

초고속통신과 디지털TV방송 시대를 위한 FTTH의 전송속도에 관한 연구

정회원 이 정 옥*

Bandwidth requirements of FTTH for high speed communication and digital TV

Jung-Wook Lee *Regular Members*

요 약

정보통신과 방송분야의 디지털화가 급속하게 진전되고 미디어의 전송능력이 비약적으로 광대역화, 고속화 함으로써 통신과 방송의 융합문제가 대두되고 있다 이를 실현하기 위하여 정부에서는 광대역통합망(BcN)의 구축을 국가의 중요한 신성장동력으로 선정하였다 이 광대역통합망은 FTTH를 기반으로 구축될 것이며 이 솔루션에 의하여 광대역 홈네트워크가 실현될 것이다 통신과 방송의 융합을 목표로 구축되는 BcN형 홈네트워크는 어느정도의 전송속도와 대역폭을 요구할 것인가. 가정당 전송속도를 설정하기 위하여는 홈네트워크의 범위와 BcN의 구성 방식을 명확하게 정리해야 한다 공동주택이나 단독주택이나에 따라 FTTH를 구축할 때 적용할 통신과 방송의 융합기술방식이 다르고 네트워크 모형태 달라진다 그리고 홈네트워크의 범위도 건물내부망과 홈내부망으로 정하여 구간마다 요구되는 전송속도를 제시할 필요가 있다. 이 논문에서는 이런점을 고려하여 BcN형 홈 네트워크의 전송속도를 제시하고자 한다.

Key Words · FTTH, BcN, Home Network, AON, PON

ABSTRACT

Recently, there have been the rapid increasing needs to integrate high-speed communications and digital TV in home network To realize the integration of those services, the MIC formulated the broadband convergence network (BcN) plan as one of the new growth engines The BcN will be implemented by FTTH solutions and these solutions are designed to support digital home network. To develop and promote the BcN, we need to find the bandwidth requirements for home network. Thus paper will examine the bandwidth requirements in detail to accommodate data traffics for high-speed communications and TV at building intra network and home intra network

I. 서 론

정보통신부는 IT산업의 획기적인 발전을 위하여 2004년 5월에 IT 839 전략을 발표하였다. 이 신기술 프로젝트는 첨단 IT기술을 바탕으로 Wibro(Wireless broad band)서비스, DMB(Digital Multimedia Broadcasting)서비스, 홈네트워크 서비스, 텔레메틱스

서비스, RFID(Radio Frequency Identification) 활용 서비스, W-CDMA 서비스, 지상파 DTV, 인터넷전화 (VoIP)의 8개 분야의 차세대 정보통신서비스를 2010년까지 이용자들에게 제공한다는 계획이다 [1]

또한 이 계획에서는 이러한 새로운 서비스를 실현하기 위하여는 우선 세가지의 광대역특성을 갖춘 인프라를 선행 구축하고자 한다 첫째로 통신과 방송의

* 한국POF통신포럼 의장(현)

논문번호 #KICS2004-09-182, 접수일자 2004년 9월 2일

통합을 위한 광대역통합망 (Broadband Convergence Network: BcN)을 구축하고, 두번째는 모든 사물에 전자태그 (RFID)를 부착하여 인터넷에 연결하여 정보를 인식하고 관리하는 U-센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network: USN)를 구현할 계획이다 그리고 세번째는 광대역통합망, 홈네트워크, 텔레매틱스 등의 실현에 필수적인 요소인 IPv6를 조기에 도입할 예정이다 [2] 정부에서는 이 세가지의 인프라를 기반으로 차세대 이동통신, 디지털TV, 홈네트워크, IT SoC (System on Chip), 차세대 PC, 임베디드 S/W, 디지털 콘텐츠, 텔레매틱스, 지능형 로봇을 개발 상용화하여 이 신기술을 미래의 국가발전을 위한 9대 신성장동력 (9 New Growth Engines)으로 설정하였다 [2] 본 연구에서는 이들 신성장 동력산업 중에서 다가오는 통신과 방송의 융합시대를 대비하여 구축해야 할 광대역통합망 (BcN)에서 요구되는 성능과 전송대역폭 (bandwidth)를 제시하고자 한다

II. 광대역통합망(BcN)의 구축방식

통신과 방송의 통합수용을 위한 광대역통신망(BcN)은 기본적으로 통신망, 방송망과 인터넷망을 통합하는 차세대 네트워크이다. 즉 유선전화와 이동무선전화를 연결하는 통신망, 지상파방송, 위성방송, CATV를 수용하는 방송망, 그리고 xDSL, FTTH, HFC를 이용한 인터넷망을 다중화기술에 의하여 하나의 광대역망에 통합한다는 개념이다.

따라서 전체적인 광대역통합망은 기간망과 가입자망으로 구성되고 다시 가입자망은 일반적으로 가입자 액세스망, 구내망, 홈네트워크로 구성되는데 본 논문에서는 가입자망 부분을 중심으로 논의 하고자 한다. 기존의 가입자 네트워크는 통신과 방송이 각각 자기의 전용망을 이용하고 있어 앞으로 통신과 방송을 통합수용하기 위하여는 광대역 전송특성을 갖는 FTTH (Fiber To The Home)망이 그 기반이 되어야 한다 당초에 음성전화, 데이터통신, 영상전송 등 정보통신 용으로 발전되어온 FTTH 기술은 최근에 방송을 통합수용하는 방향으로 발전되고 있다.

이러한 FTTH를 기반으로 통신과 방송을 수용하는 방식에는 광전송로의 구성모형과 광다중화 기술면에서 AON(Active Optical Network)과 PON(Passive Optical Network)방식이 있다

2 1 FTTH-AON 방식

AON방식은 일반적으로 LAN(Local Area

Network) 형태를 말하며 데이터 전송에는 이더넷 스위치(ES, Ethernet Switch)를 사용하고 방송을 위해서는 IP 전송기술을 이용한다 최근에 개발되고 있는 AON 방식에서는 데이터, CATV 및 위성방송의 통합 전송을 위하여 파장분할다중방식 (WDM: Wavelength Division Multiplexing)에 의하여 다중화하여 광전송하게 된다

AON 방식은 일반적으로 방송수용이 어렵다고 말하고 있으나 그것은 이더넷 스위치를 사용하는 LAN 시스템의 경우라고 할 수 있다. 그러나 통신과 방송을 별도의 광파장을 이용하여 WDM 기술에 의하여 다중화하여 VoE(Video over Ethernet)방식으로 전송하면 용이하게 이 두 서비스를 통합할 수 있다.

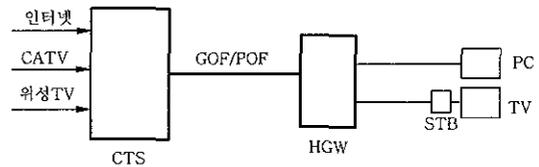


그림 1 CTS/ HGW-based AON system

그림1에서 CTS(Central Transmission System)는 인터넷, CATV, 위성TV신호를 WDM으로 다중화하여 송신하는 장치로서 공동주택의 통신실에 설치된다.

통신과 방송이 융합된 CTS의 출력신호는 건물간선계와 수평계배선으로 이루어진 건물내부망(Building Intra Network: BIN)으로 송출된다. 앞으로 건물내부망에는 GOF (Glass Optical Fiber)나 POF (Plastic Optical Fiber)를 설치하므로 통신-방송 복합신호는 이 케이블을 통하여 HGW (Home Gateway)로 보내진다 각 세대별로 설치된 HGW에서는 통합신호를 O/E 변환하고 다시 인터넷신호, CATV, 위성TV신호로 분리하여 단말기로 보내어 수신하게 된다

2 2 FTTH-PON 방식

표 1 PON방식의 데이터전송속도 와 방송전송방식

구분	데이터	방송
A-PON	하향 622 Mbps	RF방식
B-PON	상향 155 Mbps	TDM방식
E-PON	하향 1.25 Gbps	RF방식
	상향 1.25 Gbps	IP방식
G-PON	하향 2.5 Gbps	RF방식
	상향 1.25 Gbps	TDM방식
WDM-PON	하향 1.25 Gbps	RF방식
	상향 155 Mbps	TDM방식

PON방식에서는 가입자 액세스망 구간의 광케이블이 대체로 1×16, 1×32, 1×64 방식으로 분기하게 되며 세부방식별 전송속도는 표1과 같다 [3]

한국에서는 KT의 차세대통신망연구소에서 개발하고 있는 WDM-PON과 ETRI에서 개발하여 광주지역에서 시범운용하고 있는 E-PON의 두 가지 방식에 주력하고 있는데 각각의 시스템구성 및 특징을 보면 다음과 같다.

WDM-PON방식은 기본적으로 음성, 데이터 및 비디오서비스를 통합하여 전송할 수 있게 개발되고 있다. KT에서 개발하고 있는 이 시스템은 그림2에서 보는바와 같이 크게 BLS(Broadband Light Source)와 OLT(Optical Line Termination)셀프 그리고 가입자측 장비인 ONT(Optical Network Termination)로 나눌 수 있으며 AWG (Arrayed Waveguide Grating)와 함께 하나의 네트워크를 구성한다 [4]

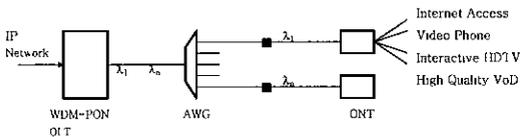


그림 2 WDM-PON system

통신사업자의 전화국사(CO, Central Office)에 OLT를 설치하고, 가입자 댁내에 ONT를 두게되며, AWG는 수동소자로서 국사의부에 설치된다 BLS는 이 시스템의 핵심요소중의 하나로서 OLT 및 각 가입자 ONT의 광원에 특정 광파장특성을 가지도록 하는 보조광원이다

OLT셀프는 가입자 수용을 위한 WDM-PON카드와 L2/L3 처리를 위한 스위치부와 제어부를 구성된다 ONT는 PON 인터페이스를 위한 광모듈과 CPU모듈 및 스위치모듈 등으로 구성된다 이 방식은 PON당 32 가입자를 수용할 수 있는 구조이며, 방송의 통합은 방송용 파장을 별도로 할당하여 중첩 (overlay)할 수 있으나 기술적으로 어려움이 따르고 In Band 방식은 개발 중에 있다

ETRI에서는 PATH(Photonic Access To the Home) E-PON 시스템을 개발하고있으며, 이것은 통신, 방송 융합형의 FTTH로서 국내 최초로 HD급 VoD 와 CATV서비스의 제공을 시도하고 있다 [3] 이 방식에서도 별도의 방송용 파장을 지정하여 중첩하게 되면 통신과 방송을 통합 전송할 수 있으며 역시 In Band 기술은 개발 중에 있다.

여기에서는 통신사업자의 전화국사(CO)나 CATV/SO사업자의 건물 혹은 별도의 서비스 센터에 OLT를 설치하고, 그림3에서 보는 바와 같이 가입자 액세스망측에는 집단구역에 ONU를 설치하는 방식과 세대별로 ONT를 이용하는 방식이 있다

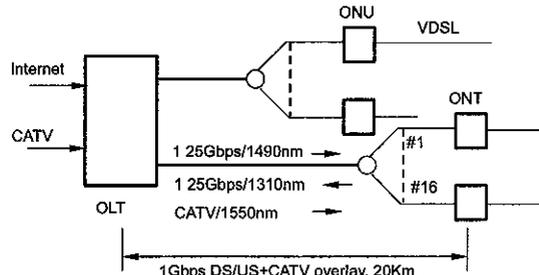


그림 3 E-PON system 의 ONU/ ONT 구성

2 3 방송수용문제

PON방식에 의한 통신과 방송의 융합, 특히 실시간 방송(지상파TV, 위성TV, CATV 등)을 통합하는 과제는 앞에서 설명한 바와 같이 기술적인 면에서는 해결될 수 있으나 사업영역 면에서 가능할 지가 미지수이다 국내사업환경이 미국과 달리 통신과 방송에 대한 규제기구가 각각 다르고 사업영역에 대한 구분이 엄격하여 통신사업자가 적극적으로 통신과 방송의 융합을 추진할 수 없다

이런 상황에서 PON 방식으로는 통신과 방송의 통합지점이 통신사업자의 전화국사 이거나 CATV/SO사업자의 건물이 될 수 밖에 없는 어려움이 있다 그러나 AON방식에서는 통신사업자나 방송사업자의 소속 건물이 아닌 구내 통신실에서 통신과 방송을 융합할 수 있어 큰 어려움 없이 실행할 수 있는 장점을 가지고 있다

III. 통신과 방송을 통합한 멀티미디어서비스의 실현

3 1 통신사업자의 실행계획

KT에서는 VoD 서비스를 위하여 MPEG-2 압축방식에 의한 4Mbps급의 고품질 비디오 콘텐츠를 우선적으로 제공하고, IP 멀티캐스팅프로토콜을 이용한 4Mbps급의 실시간 스트리밍 서비스도 추진하고 있다 KT가 추진하고 있는 오디오 및 비디오 부분의 홈네트워크 서비스 계획은 표2과 같다.[5]

표 2 KT의 멀티미디어서비스 계획

년도별	서비스 계획
2004	TV VoD, Skylife IP-Multicasting (10ch이상)
2005~6	TV VoD + Skylife IP-Multicasting (30ch이상)
2007~	TV VoD + Skylife IP-Multicasting (50ch이상)

VoD 서비스는 이용자가 TV를 통해 원하는 시간에 원하는 영화, 드라마, 교육 등 다양한 동영상 콘텐츠를 시청할 수 있는 주문형 비디오 서비스이다. KT에서는 KBS 1, KBS 2와 SBS 방송의 드라마 및 방송 내용으로 TV VoD를 구성할 계획이며, 2004년부터 이 서비스들을 개시할 예정이다 또한 IP-Multicasting 방식으로 영화, 음악, 교육 등 다양한 프로그램을 고품질의 동영상형태로 실시간으로 인터넷망을 통해 TV로 시청하게 할 계획인데, 100채널 제공을 목표로 2005년부터 시작하게 된다

SKT에서는 전동, 가스, 출입문의 리모트컨트롤, 가스, 전기, 수도이용에 대한 원격검침, 홈 시큐리티, 건강검진, 위치정보서비스 등 다양한 디지털 홈 서비스를 추진하고 있다. 통신과 방송부문에는 ISP, VoIP, HDTV, Game, VoD, EoD 서비스를 제공할 계획이며, 특히 인터랙티브 TV 플랫폼을 개발하여 T-banking이나 T-commerce 서비스를 제공할 예정이다. 그리고 약 60가입자에게 HDTV를 무상으로 공급하여 HD급 지상파 방송도 시연할 계획이며 위성 DMB, 지상파 방송, CATV 방송을 FTTH망을 통하여 가정에 전달한다

3 2 연구기관 및 외국의 경우

ETRI에서 개발하고 있는 E-PON시스템의 방송과 영상수용부분을 보면 HDTV기반의 CATV방송 전달 서비스, IP기반의 실시간 양방향 VoD(MPEG-2압축에 의한 20Mbps)와 Web기반의 양방향 VoD(MPEG-4 압축에 의한 5Mbps) 서비스의 제공이 가능하다. 또한 H/W기반의 30Mbps급의 영상회의 2채널과 S/W기반의 화상전화를 제공할 수 있으며, 이외에도 그룹영 어강좌를 위한 실시간 EoD(수 Mbps), 실시간 양방향 수능VoD, 초고속인터넷과 IP기반의 양방향 화상전화가 가능한 VoIP서비스도 시연되고 있다

각국의 FTTH 추진현황을 보면, 일본에서는 VoIP, 인터넷, 방송의 통합서비스(triple play service)를 위

하여 100 Mbps를 제공할 계획이다. 북미지역에서는 DTV, HDTV 및 VoD 등 첨단방송 (Advanced Broadcasting)사업을 추진하고 있으며, SBC, Verizon, Bellsouth 등 3개의 지역통신회사에서는 B-PON을 추진하고 있다 프랑스에서는 AON방식으로 TV 100 채널, VoD, 화상전화 등을 제공할 예정이며 이를 위하여 100Mbps를 제공할 계획인데 이 서비스는 CATV/SO 중심으로 운용될 전망이다 그리고 스웨덴과 이탈리아에서도 AON 방식에 의하여 TPS 서비스를 추진중이다.

3.3 국내에서 제안되고 있는 FTTH의 전송속도

통신과 방송의 융합을 위하여는 어느 정도의 전송속도와 대역폭을 갖는 광대역통합망을 구축할 것인가가 홈네트워크의 건설초기에 정립해야 할 중요한 과제일 것이다 이에 관하여 이미 발표된 계획과 현재 논의되고 있는 주장들을 정리하여 보면, 가장 적게 예측하고 있는 대역폭(Imminent Household Traffic)은 32.064 Mbps이고,[6][7] HDTV, VoD, 원격교육을 필수 서비스로 보는 정도의 멀티미디어 홈의 경우는 32 Mbps로 예측하고 있다 [8]

그리고 가정당 TV2대 시청, VoD, 화상회의, 원격검침 등을 기준으로 73~91 Mbps로 주장하는 안[9]과 가정당 50~100 Mbps로 설정하는 계획도 발표되었다 [2][10] 한편 HDTV, IP, Home AV, 홈 내부데이터 전송 등을 고려하여 400 Mbps 이상이 소요된다는 분석이 있고, FTTH의 채널당 1 Gbps가 현재 필요하고 2009년경에는 10 Gbps가 소요될 것으로 보는 견해도 있다.[3]

이와 같이 FTTH를 실현하기 위한 가정당 전송대역폭이 다양하게 제시되고 있어, 앞으로 통신과 방송을 융합 수용할 수 있는 충분한 대역폭을 갖춘 광대역통신망을 계획적으로 건설하기 위하여는 이에 관한 전문적인 분석이 요구되고 있다

IV. 통신과 방송 융합형 홈네트워크 모형

광대역통합망을 조기에 실현하기 위하여 건물신축시 설치해야 할 케이블 기준을 규정한 초고속건물 인증규정이 2004. 1. 1부터 발표되었다. 이 기준에 의하면 공동주택(특등급)의 경우에는 가정당 4코어의 광케이블이 인입되어야 하고 사무용빌딩 (1등급)에서는 기본면적당 2코어의 광케이블이 설치되어야 한다[11]

표 3 초고속정보통신 건물인증기준

등급	공동주택/ 가정당 인입케이블	사무용빌딩/ 10㎡당 배선케이블
특등급	OF / 4코어 Cat 3 / 4페어	
1등급	Cat 5e / 4페어×2	OF / 2코어 Cat.5e / 4코어×2
2등급	Cat 5e / 4페어	Cat 5e / 4페어×2
3등급	Cat 3 / 4페어	Cat.3 / 4페어

4.1 공동주택의 홈네트워크 모형

공동주택 (예: 아파트)의 경우 통신망은 그림4에서 보는 바와 같이 통신사업자의 전화국사(CO)에서 공동주택의 단지관리실까지 연결되는 가입자액세스망(Subscriber Access Network:SAN), 단지관리실에서 아파트 동별 통신실까지의 구내망(Local Area Network LAN), 동별 통신실에서 건물 간선계와 수평계 배선을 통하여 각 가정까지 연장되는 건물내부망(Building Intra Network: BIN), 그리고 가정내의 홈내부망(Home Intra Network: HIN)으로 구성된다

또한 CATV 방송망은 CATV/SO 건물로부터 HFCN을 이용하여 단지 관리실까지 도착하고 그 이후의 연결과정은 통신과 동일하다. 다만 디지털위성방송(Skylife)에서는 각 세대별로 접시안테나를 설치하여 직접 연결하거나, 공동위성안테나로 수신하는 경우에는 단지관리실에 위성공동수신장치(Satellite Distribution Method-Digital Transmodulator)를 경유하여 각 가정으로 연결되고 있다 SDM-DTM은 위성방송으로부터 송신된 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)신호가 LNB를 통하여 변환된 중간주파수 대역을 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)신호로 재변조하여 케이블선로를 통하여 각 세대로 전송하는 방식이다.

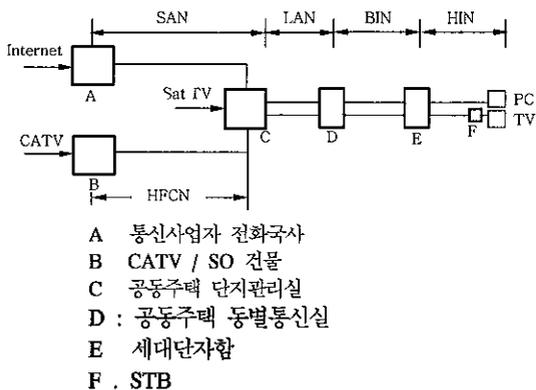


그림 4 공동주택의 FTTH 모형

4.2 단독주택의 홈네트워크 모형

단독주택에서는 광 액세스망의 확대방식에 따라 네트워크 모형이 달라지게 된다. FITC를 기반으로 하는 OLT-ONU방식은 그림5와 같이 세대별인입망(Home Access Network:HAN)과 홈내부망(HIN)으로 구성되고, FTTH를 기반으로 하는 OLT-ONT방식은 그림6같이 홈내부망(HIN)으로만 구성된다

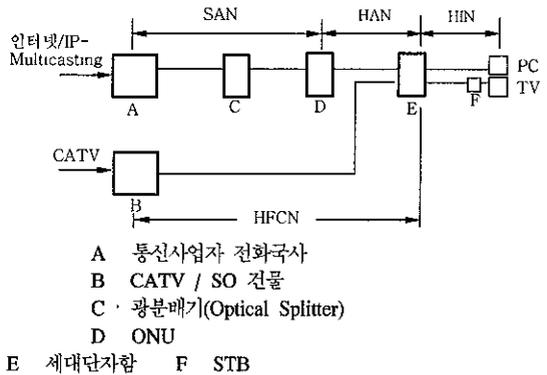


그림 5 FITC기반의 ONU시스템

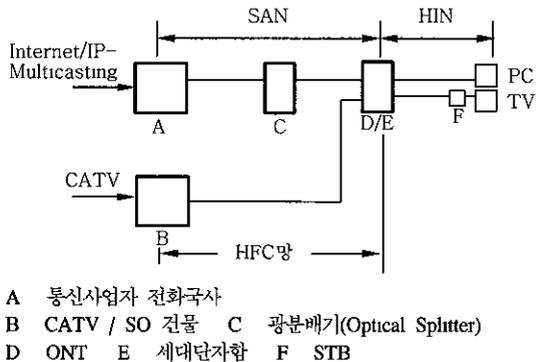


그림 6 FTTH기반의 OLT시스템

4.3 홈네트워크의 범위설정

지금까지 통상적으로 논의되어온 홈네트워크는 범위와 구간이 명확하지 못한 점이 있었다. 앞으로 통신과 방송의 융합을 전제로 한 광대역통합망으로서의 홈네트워크의 범위와 구간을 다음과 같이 구체적으로 정리한다

- 1) 공동주택의 경우, 가입자 액세스망(SAN)은 통신사업자가 광케이블(SMF)을 설치하고, 구내망(LAN)도 일반적으로 광케이블(SMF)로 구성되고 있다. 앞으로 광대역 성능으로 개선되어야 할 부분이 건

물내부망(BIN)과 홈내부망(HIN)이므로 이 구간을 홈네트워크 범위로 정한다.

- 2) 단독주택의 경우, 가입자 액세스망(SAN)은 공동주택의 경우와 마찬가지로 통신사업자가 광케이블(SMF)을 제공하고 있다. 이때 홈네트워크 범위는 세대별인입망(HAN)과 홈내부망(HIN)으로 정한다.
- 3) 그리고 홈내부망(HIN)에서 PC 및 주변기기가 연결되는 구간(E-PC)을 HIN 1, STB가 연결되는 구간(E-F)을 HIN 2, STB에서 TV단말기까지 구간(E-TV)을 HIN 3으로 구분한다.

이것은 음성전화, 고속인터넷 위주의 통신서비스와 CATV, 지상파TV, 위성TV를 대상으로 하는 방송서비스를 하나의 전송미디어에 통합 전송한다는 기본구상에서 네트워크의 범위를 지정하는 것이다.

V. BcN에 유통될 서비스별 전송대역폭 분석

5.1 인터넷과 비디오 전송

통신부분에서 가장 핵심적인 서비스는 인터넷이다. ADSL 방식을 사용하는 경우, 하향 8 Mbps(max.)이고 상향은 1 Mbps이며, 개량형인 ADSL-2의 경우 12 Mbps이고, ADSL-2+에서는 16 Mbps까지 제공될 수 있다. 그리고 VDSL 방식에서는 이론적으로 12.96Mbps에서 55.2Mbps사이의 데이터 전송속도를 대칭형으로 제공한다. 그리고 web surfing은 5 Mbps, Game에서는 2 Mbps, 영상정보검색에서는 4 Mbps가 소요된다고 보아[12] 인터넷서비스는 10 Mbps 대역폭이면 충분하다고 본다.

VoD는 TV기반의 고품질 주문형 비디오서비스로 제공되는 경우에는 MPEG-2 압축기술에 의하여 4~6 Mbps로 전송되고, Web기반의 양방향 VoD는 MPEG-4에 의하여 5 Mbps로 전송된다.[13] 그리고 HDTV기반의 IP VoD서비스나 IP STB기반의 실시간 양방향 VoD의 경우에는 20 Mbps의 대역폭이 확보되어야 한다 [9].

영상회의(Video Conference)서비스는 화질수준에 따라 차이가 있으나 일반적으로 1~20 Mbps의 전송속도를 사용하고 있으며 고품질 영상전송의 경우 30 Mbps의 대역폭이 필요하다 [3]. IP Streaming Video Service는 IP-Multicastng 또는 IP-Broadcasting서비스로 불리며, 현재의 고품질 DTV 수준에서는 20 Mbps의 속도로, 그리고 HD급의 비디오 전송의 경우에는 60 Mbps까지 거론되고 있다. 여기에서는 고품질 비디오 전송을 위한 실용적인 전송대역폭은 20

Mbps로 설정한다.[5]

5.2 유선 홈링크, 무선 홈네트워크 및 홈 오토메이선

유선 홈링크에서 전화회선을 이용한 데이터 통신을 위하여 Home PNA 기준이 있으며 1Mbps(1.0), 10Mbps(2.0)와 100 Mbps(3.0)의 전송속도를 설정하고 있다. 또한 LAN과 홈네트워크에서 IP data 전송을 위하여 IEEE 802.3에서는 전송속도와 MAC(media access control)을 규정하고 있다. 여기에서 전송속도는 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps로 정하고 MAC은 CSMA/CD와 BUS 방식을 지정하고 있다 [14]. 특히 IEEE 1394에서는 PC주변기기에 하드디스크나 CD-ROM 등의 대용량기억장치, 스캐너나 프린터 그리고 비디오 캡처 기능을 갖는 영상기기 등 가정용 멀티미디어기기의 이용을 고려하여 100~400 Mbps의 전송속도를 정하였다. 그러나 최근에는 이 전송속도를 더욱 향상시켜서 800~3200 Mbps까지 규정하고 있다.

한편 무선LAN 규격으로 IEEE 802.11b가 있으며 이것은 2.4GHz 대역의 주파수와 CSMA/CD 방식의 MAC 프로토콜을 사용하고 있으며, CCK (Complementary Code Keying) 변조방식에 의하여 전송속도는 100m까지 11 Mbps(max)를 지원한다. 그리고 5GHz대역의 주파수를 사용하는 IEEE 802.11a의 경우에는 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용하여 최대 54 Mbps의 전송속도를 지원한다 [14]. 그리고 무선 홈네트워크 규격은 IEEE 802.15 (Bluetooth)로 규정되어 있으며, 2.4GHz 대역에서 GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) 방식을 이용하여 10m반경에 1 Mbps의 데이터를 전송할 수 있다. [14]. 유선 홈네트워크에서와 마찬가지로 Audio, Video와 IP data 전송을 위하여 Wireless 1394를 규정하고 있으며, 이때 전송속도는 70 Mbps이다. 그리고 보다 광대역전송을 위하여 IEEE 1394 + UWB (Ultra Wide Band)를 신설하여 그 전송속도는 100~400 Mbps로 상향 조정되었다. 각종 가전제품의 자동제어, 전기, 수도, 가스 사용량의 원격검침과 홈 시큐리티를 위한 대역폭은 전체적으로 보아 1 Mbps로 설정하고 있다 [9].

5.3 지상파 방송, 디지털 위성TV 및 CATV

지상파 아날로그 TV(예 : NTSC)의 채널당 주파수 대역폭은 6 MHz이고, 위성DTV의 중계기당 대역폭은 27 MHz이다. SDI(Serial Digital Interface) 표준

에 의하여 SDTV의 소요대역폭을 계산하면 약 270 Mbps가 되고, HDTV의 경우에는 약 1.485 Gbps가 소요되고 있다 이러한 광대역 TV신호는 효율적인 전송을 위하여 압축기술에 의하여 협대역 신호로 전환하여 전송하게 된다. 일반적으로 아날로그 TV신호는 약 4 Mbps 정도로 압축하여 전송되고, SDTV신호는 MPEG-2 규격의 MP@ML (Main Profile at Main Level)에 의하여 15 Mbps (max.)로, HDTV의 경우는 MPEG-2 규격의 MP@HL (Main Profile at High Level)에 의하여 80 Mbps (max)로 압축전송할 것을 규정하고있으나[15] 실용적인 전송대역폭은 SDTV에서 5 Mbps, HDTV의 경우는 20 Mbps로 설정한다

그리고 위성TV는 하나의 증계기로 전송 가능한 다중화된 총 데이터량은 34 35 Mbps이며 방송사업자는 이 대역폭을 SDTV와 HDTV의 실용적인 채널당 소요대역폭을 고려하여 적정하게 분할하여 사용한다. 위성으로부터 송신된 신호는 접시안테나로 모아져서 LHCP (Left Hand Circular Polarization)신호만 수신되어 LNB (Low Noise Block Down Converter)에서 증폭 및 주파수 변환이 이루어진다 LNB는 11.7~12 GHz대역의 수신주파수를 하향 변환하여 950~1250 MHz의 신호로 바꾼다 튜너는 원하는 채널의 신호를 선택하며, 선택된 신호는 중간주파수로 변환되어 IF-BPF를 통해 인접채널 및 잡음을 제거한 후 QPSK 복조기를 통해 복조되어 디지털 신호가 된다

채널선택은 두번의 과정을 거치게 되는데 먼저 튜너에서 해당채널을 선택하고 다음에 MPEG 역다중화기에서 원하는 채널의 패킷만 선택하고 다른 채널의 패킷들은 버린다. 패킷이 암호화(scrambling)되었을 경우에는 수신자의 자격에 따라 해당 패킷을 복조화(descrambling)하게 되고 이 선택된 비디오신호는 MPEG-2 디코더에서 압축된 디지털영상신호를 복구한다 복구된 디지털영상신호는 NTSC 인코더를 통해 아날로그 영상신호로 변환되어 TV로 출력된다 앞으로 셀폰이나 위성DMB단말기 등이 홈네트워크에 연결될 수 있어 이에 필요한 소요대역도 사전검토가 필요하다 2~10 GHz 대역의 이동통신단말기는 2~10 Mbs가 소요되고, 30~40 GHz 대역의 위성 DMB의 경우에는 20~155 Mbps가 요구되고 있다.[16]

CATV도 일반 TV와 마찬가지로 1채널은 6 MHz 대역(down stream)이고 대역내 (In Band)디지털 채널은 64 QAM 방식으로 변조하면 25 Mbps로, 256 QAM/16VSB 방식으로 변조하는 경우에는 40 Mbps가 소요된다 그리고 대역외 (Out of Band)채널은 QPSK 변조하게 되고, 대역내 아날로그 채널의 경우는

NTSC RF AM-VSB방식에 의하여 변조된다 그러나 CATV는 통상 MPEG-2규정에서 정하고 있는 SP@ML에 의하여 압축 전송되므로 대역폭은 15 Mbps이다.

CATV의 홈네트워크 장비에는 옥내분배기와 홈터미널(HTU: Home Terminal Unit)이 있다 홈터미널은 각 가정에 설치하여 다채널 영상서비스를 가능하게 하는 장치로서 일방향용 홈터미널과 양방향용 홈터미널이 있다. 일방향용 홈터미널(One-Way Home Terminal)은 일반적으로 CATV 컨버터 라고 하며, 중요한 두가지 기능으로는 첫째 다채널 TV신호에 대한 선국 기능이 있고, 두번째는 채널 데이터 및 계약 데이터를 보내고 특정한 가입자에 대해서만 유료프로그램을 제공하는 디스크램블(descrambling) 기능이 있다 쌍방향 홈터미널(Two-Way Home Terminal)은 일방향 홈터미널 기능에 추가하여 쌍방향 데이터통신을 할 수 있도록 한 것이다

한편 HFC망에서는 데이터전송을 위하여 하향에 30 Mbps, 상향에 10 Mbps를 사용하고 있으며, 이 전송속도는 DoCSIS 2.0 (Data over Cable System) 표준에 의한 기준이다 [8] 한편 미국에서는 고화질 데이터 전송모드(high data rate cable mode)에 38 58 Mbps로 규정하고 있다.[17]

5 4 주요 서비스별 소요대역폭의 선정

지금까지 LAN과 홈네트워크를 위하여 제시된 전송속도를 기초로하여 주요서비스별 소요대역폭을 정리하면 표4와 같다. 그리고 통신과 방송의 융합을 위한 광대역 홈네트워크의 소요대역폭을 결정하기 위하여 다음과 같은 조건을 설정한다.

- 1 통신과 방송의 통합수용을 위하여 FTTH를 기반으로 하는 광대역통합망을 구축한다 그리고 공동주택에서는 AON방식이나 PON방식을 선택적으로 사용할 수 있으나 기술성, 경제성, 사업성을 고려하여 AON방식을, 단독주택의 경우에는 PON방식을 적용한다.
- 2 각 가정에서 최대로 PC 2대와 TV 4대가 동시에 사용된다 CATV는 100채널이 제공되며 이중에서 디지털채널이 50% (이중 HDTV는 10%)와 아날로그 채널이 50%로 전송된다 위성TV도 100채널이 서비스되며, HDTV 채널 10%, 디지털채널 90%로 전송된다.
3. AON방식에서는 가정내의 STB에서, PON방식에서는 OLT에서 채널선택이 이루어지며, 방송신호는 중첩방식(overlay)에 의하여 통신채널과 통합된다.

표 4 홈네트워크의 서비스별 소요전송대역

서비스	대역폭 (Mbps)	단말기
고속인터넷	10	PC
VoD / EoD	20	TV/PC
Web Surfing	5	PC
Game	2	PC
영상회의	20	PC/TV
CATV/ 위성TV		TV
HDTV/채널	20	
SDTV/채널	5	
ATV/채널	4	
IP-broadcasting/채널	20	PC/TV
원격검침, 가전제어	1	PC/Mobile

먼저 AON방식으로 구성하는 경우에는 건물내부망(BIN)에는 약 13 Gbps의 전송속도가 필요하고, 홈내부망에서 HIN 1에는 약 20 Mbps(max), HIN 2에는 약 1,250 Mbps, HIN 3에는 약 20 Mbps(max)가 소요되며 그 내역은 다음과 같다

- PC 20 Mbps×2대 = 40 Mbps
- CATV 20 Mbps×10ch = 200 Mbps
- 5 Mbps × 40ch = 200 Mbps
- 4 Mbps × 50ch = 200 Mbps
- 위성TV : 20 Mbps × 10ch = 200 Mbps
- 5 Mbps × 90ch = 450 Mbps
- 원격검침, 가전제어 1 Mbps
- 합계 · 1,291 Mbps

PON방식인 경우에는 세대별인입망(HAN)에서 약 121 Mbps의 전송속도가 신출되며, 홈내부망에서 HIN 1에는 약 20 Mbps(max), HIN 2에는 약 80 Mbps, HIN 3에는 약 20 Mbps(max)가 소요대역폭이 되며 그 내역은 다음과 같다

- PC : 20 Mbps × 2대 = 40 Mbps
- TV : 20 Mbps × 4대 = 80 Mbps
- 원격검침, 가전제어 : 1 Mbps
- 합계 · 121 Mbps

그러나 홈내부망(HIN)의 경우 IEEE 1394 에서 정하고 있는 멀티미디어기기의 이용을 고려하면 전송속도는 800 Mbps이상 수 Gbps까지 소요된다

VI. 결론

통신과 방송의 융합을 전제로 하는 BcN형 홈네트워크의 소요대역폭을 정하기 위하여는 먼저 홈네트워

크의 범위를 기술적인 면에서 구체화하여야 한다. 공동주택의 홈네트워크는 건물내부망(BIN)과 홈내부망(HIN)으로 구성되고, 단독주택에서는 세대별인입망(HAN)과 홈내부망(HIN)으로 구분한다

홈네트워크의 전송속도를 구간별로 정리하면 BIN에는 약 1.3Gbps이상, HAN에는 약 150Mbps이상이 소요된다 그리고 HIN에서 방송연결부분은 상당한 전송속도를 요구하고 있다 즉 AON방식으로 구성하면 약 12Gbps이상, PON방식의 경우에는 약 80Mbps이상이 소요되고 있다. 그리고 PC 및 주변기기의 연결에는 약 20Mbps이면 충분하다 그러나 앞으로 멀티미디어기기의 사용에 대비하여 홈랜(home LAN)방식으로 구축한다면 800Mbps이상 수Gbps가 소요될 것이다.

참고 문헌

- [1] 진대제, Broadband IT Korea, April 2004
- [2] 정보통신부, IT 839 전략, May 2004
- [3] 송호영, 국내외 FTTH기술, FTTH시범사업 결과 보고서, pp.77-106, 2004
- [4] 김진권,김종안,박형진,김진희, FTTH 구축을 위한 KT WDM-PON 개발현황, 2004 정보 통신설비학회 하계학술대회 논문집, pp.190-194, 2004
- [5] 장병수, Home Network: KT's Vision and Strategy, Broadband World Forum Seoul 2004 발표논문, May 2004
- [6] 정규성, Home Vita, 2004 홈네트워크 구축 솔루션세미나 논문집, pp.42-60, 2004
- [7] 오윤제, FTTH기반 디지털홈, FTTH시범사업 결과보고서, pp.121-134, 2004
- [8] 전호인, Home Networking System, Broadband Home Networking과 인력양성세미나 논문집, pp.135-181, 2004
- [9] 박형진, FTTx technology issues and trend, Broadband World Forum Seoul 2004 발표논문, May 2004
- [10] 박진상, BcN구축 및 FTTH 활성화전략, FTTH 시범사업 결과보고서, pp.4-16, 2004
- [11] 서태석,초고속정보통신 건물인증제도, FTTH시범사업 결과보고서, pp.57-64, 2004
- [12] 염남환, KT의 홈네트워크 솔루션, 2004 홈네트워크구축 솔루션세미나 논문집, pp.3-8, 2004
- [13] 박상택, 광주 E-PON기술시범, FTTH시범사업 결과보고서, pp 41-53, 2004

- [14] James F. Kurose, Keith W. Ross, Computer Networking, Addison Wesley, pp. 462-487, 2003
- [15] 정갑관, 문종환, 안세영, 디지털방송기술, 도서출판 차송, pp. 218, 2002
- [16] 이명성, Mobile Network Strategy for Convergence Age, Broadband World Forum, Seoul 2004 발표논문, May 2004
- [17] Arch Luther, Andrew Inglis, Video Engineering, McGraw-Hill, Third Edition, pp.185-191, 2003

이 정 욱 (Jung-Wook Lee)



1968년 2월 : 연세대학교 전기공학과 졸업(학사)
1973년 2월 : 서울대학교 행정대학원 졸업(석사)
1970년 5월 : 제5회 기술고등고시 합격
1979년 5월 : 체신부 전남전신전

화건설국장

1997년 7월 : 한국전기통신공사 부사장
1999년 7월 : 한국정보인증(주) 대표이사
2003년 9월 : 일진전기(주) 부회장 (현)
2004년 2월 : 한국POF통신포럼 의장(현)
<관심 분야 > FTTH, BcN, 홈네트워크, POF