 1.2Gbps	채널당 200Mbps	상향: 1Gbps 하향: 3Gbps	상향: 1Gbps 하향: 1Gbps
상호간섭	간섭없음	간섭없음	간섭없음	간섭없음
기존장비사용	사용가능	사용가능	부분적 사용가능	부분적 사용가능
관련장비개발	완료	완료	완료	완료
적용 비용	적은 비용	적은 비용	많은 비용	많은 비용

Pulse-Link사는 케이블 방송망에 무선 근거리 고속통신에 사용되는 UWB(Ultra Wide Band)기술을 케이블 망에 적용하여 하향 1.2Gbps, 상향 480Mbps의 전송속도를 보장하는 기술을 구현하였다. UWB 기술은 무선 근거리 망에서 기가급 통신을 제공하는 기술로서 수 GHz 대역폭에 이르는 매우 짧은 펄스를 이용하여 신호를 고속으로 전송할 수 있다. UWB 시스템은 기존 시스템보다 더 낮은 비용과 전력 소비로 훨씬 넓은 주파수 대역을 이용하여, 기존 협대역 시스템과의 공유를 가능하게 하며, IEEE 802.11나 Bluetooth에 비해 월등히 높은 전송용량을 제공할 수 있어 다양한 연구들이 진행중에 있으며 이를 이용한 관련기술의 표준화도 활발하게 진행되고 있다. 케이블 망 기존 상하향 대역에 UWB 신호를

사용하면 기존의 DOCSIS 신호나 방송신호들과의 간섭없이 기저대역에서 직접변환을 통한 독립적인 통신이 가능하게 되는 가상의 통신망이 구성된다. 또한 UWB 트랜시버(Transceiver)는 소형화, 저전력화, 저가격화가 가능하여 쉽게 적용이 가능하다. UWB기술을 케이블 망에 적용할 경우에는 기존의 망에 아무런 변화 없이 기가급 통신이 가능하다는 것, DOCSIS신호나 방송신호와도 상호 간섭이 없고 호환성도 아무런 문제가 없다는 것, 기존 사용중인 장비를 그대로 사용할 수 있으며 UWB 통신은 시스템온칩(SoC: System on Chip)이 가능하여 적용하는데 비용이 저렴하다는 것 등이 장점이다.

Broadband Physics사는 RF 스펙트럼을 같은 사이즈의 Multiple Sub-Band로 만들어서 전송 속도를 크게 증가시키는 SDM(Sub-band Division Multiplexing) 기술을 케이블 망에 적용하여 채널당 거의 200Mbps 속도를 보장한다.

SDM은 주파수 도메인에서 직교하는 퓨리에 변환을 이용하여 다중 Sub-Band 통신을 하는 직교주파수분할다중(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식과 달리 주파수와 시간 도메인에서 함께 직교하는 웨이블렛 변환을 이용하여 다중 Sub-Band 통신을 한다. 주파수와 시간에 대해서 직교하는 통신이 가능하면 동일 주파수 간격 내에서 통신의 효율이 증가하게 되어 다른 통신 방식들 보다 우수한 전송 효율을 나타낼 수 있다. 또한 기존통신에서 롤오프(Roll-Off) 되는 -13dB의 Stop Band를 가지게 되지만 웨이블렛 모듈레이션을 통하여서는 -50dB 이상의 롤오프 되는 Stop Band를 가질 수 있게 되어 주파수 대역에서 독립적으로 통신이 가능하다.

SDM 방식을 이용하여 기가급 케이블 시스템을 구현하면 기존 케이블 방송망에 아무런 변화없이 적용 가능하다는 것, DOCSIS를 통한 통신과 상호 호환



성에 아무런 문제가 없다는 것, 기존 사용중인 장비를 계속 사용 가능하다는 것 등이 장점이다. <표 5>는 SDM 방식의 통신과 다른 통신 방식들을 비교하여 나타낸 것이다.

<표 6>에서 알 수 있듯이 다른 통신방식들 보다 효율적인 측면에서 많은 이득이 있음을 알 수 있다. 여기서 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) DMT (Discrete Multi-Tone), OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), TDE(Time Domain Equalizer) 이다.

<표 6> 통신 방식별 특성 비교

	주파수 대역 독립	주파수 대역 직교	시간 대역 직교	TDE	Cyclic Prefix	가드 밴드
QAM	-	-	-	필요	-	필요
DMT	X	○	X	필요	필요	-
OFDM	X	○	X	필요	필요	-
SDM	○	○	○	필요없음	필요없음	필요없음

통신 방식의 변경을 통한 기가급 케이블 시스템 구현을 외에도 주파수 대역 확장을 통한 시스템 구현하는 방법도 있다. 이는 주파수 대역 확장을 통해서 기가급 케이블 시스템을 구현할 뿐만 아니라 미래에 다른 방송·통신 매체들과의 경쟁을 위한 주파수 확보 차원에서 주파수 대역확장도 필요하기 때문에 주파수 확장을 통한 기가급 케이블 시스템이 제안되고 있다.

Narad Network사는 기존 케이블망에서 사용하는 주파수 대역을 2.4GHz 까지 확장하여 기가급 시스템을 구현한다.

이때 900MHz~2.4GHz 대역을 F1, F2, F3, F4로 나누어서 F1, F2는 (60MHz) 100Mbps 전송 모드로 사용하고 F3, F4는(600MHz) 1Gbps 전송속도로 사용한다.

기존 케이블 방송망에 ONDS(Optical Network Distribution Switch), BNDS(Bypass Network

Distribution Switch), SAS(Subscriber Access Switch), BIU(Broadband Interface Unit) 장치를 설치하여 대역이 확장된 통신을 한다. 이들 장치들은 기존의 케이블망 내의 장치들이 신호를 증폭하여 재전송하는 방법을 사용하지 않고 다시 생성시켜서 재전송을 하는 방법을 사용한다.

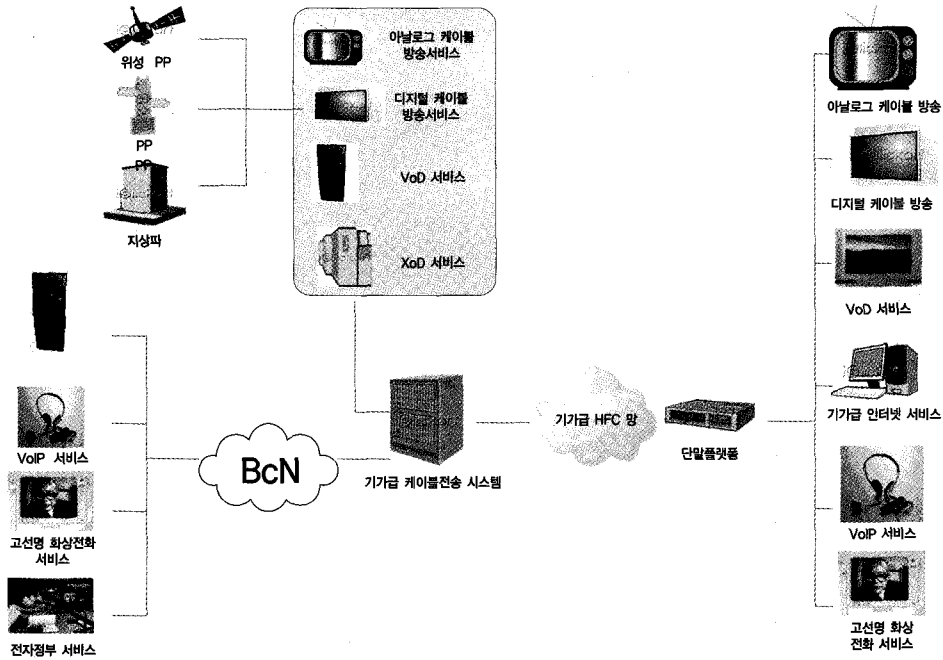
Xtend Networks사는 케이블 망의 증폭기와 필터를 교체하여 사용주파수 대역을 3GHz로 확대하여 기존 상·하향 대역 이외의 대역을 상·하향 대역으로 나누어 통신하는 기술로서 하향은 1.25~1.95GHz, 상향은 2.25~2.75GHz를 사용한다.

주파수 대역 확장을 통한 기가급 케이블 시스템 구현은 전송대역 확대를 통해서 쉽게 기가급으로 전송 용량의 확장이 가능하지만 이를 위한 기존의 케이블 방송망을 업그레이드 비용이 막대하게 소요되기 때문에 영세한 국내 케이블 사업자들로서는 받아들이기 어려운 방법이다.

또한 아직까지 국내에서는 기존 설치되어 있는 케이블 방송망의 주파수 대역 확장에 따른 물리적 전기적 특성변화에 대한 연구가 미진한 상태이므로 주파수 대역확장을 통한 기가급 케이블 시스템 구현은 현실적으로 어려운 상태이다.

케이블 방송망은 차폐된 무선망이므로 무선 통신망에서 전송 속도를 확장시키는 다양한 통신 기술들이 적용될 수 있다. 예로서는 cdma2000x3에서는 케리어를 합쳐서 전송속도를 증가시키므로 케리어를 한꺼번에 묶어서 전송하는 기술의 적용이 가능하고, 무선랜 이나 무선개인인터넷(Personal Area Network)에 사용되는 다양한 기가급 통신 기술들도 적용 가능하다.

하지만 이때에는 가용 주파수 대역의 제약이 따르기 때문에 다양한 측면에서 고려해야 한다.



(그림 4) 기가급 케이블 송수신 시스템을 이용한 서비스에

## V. IT 신성장 동력원으로써 기가급 케이블 시스템

정보통신부는 광대역통합망 구축을 통해 현재 1.5~2Mbps 급 수준의 초고속 인터넷 서비스의 속도를 미래가정의 다양한 통신방송서비스에 적합한 50~100Mbps 급으로 향상시켜, 오는 2010년까지 2000만 유무선 가입자들에 제공한다는 목표를 잡고 있다. 광대역통합망 구축을 통해서 망 사용자들에게 양방향 방송서비스, 초고속 인터넷 서비스, 실시간 VoD, VoIP, 고선명 화상 서비스 등을 제공할 수 있게 한다.

정보통신 인프라를 한단계 업그레이드 시켜 정보통신 선도국가로 진입할 수 있는 도약을 마련하고 향후 방송/통신 융합 서비스 시장을 능동적으로 개척하

여 관련 산업을 활성화 하는데 있다. 또한 이로 인해 IT 신성장 동력등과 같은 국가 전략산업 발전을 촉진할 핵심 인프라로 활용하려고 한다. 이러한 목표를 두고 다양한 방송/통신 융합에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 사용자와 광대역통합망을 연결하기 위한 유선 가입자망의 개발은 방송/통신 융합을 위한 핵심 기술요소이다.

케이블 방송망은 다른 통신매체에 비해 경제적인 비용으로 광대역통합망을 구성할 수 있고 방송/통신 융합적 측면에서도 가장 유리하고 산업화와 대중화에도 가장 유리하기 때문에 IT 신성장 동력원으로서 많은 기여를 할 것이다. 또한 2005년부터 2010년까지 케이블 기반의 차세대 초고속 인프라 구축을 통한 관련 산업의 생산규모는 약 33조원에 이를 것으로 전망된다.

## VI. 결 론

방송/통신 융합 시대를 앞당기기 위해서 세계 각국은 기술개발과 표준화에 국가중점과제로 기술을 지원하고 있다. 하지만, 중심이 되는 통신매체를 선정하고 이를 산업화하기에는 아직 미흡한 상태이다. 유비쿼터스 네트워크와 홈 네트워크 등의 다양한 정보통신 기술의 발달로 방송/통신 융합서비스와 이를 통한 양방향 서비스는 급격한 시장의 성장을 이룰 것으로 기대되어 세계적인 성장동력 산업으로 자리잡아 가고 있다. 이에 발 맞춰 현재 케이블 방송은 전 세계적으로 디지털 방송을 추진하는 동시에 방송과 통신의 융합을 통한 멀티미디어 통신매체로서 그 역할의 변신을 꾀하고 있다.

현재 케이블랩스 사에서는 HFC망을 이용해 멀티미디어 통신 매체로서 사용하기 위해 DOCSIS 3.0의 표준을 제정하고 있으며 우리나라도 표준 제정에 참가하고 있다. 또한 현재 국내에서는 산학연이 협동하여 '차세대 기가급 케이블 송수신 시스템 개발'을 진행 중에 있다.

차세대 신성장동력으로서의 '차세대 기가급 케이블 송수신 시스템 개발'의 핵심이슈는 양방향 서비스가 가능한 디지털 케이블 방송 서비스를 산업화와 케이블 방송망이 방송통신 융합 서비스의 중심적인 통신매체가 되기 위해서 케이블 망을 기가급 용량으로 향상 시키는 기술 개발에 있다. 즉, 차세대 기가급 케이블 송수신 시스템 개발을 차세대 성장동력원으로 육성, 발전시키기 위해서는 디지털 케이블 방송 서비스의 활성화를 통해 산업화에 주력하여 관련산업에 확대하여 국가의 성장 산업으로 육성하는 것이 필요한 시기이다.

이러한 노력의 일환으로 현재 정보통신부는 '차세대 기가급 케이블 송수신 시스템 개발'으로서 케이블 망을 통한 방송통신 융합 사업을 2004년부터 착수

하였다. 기가급 케이블 시스템 개발에서는 케이블 방송망의 전송용량을 향상시키고 이를 통해서 광대역 통합망의 중추적인 통신 매체로서 확대시킬 수 있도록 하였다. 더불어 가정에서 기가급 통신을 하기 위해서 투자를 최소화 시키는 방향으로 연구를 해서 산업화 장애요인인 가격 문제를 해결할 수 있게 하였다.

위와 같은 기술의 개발로 HFC망에서 향후 출현할 디지털 케이블방송, VoIP, VOD, 영상전화, 이동전화/무선랜 로밍 등 다양한 융합형 멀티미디어서비스를 제공하기 위해서는, HFC망에서의 새로운 전송 구조와 이를 수용하는 헤드엔드 및 가입자 네트워크 장치의 개발이 필요하다. 이의 일환으로 HFC망을 이용하여 경제적이고 효과적인 서비스를 제공하기 위한 통합 네트워크 구조를 정의하고 필요한 기술을 개발하기 위하여 '차세대 케이블 네트워크 고도화 기술 개발'을 추진하고 있다.

2005년에는 하향 400Mbps, 2007년에는 하향 1Gbps의 용량으로 전송 가능한 시스템 개발하고 적합성을 검증하는 것을 목표로 하는 차세대 기가급 케이블 송수신 시스템 개발 사업과 위의 개발된 전송시스템을 기초로 경제적이고 효과적인 서비스를 제공하기 위한 차세대 케이블 네트워크 고도화 기술 개발을 통하여 광대역 통합망으로서 성장 잠재력이 케이블 방송망의 시장 창출 및 확대하여 세계 시장을 선도적하며, ADSL로 전세계 초고속 인터넷 서비스를 선도한 것과 같이 차세대 초고속 인터넷 서비스를 Gigabit급 케이블모뎀 방식으로 제공함으로써 세계 시장을 선도할 수 있을 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 한국케이블TV방송협회, 디지털케이블TV를 통한 T-Government 구현방안, 2003. 3

- [2] 김홍익, 유재훈, 김종숙, 한영욱, 신명곤, “방송과 통신을 동시에 지원하는 OpenCable 기반 Set-top Box 구현” 2004 케이블 TV 우수논문집, pp.135-152, 2004. 3
- [3] 박승권의, 한국무선국관리사업단, 유선방송의 디지털화 추진방안 연구, 1999. 2
- [4] 박승권의, 한국무선국관리사업단, 디지털 케이블방송 표준 및 기술기준 제정연구, 2001. 5
- [5] 최규태, 박승권, “Digital Cable TV 기술” 전자공학회지 제29권 7호, Vol 29, No 07. pp 39-50, 2002. 7
- [6] 이석원, 박승권, “케이블TV망을 이용한 디지털대화형방송 및 차세대통합망(NGcN) 서비스” Telecommunications Review 제 13권 4호 pp. 516-526. 2003. 8
- [7] 손원, “디지털유선방송 송수신 정합표준”, TTA 저널 통권 83호, pp. 76-80, 2002. 10
- [8] CableLabs, OpenCable Host Device 2.0 Core Functional Requirements, 2005. 7
- [9] SCTE, Digital Cable Network Interface Standard, 2001
- [10] CableLabs, OpenCable Application Platform Specification (OCAP) 2.0, 2005. 8
- [11] CableLabs, DOCSIS Set-top Gateway (DSG) Interface Specification, 2005. 12
- [12] <http://www.ktca.or.kr>
- [13] <http://www.cablelabs.com>



**조성민**

1997년 ~ 2001년 대전대학교 전자통신전파공학과 학사  
 2001년 ~ 2003년 한양대학교 전자통신전파공학과 석사  
 2003년 ~ 현재 한양대학교 전자통신전파공학과 박사

관심분야 : CATV Multimedia Systems, Digital Signal Processing, 데이터 방송, Digital Communication System 등



**박승권**

1987년 Rensselaer Polytechnic Institute 전자공학과 박사  
 1984년 ~ 1987년 Rensselaer Polytechnic Institute, Electrical, Computer and Systems Engineering Dept., Research Assistant  
 1992년 ~ 1993년 Tennessee Technological

University, Electrical Engineering Dept., 부교수(Tenured)  
 2001년 ~ 2004년 정보통신부 디지털유선방송 추진위원회 위원장  
 2001년 방송위원회 정책기획위원회 위원  
 2002년 ~ 현재 Korea Digital Cable Forum 부의장  
 2000년 ~ 현재 한양대학교 전자전기공학부, 정교수  
 관심분야 : CATV Multimedia Systems, Digital Signal Processing, 데이터 방송, Digital Communication System 등