

FTTH 개요 및 기술동향

1. FTTH(Fiber to the Home)

1-1. 개요

○ FTTH(Fiber to the Home)는 궁극적으로 일반 대역폭의 광통신을 구축하는 기술로서, 각 가정에 구축된 광통신을 통해 최대10Mbps에서 수Gbps급에 이르는 전송대역폭을 지원함으로써 고품질 영상 및 멀티미디어 서비스를 가능하게 한다.

○ 현재 전화선, 케이블TV, 기타 케이블 네트워크 등으로 구축되어 있는 가입자망 환경을 광가입자망으로 단순화함으로써 다양한 서비스를 구현할 수 있으며, 이를 통해 음성, 데이터, 영상 등을 통합적으로 지원하는 TPS(Triple Play Service)를 제공할 수 있는 장점이 있다.

○ 현재의 VDSL이나 케이블TV망(HFC)에서도 멀티미디어 서비스를 할 수 있는 기술 지원이 가능하지만, 기본적으로 전화선과 방송선이 갖는 취약성으로 인해 통신사업자가 궁극적으로 지향하는 가입자망은 FTTH라 할 수 있음.

○ FTTH는 이론적으로 대역폭에 한계가 없어 모든 통신·방송 서비스들을 하나의 광케이블을 통해 제공할 수 있고, ADSL 방식과 비교했을 때 망 운영 비용을 50% 이상 절감할 수 있음.

○ FTTH는 기존의 가입자망 구축에 비해 초기 투자비용이 다소 높은 단점이 있으나, 사업자에게는 새로운 서비스 제공을 통한 신규사업 기회와 안정된 네트워크 품질로 운용 유지보수 비용의 혁신적 절감 등이

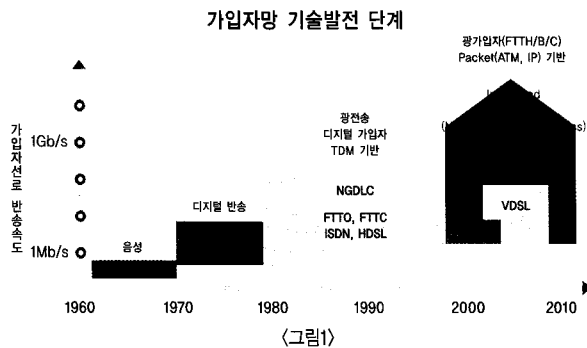
가능해 선진국 통신사업자들은 FTTH망 구축에 힘을 기울이고 있음.

○ 국가차원에서 FTTH가 단지 하나의 통신기술 차원을 넘어서 콘텐츠와 양방향 영상산업 등 관련 산업 분야의 시너지 효과를 가져올 수 있는 국가 경쟁력의 주요요소로서 인식되고 있음.

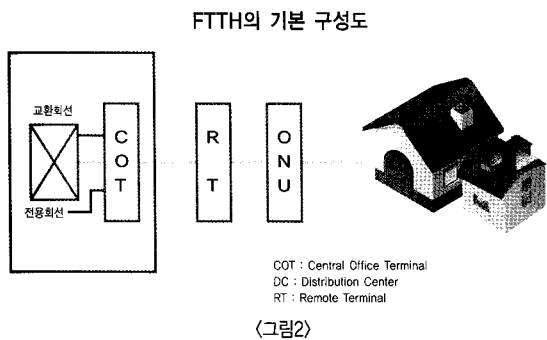
구분	VDSL	FTTH	HFC
전송속도 상황(하향)	최대 50(30)Mbps	최대 100(100)Mbps	DOCSIS 1.0: 최대 10(40)Mbps 평균 1(4)Mbps DOCSIS 2.0: 최대 30(40)Mbps 평균 5(7)Mbps
유효 전송거리	1Km	10Km 이상	500m(동축) 중복기 사용시 수십 Km 이상
제공가능 서비스	일반전화/VoIP 인터넷 PC/TV 기반 VOD	일반전화/VoIP 인터넷 PC/TV 기반 VOD HFC 기반 서비스 수용	VoIP 인터넷 CATV TV 기반 VOD
장점	대용량/양방향 데이터 서비스제공 우수	- 실시간 방송제공가능 - 대용량/양방향 데이터 서비스제공 우수	실시간 방송제공 우수
단점	실시간 방송 제공의 한계점	높은 투자비용	- 대용량/양방향 데이터 서비스제공 한계 - 음성서비스 제공의 한계
개발현황	실시간 제공의 한계를 극복하기 위해 multicasting 기술 개발	저가형 광소자 및 광 관련 부품기술 및 저장 광기술 개발	- Terayon은 DOCSIS 2.0 기반의 CMTS 장비를 최초로 인증 및 장비 상용화 - 상향 노이즈 감소 기술 개발 - 주파수 대역 확장 추진

1-2. 발전단계 및 구성

○ 광가입자망의 구축 단계를 보면, 제1단계로 대용량 가입자까지 광케이블을 포설한 FTTO(Fiber to the Office), 제2단계는 수요밀집지역까지 광케이블을 포설하는 FTTC(Fiber to the Curb), 최종적으로 3단계는 가입자 댁내까지 광케이블을 포설하는 FTTH 형태로 발전하고 있음(그림 1) 참고.



○ 〈그림 2〉에 FTTH의 기본구성도를 나타내었으며, 광가입자 접속장치(ONU : Optical Network Unit)를 가입자 가정마다 설치하고, 전화국 내의 COT(Central Office Terminal)와 각 가정 내의 ONU까지를 광케이블로 연결함으로써 초고속 대용량 정보 전송에 적합한 FTTH를 구축하게 됨.



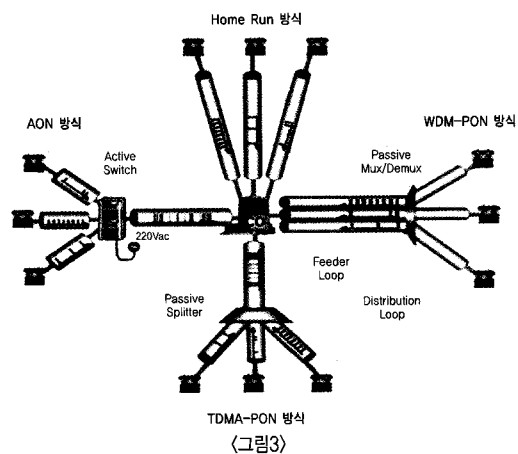
2. FTTH(Fiber to the Home) 기술동향

2-1. FTTH 구축방식

○ FTTH 구축기술은 크게 PTP(Point-to-Point) 방식과 AON(Active Optical Network) 방식, 그리고 PON(Passive Optical Network) 방식의 세 가지로 구별할 수 있음(그림 3) 참고.

○ 세계 각국은 이들 세 가지 FTTH 기술 중 현재 채택 있는 인프라 수준과 미래 통신사업 전략에 따라 서로 다른 기술방식을 채택해 서비스를 도입하고 있음.

FTTH 구축방식



가. PTP 방식

○ PTP 방식은 통신국사에서 상향으로는 기가비트 포트와 하향으로는 24개 내지 48개의 100Mbps 포트를 가진 스위치 장비를 설치하고, 각 가정에 설치되는 단말기 장치까지 일대일로 직접 광케이블을 연결하는 가장 단순한 구조임.

○ 현재 일본 전력회사들의 FTTH 서비스에 많이 사용되는 방식으로, 통신 중앙국으로부터 반경 15Km 이내의 각 가정으로 단일 코어를 가진 광케이블을 연결해 양방향에서 100Mbps급 이상의 초고속, 대용량 통신환경을 제공하고 있음.

○ 이 기술은 망 구축 및 장비의 관리와 운용이 매우 편리하고 신속하다는 장점이 있지만, 광케이블의 소요가 많은 것이 단점으로 지적되고 있음.

나. AON 방식

○ AON 방식은 다수의 광 기가비트 인터넷 포트를 가진 스위치를 집단 거주지에 두고 가입자 수만큼의 100Mbps급 광 포트를 지원할 수 있도록 수십 대의 광 패스트 인터넷 스위치를 연결해 초고속 서비스를 지원함.

○ 이 방식은 아파트 단지와 같은 공동주택 환경에 쉽게 적용할 수 있는 모델로 아파트 관리동의 통신실에 광 기가비트 스위치와 TFS를 위한 각종 서버 및 주변장비들을 두고 보안 및 자동화용 단말기를 인터넷으로 용이하게 접속할 수 있음.

○ 아파트 단지 내의 세대간 및 경비실을 포함한 각종 생활 편의시설로 활용이 가능하고, 저렴한 장비가격으로 구축할 수 있는 특징이 있음.

○ AON 방식은 광케이블을 공동주택 통신실에 설치된 능동형 광 가입자 접속장치(ONU)까지 연결하고, ONU와 연결된 DSLAM 또는 LAN 스위치가 각 가정까지 전화선 또는 LAN 케이블을 통해 서비스를 배분함.

○ 현재 대부분의 서비스 사업자들은 공동주택 통신실 또는 단지함까지 광케이블을 끌어오고, 공동주택내에서는 가정내 벽면에 설치되어 있는 LAN 케이블 또는 전화선을 이용하여 인터넷 LAN 또는 VDSL 방식으로 서비스하는 형태로 제공하고 있음.

○ AON 방식의 FTTH 국제 표준 기술 규격으로는 2004년 6월 IEEE 802.3ah EFM 워킹 그룹이 제정한 100BASE-BX, 1000BASE-BX가 있음.



다. PON 방식

○ PON 방식은 크게 시분할 다중방식의 TDM-PON과 파장분할 다중방식의 WDM-PON으로 나눌 수 있으며, TDM-PON은 다시 ATM-PON과 Ethernet-PON(GE-PON)으로 구분됨.

① ATM-PON

○ ATM-PON은 FSAN(Full Service Access Network Consortium)에 의해 차세대 일반 가정 가입자를 대상으로 쌍방향성의 광대역 서비스를 제공하기 위한 액세스 망의 목표 아키텍처로 제안됨.

○ FSAN이 선택한 프로토콜이 ATM이고, 망 구조는 PON으로써 ATM-PON은 ITU 표준(ITU-T Rec. G.983)으로 채택됨.

○ 보편적으로 ATM-PON의 구축비용을 줄이기 위해 양방향 전송에 단일 광섬유를 이용한 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 기술을 채택하고 있음.

○ UNI 인터페이스는 ATM, STM, 10/100BaseT 이더넷 등으로 정의되고, SNI는 ITU-T G.967.1(VB5.1) 및 G.967.2(VB5.2)를 따르며, ATM-PON 시스템과 관련된 표준은 FSAN/ITU-T G.983에 준함.

② Ethernet-PON

○ Ethernet-PON은 ATM-PON 표준이 비디오 전송 능력의 부족과 불충분한 대역폭, 그리고 복잡도와 비용적인 면에서 가입자 망에 적합하지 않다고 판단한 몇몇 회사를 중심으로 시작하게 됨.

○ 이들 회사중 Alloptic사는 FTTB와 FTTC 솔루션 개발에 주력하고 있으며, 장기적으로는 단일 플랫폼을 통한 데이터, 비디오, 음성 등의 통합서비스 제공을 위한 FTTH 솔루션 개발이 목표임.

○ Ethernet-PON은 다양한 서비스를 제공하는 다른 가입자 망 솔루션들에 비해 간단하고 효율적이며, 적은 비용으로 구성이 가능한 장점이 있음.

○ Ethernet-PON은 2000년 11월 이더넷 관련 업체들이 IEEE의 후원 하에 Ethernet in the First Mile(EFM) Study Group을 통해 독자적인 표준화를 시작하였으며, 2003년에 최종 표준안이 확정됨.

○ EFM Study Group을 통한 표준화 활동에는 3Com, Alloptic, Aurora Networks, CDT/Mohawk, Cisco Systems, DomiNet Systems, Intel, World Wide Packets 등 많은 회사가 참여하고 있음.

③ WDM-PON

○ WDM-PON은 WDM 기법을 도입, 상하향 채널을 위해 다수의 독립된 파장을 제공하는 광가입자망의 진화구조임. ONU는 다중화된 WDM 신호를 파장으로 분리하여 가입자에게 제공하며, 각 가입자에게 복수개의 파장을 할당하고, 상향/하향 트래픽 역시 파장단위로 수용하는 구조임.

○ 초기 DWDM 장비들은 OC3(155Mbps) 속도가 최저 공급단위였으나, 최근 대부분의 장비업체(Lucent, Alcatel, Ciena, Nortel Networks, Optical Networks 등)들이 그 한계를 100Mbps까지 낮추었으며, Sycamore Networks의 경우에는 45Mbps까지 도달한 상태임.

○ WDM-PON 기술은 전송 프로토콜이 무엇이든 관계없고, 전송 속도 또한 제한이 없으며, QoS의 보장이나 보안 면에서도 우위에 있다는 평가를 받고 있음. 그러나, 아직 장비 가격이 AON이나 GE-PON 방식에 비해 많이 비싼 점이 걸림돌로 지적되고 있음.

2-2. FTTH 핵심부품

가. 광섬유

○ 광섬유는 재질에 따라 크게 석영계, 합성유리, 플라스틱 및 다성분계 광섬유가 있으며, 광통신에는 주로 석영계 광섬유가 사용됨.

○ 용도에 따라서 전송용 광섬유, 증폭기용 광섬유, Grating용 광섬유로 구분되며, 시장규모 측면에서 전송용 광섬유가 가장 크지만 증폭기용과 Grating용 광섬유는 높은 부가가치를 창출함.

나. 광커넥터

○ 광커넥터는 광선로 상에서 광섬유와 광섬유, 광섬유와 소자, 광섬유와 계측기 등의 모든 광섬유의 연결수단으로 사용되는 광통신 부품으로서, 광커넥터의 성능은 페룰(Ferrule)의 홀가공 정밀도와 광섬유의 단면 상태에 따라 좌우됨.

○ 현재 가장 널리 사용되고 있는 광커넥터의 페룰은 세라믹으로 제작되기 때문에 광커넥터의 특성은 세라믹 소재의 가공과 광섬유 소재인 석영의 연마조건에 절대적으로 의존함.

○ 광커넥터의 응용분야가 확대됨에 따라 소형화, 실장밀도의 향상이 점점 더 요구되고 있으며, 다심 광커넥터에 대한 요구도 증가하고 있음.

다. 광커플러

○ 광커플러는 광섬유를 따라 전파되어 온 광을 2개 이상의 광섬유에 분배하거나, 반대로 2개 이상의 광섬유를 통해 전파되어 온 광을 하나의 광섬유에 합성하는 기능을 하는 광부품으로 일반적인 광커플러와 광파장에 따라 광을 분리하는 WDM(Wavelength Division Multiplexer)으로 구분됨.

○ 광커플러는 제작방법에 따라 용융형, 도파로형, 미세광학형 등으로 구분되고, 용융형은 삽입손실 특성이 우수하여 널리 사용되며, 미세광학형은 삽입손실은 상대적으로 크지만 파장분리 특성이 우수하여 주로 WDM용에 사용됨. 도파로형은 다채널로 분리할 때 장점이 있음.

라. 광아이슬레이터

○ 광아이슬레이터는 여러 종류의 광부품 및 장치로 연결된 광섬유 통신망에서 출력단을 통해 나간 광신호가 반사에 의해 잡음을 일으켜 전송효율을 저하시키는 원인을 제거함.

○ 삽입손실과 편광모드분산이 광아이슬레이터의 핵심파라미터이며, 광섬유 증폭기에 필수적인 부품임.

마. 광증폭기

○ 광증폭기는 광 송신기에서 출력된 광신호가 광섬유를 통해 진행되면서 약해지면 전기적인 신호로의 변환없이 광신호의 세기를 크게하여 장거리 전송을 할 수 있도록 하는 부품으로서, 광전/전광 변환기가 필요하지 않기 때문에 증폭기에 비해 크기를 작게 할 수 있는 장점이 있음.

○ 광증폭기에는 광섬유 증폭기, 라만(Raman) 증폭기, 반도체 광증폭기가 있음.

바. 광송수신 모듈

○ 광송수신 모듈은 광송신 모듈과 광수신 모듈이 하나의 패키지내에 집적화된 제품임.

○ 광송신 모듈은 장비에서 신호를 받아 발광소자인 LED 또는 LD(Laser Diode)를 구동하여 광신호로 변환시킴.

○ 광수신 모듈은 광섬유를 통해 전송되어 온 광신호를 수광소자인 PD(Photo Detector)에서 전기신호로 변환하고, 주 증폭기에서 증폭하여 데이터를 장비로 보냄.

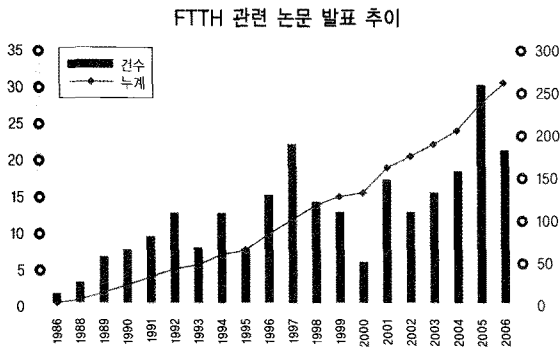
○ 광수신 모듈은 사용되는 전송속도에 따라 100M급, 1G급, 10G급이 있으며, 공동시장을 형성하기 위해 제품별로 표준화하여 호환이 될 수 있도록 하고 있음.

2-3. FTTH 논문 계량분석

○ FTTH에 대한 연구논문 계량분석은 톰슨사가 제공하는 Web of Science 데이터베이스를 이용하여 조사하였으며, Web of Science는 세계적으로 권위있는 8,700여 종의 주요 저널에 대한 깊이 있는 연구 정보를 제공하고 있음.

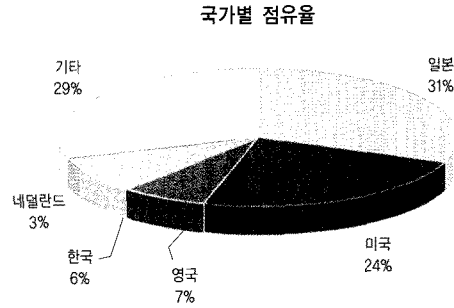
○ Web of Science를 이용하여 연구논문 계량분석을 한 결과, FTTH에 대한 연구논문은 총 258편이 발표되었으며, 1986년에 최초의 논문이 발표된 이후 현재까지 매우 활발하게 연구가 진행되고 있는 것으로 나타남(그림 4) 참고.

○ 특히 1990년대 중반 이후 큰 폭으로 논문의 발표 편수가 증가하고 있어, 이때부터 세계적으로 FTTH에 대한 많은 연구가 진행된 것으로 분석되었음.



(그림4)

○ 국가별로 보면, 일본이 78편으로서 전체 발표논문중 약 31%, 미국이 63편으로 24%를 차지하고 있어 FTTH 기술개발에 일본과 미국이 많은 연구를 진행하고 있는 것으로 나타났음. 그 다음으로 영국, 한국, 네덜란드 등에서 각각 8~18편의 논문을 발표하고 있어 우리나라의 경우 연구개발 투자 측면에서 선진국과 격차가 있는 것으로 판단됨(그림 5) 참고.



(그림5)

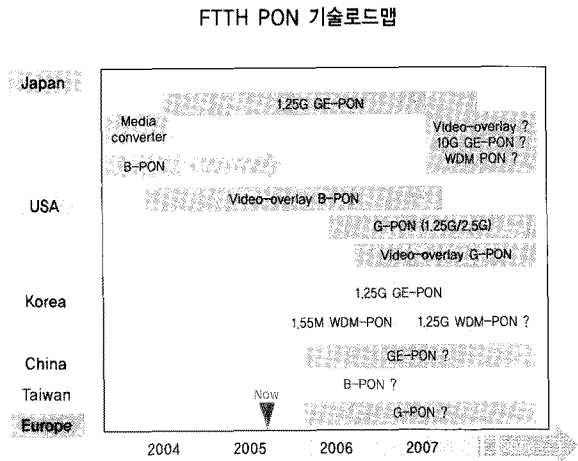
○ 주요 연구기관을 살펴보면, 일본에서는 NTT가 많은 연구논문을 발표하고 있으며, 미국은 AT&T, Lucent Technology에서 연구가 활발한 것으로 분석되었음.

2-4. FTTH PON 기술로드맵

○ 한국전자통신연구원에서 개최된 광통신부품기술워크샵 발표자료에 의하면, 일본은 2004년부터 1.25G GE-PON 서비스를 시작하였고, 2007년부터는 10G GE-PON 또는 WDM-PON을 도입할 계획임(그림 6) 참고.

○ 미국은 2004년부터 Video-overlay B-PON을 서비스 중에 있으며, 2006년부터 1.25G/2.5G G-PON과 Video-overlay G-PON의 도입을 계획하고 있음.

○ 우리나라의 경우, 1.25G GE-PON과 155M WDM-PON을 시범적으로 설치하기 시작하였으며, 향후에는 1.25G WDM-PON도 개발할 계획임.



(그림6) 자료: 이승원, 제5회 광통신부품기술워크샵 발표자료, 2005. 10. 27