

B-ISDN용 가입자 네트워크에 관한 연구

김 경 식

A Study on the Subscriber Network for B-ISDN

Kyung Sik Kim

ABSTRACT

The construction of a FTTH(fiber-to-the-home) can provide a variety of services that are suitable for a very high-speed and large capacity transport, and its realization is raising with a very important nation wide project. At the present time, fiber optics are deployed direct to the subscriber's premises networks for a large business customers, but have to promote system cost reductions technically. In the residential sector, hybrid fiber-coax AM-VSB(amplitude modulation vestigial side-band) CATV(cable television) networks will be upgraded, using digital compression technology to carry a very large number of channels, and will also to have the ability to provide other interactive broadband services. And as fiber optic subscriber networks are extended, a variety of system will be introduced into the overall subscriber networks. Under the circumstances, the modularity of the subscriber networks. Under the circumstances, the modularity of the subscriber unit is key to the system. The ATM(asynchronous transfer mode) based passive optical network module provides subscribers access to different network such as N-ISDN (narrowband integrated services digital network) and the public switched telephone networks, and service providers such as VOD(video on demand) servers. Therefore, it is expected that B-ISDN(broad-band ISDN) based on ATM will be capable of meeting the evolving broad-band multimedia communication requirements and will offer residential customers services such as videophone, digital VOD, and HDTV.

서 론

최근 전 세계적으로 광대역 종합서비스 디지털 네트워크(B-ISDN : broadband integrated services digital network)의 도입과 이에 이용되는 광섬유의 사용에 관한 많은 문헌들이 보고 되고 있다. 이것은 다른 주요 사회 기반구조와 마찬가지로, 통신망의 발전도 장기간에 걸쳐 이루어지고 있으며, 네트워크의 발전도 끝없이 계속되는 과정으로써, 항상 기존의 시스템과 새로운 시스템이 상호 병존하는 특징을 보이고 있다. B-ISDN으로의 발전도 예외일 수 없으며, N-ISDN이 기존 시스템과 공존할 수 있도록 개발 시나리오를 구성하는 것이 필수적인 전제조건이다.

결국은 가입자 네트워크 까지 광섬유로 이루어지는 통신망의 실현을 목표로 세계 각국들은 계획을 세워 진행 중에 있으며, 우리나라도 한국통신의 주도하에 이 계획을 진행 중에 있다. 이 계획들의 공통점들은 가까운 장래에 업무용 고객들을 중심으로 광가입자 케이블을 포설하는 FTTO (fiber-to-the-office)를 구축하는 것으로, B-ISDN의 전송 모드로는 CCITT(international consultative committee for telephone and telegraph)에 의해서 표준화된 비동기 전송모드(ATM : asynchronous transfer mode)를 사용하여 경제적인 서비스를 제공한다. 이 경우 ATM 기술이 공중통신망에 도입되고 고속 데이터망과 영상 통신망들을 수용하게 되어 본질적인 B-ISDN 시대가 열리며, 개인 통신을 가능케하는 첨단연결 시스템들이 개발됨으로써, ATM은 통신망 내의 전화국간 신호망에 도입되어 통신망 데이터 베이스와 전화국간의 효율을 높여줄 것이다. 이즈음 기존의 협대역 전송망은 대용량의 ATM 전송망으로 전환될 것이고 FTTH (fiber-to-the-home)를 실현시키는 주

거용 가입자까지 광섬유가 포설됨에 따라 ATM이 B-ISDN의 확실한 기반이 될 것이며 이 경우 코히런트 광파기술이 기반이된 보다 집적화되고 고도화된 광기술이 실용화 될 것이다.

본 연구는 이와같은 전 세계적인 사업에 대하여 주요 몇 나라의 개발계획과 한국통신의 개발방안을 개략적으로 알아보고, 가입자 네트워크 중심의 기술개발로 이들 네트워크들의 기술방법과 그들의 현 상황 및 앞으로의 개발을 위한 정책들을 알아보고자 한다.

광가입자 네트워크의 구축현황

광가입자 네트워크 구축의 필요성은 구미 선진국들을 중심으로 1970년대 후반부터 인식되기 시작하여 1980년대 부터 지리적 상황과 기술수준, 인구밀도, 제공 서비스에 따라 여러가지 형태의 광가입자 네트워크들이 활발이 연구되어 1980년대 후반부터 광가입자 네트워크들을 구축하기 시작하였다. 가입자 네트워크의 대부분은 전화국 또는 원격노드(node)에서 수 킬로미터 이내에 있는 가입자를 연결해 주는 것인데, 1990년대에 들어서서는 고속 데이터 및 광대역 영상 서비스가 대형 빌딩뿐 아니라 일반 가입자에게도 제공되기 시작하였다.

미국의 경우, 민간 통신회사들에 의해 주도되고 있으며, 주거지역들에 광섬유의 배치를 위해 ADS (active double star)와 PON (passive optical network) 같은 FTTC (fiber-to-the-curb) 시스템을 개발하고 있다. 특히 벨 통신 연구소 (Bellcore)에서 개발된 람다네트(LambdaNet) 광가입자 네트워크는 매우 좁은 출력 스펙트럼(spectrum) 폭을 가지는 DFB (distributed feedback) 레이저를 이용하여 각 노드에 고유의 파장을 할당하고 그 각각의 파장을 통하여 음성,

데이터 및 영상신호를 전송한다. Gb/s단위의 전송 속도와 패킷(packet) 정보의 교환도 가능하다. 스타커플러(star coupler)는 전송된 각각의 파장을 WDM(wave-length division mutiplexer)로 다중화하여 각 노드에 전송하고 각 노드는 파장역다중화 과정을 통하여 원하는 파장인 신호를 선택할 수 있게 한다. Fig. 1은 일반적인 대규모 업무용 가입자 네트워크 구조를 나타낸다.

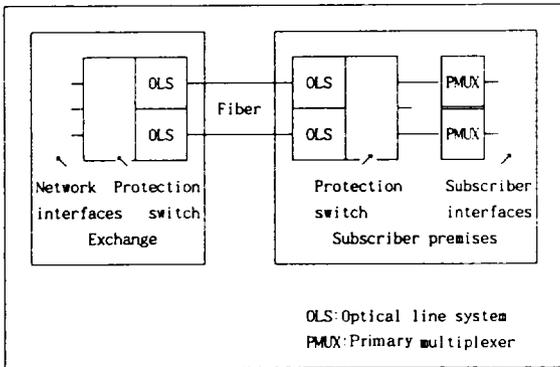


Fig. 1. Delivery technique for large businesses.

일본의 경우 POTS(plain old telephone service)로 부터 고속 및 광대역 서비스까지 다양한 서비스를 제공하기 위하여 NTT(Nippon telegraph and telephone corporation)는 광섬유 케이블들을 도입하고 있다. 특히 1993년 도쿄의 중심 상업지역에 Chiyoda 시험 플랜트를 NTT가 구축하였으며, 이 프로젝트를 통해 대규모 광가입자 시스템을 실현하고 있다. 이 계획은 큰 업무용 분야의 미래 수요를 충족시키기 위해 고안된 통신 기반구조로서, FTTO 개념을 기초로 광섬유 케이블들을 사무실 빌딩에 연결하는 대규모 상업적 시도이다. 이 영역은 약 1.2 평방 킬로미터이고, 약 8만 대의 전화 가입자와 2만8천 임대회선들로

이루어지며 백여개의 사무용 빌딩들을 수용한다. 이 광섬유 케이블 네트워크는 미래 수요를 충족시키기 위해 총길이 11.3 킬로미터에 1000선로의 광케이블로 이뤄진 4개의 링들로 되어 있다. Fig. 2는 이 플랜트의 시스템 배열을 나타낸다. CT(central terminal) 대신 가입자 LXM(line crossconnect module)들로 모든 RT(remote terminal)들이 종단되며 LXM은 한 RT내의 가입자들을 두개 이상의 디지털 스위칭 시스템들로 분배할 수 있다.

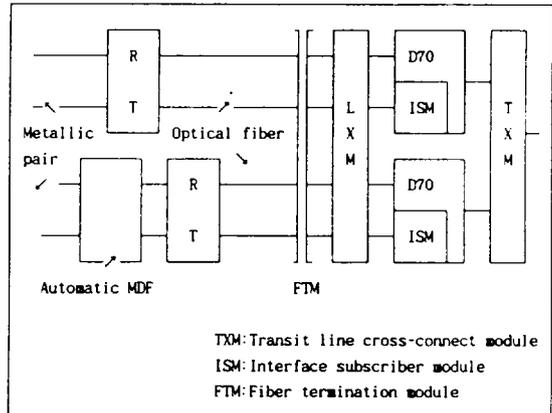


Fig. 2. Chiyoda plant system wnfiguration.

유럽의 경우에는, EC(European economic community)의 RACE(research and development in advanced communication technologies in Europe) 프로그램에 의해 주도되고 있으며, 1992년에는 RACE 프로젝트가 수십 Gb/s 단위의 데이터 처리속도에 집중하였다. 특히 이 프로젝트의 R1012에서는 저가의 루프와 ATM 스위칭 기술로 광범위한 광대역 서비스들을 지원할 수 있게 개발되었다. Fig 3은 ATM 연결에 의해 서비스를 제공할 수 있음을 보여 주며, SDH(synchronous digital hierachy)에 기초를 둔 프레임(frame) 전송 양식을 지원할 수 있다.

RACE 프로젝트 R2001에서는, 각 송수신자들이 서비스를 제공하는 수많은 LRC(local routing center)에 기초를 둔 광대역 가입자 네트워크를 고안하였다. 송신자로부터 온 신호들은 총 비트율이 약 2.5 Gb/s까지 되는 전송을 이루기 위해 LRC에서 시간 다중화하며, 많은 컴퓨터 통신 이용자들이 제공하는게 일반화되고 있다.

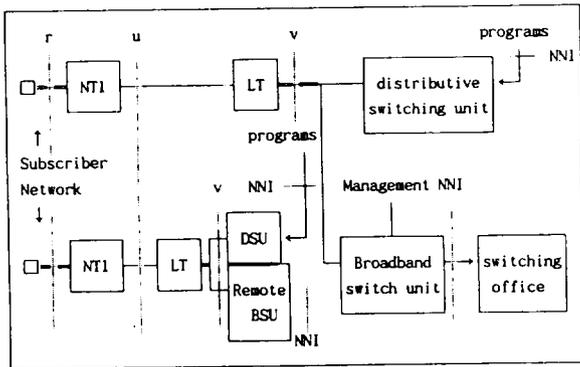


Fig. 3. Architecture in RACE project R1012.

우리나라의 경우, 단계적 광가입자 네트워크의 확대 보급을 도모하고 있다. 초기 단계는 FTTO 단계로 대용량 업무용 가입자와 신설 아파트 단지에 우선적으로 대처하는 것이다. 곧 제공될 CATV 서비스도 이 광가입자 선로를 통해 제공하여 통신과 방송의 통합이 이루어지게 된다. 광가입자 네트워크의 구조는 대형 건물 또는 아파트 단지내에 RT를 설치하고 전화국에 COT(central office terminal)를 두며 그 사이에 광 케이블을 포설하게 된다. 이 경우에 POTS, N-ISDN, CATV 등의 서비스가 제공될 것이다. 1997년경, 기존의 동선은 광섬유로 교체하기 위해, 적당한 수의 가입자들과 트래픽(traffic)들을 수용하는 ONU(optical network unit)를 설치하여 기존 동선의 가입자들과 광섬유의 RT 사이를 중계토록 하는 FTTC를

구축하게 된다. 이 단계에선 음성, 데이터, 팩스, 영상통신, CATV 등의 서비스가 제공될 것으로 보인다. 최종 단계는 2010년 경에 보편화될 FTTH 단계로 전체가 광 선로화되어 유지보수 및 관리기능이 보다 단순화 되며, 이중 링 구조를 사용하여 PPS(path protection switching) 기능을 수행하는 자기치유의 장점을 가진다. RT는 SAP(service access point)을 거쳐 가입자의 ONU까지 광 케이블로 연결되며, 전송방식은 ATM 방식이 가입자 네트워크에 도입될 것이다. 양방향 통신을 위한 시분할 다중화(TDM: time division multiplexing) 방식과 CATV를 위한 주파수분할 다중화(FDM: frequency division multiplexing) 방식 및 고속 대용량 서비스를 위한 DWDM(dense wavelength division multiplexing) 방식을 사용하여 서비스를 제공할 것으로 보인다.

광가입자 네트워크의 개발방향

지난 수 년간에 걸쳐 이룬 주요 업적으로, 비디오 코딩(video coding) 분야에서의 비용감소와 품질개선은 단일 네트워크를 통해 수많은 비디오 채널들의 수송을 가능케하였다. 3년전, 1 Gb/s 네트워크에서 단순한 코딩기술들로 20여개의 방송 TV 채널들까지 배달 가능하였다. 그러나 지금은 유사한 품질로 250여 채널들이 동일 대역폭내에 공급될 수 있다. MPEG2(moving picture experts group 2)에 의하면, 스포츠 프로그램들과 같은 급격한 운동을 수반하는 내용에는 다소 더 많은 대역폭이 필요하지만, 4Mb/s 정도로 양질의 방송용 비디오 코딩이 가능하다. MPEG2는 20Mb/s 영역의 HDTV용으로 확장될 수 있다. 가입자들의 장비를 모두 교체하는 것을 피하기 위해

서는, 기존 아나로그 AM-VSB (amplited modulation vestigial sideband) 채널들이 네트워크 상에 보존되어야 하며 이 경우 네트워크에 추가적인 대역폭 증가가 필요하다. 비디오가 4Mb/s 정도에서 MPEG2와 같은 압축 방법을 사용하여 디지털로 부호화 된다면 약 240채널의 디지털 비디오가 추가로 지원될 수 있다. VOD(video-on-demand)는 그 특성으로 보아 전화보다 더 긴 통화시간을 가지는 서비스이며, 240개의 추가 채널로는 2000정도의 고객으로 이루어진 영역에 적절한 양질의 서비스를 제공하지 못한다. 이저은 VOD 서비스의 수요가 증가함에 따라 네트워크가 더욱 분리될 필요가 있으며 수백 정도의 가입자 영역으로 세분화될 필요가 있다.

업무용 고객들의 요구들이 새로운 광대역 멀티미디어 서비스 분야에서 급증할 전망이다. 이것은 기존의 협대역 서비스들을 위해 설치된 시스템 용량보다 더 높은 용량의 시스템들을 필요로 하게 된다. 대규모 고객들의 경우는, 더 높은 전송속도와 ATM 환경을 향한 집중하는 추세이지만, SDH 본위의 시스템들로 잠시동안 대처될 것이며, 중규모 이하의 경우는 더 높은 용량의 PON들이 출현해서 ATM 운송을 대처할 전망이다. 주거 영역에선 CATV, 유료TV, VOD, 게임들과 같은 광대역 서비스들에 대한 수요는 예측하기 힘들며, 본질적으로 지역에 따라 가변할 수 있는 것이다. 중요한 것은 큰 비용부담 없이 예측되거나 예측되지 않는 광범위한 서비스 범위에 대처할 수 있는 고도의 융통성 있는 구조를 개발하는 것이다.

이와 같은 주요 사항들을 고려하면 예측되는 가입자 설비는 NT1, NT2, 터미널 어댑터와 같은 많은 기능들을 통합하고, APON(ATM-based PON) 엑세스 네트워크에 인터페이스(interface)하는 ATM 서비스 다중화기로 작동하여야 한다. 상이한 가입자 응용들로부터 나오는 데이터는,

이 가입자 장치에서 ATM 양식으로 변환되며, 결과적으로 만들어지는 ATM cell들은 하나의 데이터 스트림(stream)으로 다중화되어 APON 전송 시스템에 보내진다. APON 전송 시스템으로부터 수신된 ATM cell들은 자체의 VPI(virtual path identifier)와 VCI(virtual channel identifier)에 의하여 역다중화(demultiplex) 된다. 전원과 전원 백업(battery backup) 및 OAM(operation and maintenance)와 같은 공통기능들은 Fig. 4와 같은 가입자 장치내에서 수행되어야 하며, 이와같은 가입자 장치의 모듈화가 APON 시스템에 중요하다. 이 장치는 일련의 LIM(line interface module)들에 기초를 두고 모든 서비스 변환 기능들이 서비스별과 보오드별로 제공되도록 각각의 PCB(printed circuit board) 상에서 수행된다.

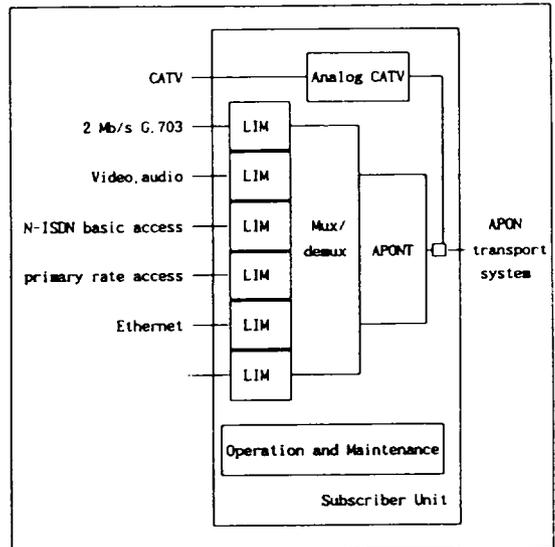


Fig. 4. Functional architecture of subscriber unit.

이 LIM들은 POTS와 N-ISDN과 같은 기존의 서비스들을 제공할 뿐 아니라, 디지털 TV 분배, Ethernet, 프레임 리레이, CCITT 권고 기준점(reference point) 인터페이스 등을 위한 비디오 복호기들과 같은 미래 서비스들도 제공할 것이다.

결 론

초고속 대용량 전송에 적합한 FTTH의 구축은, 다양한 서비스들을 제공할 수 있으며 이의 실현은 매우 중요한 국가 사업으로 대두하고 있다. 현재, 대규모 업무용 고객들에 광섬유가 직접 가입자 장비에 까지 포설되고 있으나, 기술적으로 장비의 가격인하와 축소화가 진전되어야 한다. 주거용 분야에서, 광섬유와 동축 케이블의 혼성된 AM-VSB CATV 네트워크들이 디지털 압축 기술을 사용하여 매우 많은 수의 채널들을 처리할 수 있게 개량되고, 다른 대화형 광대역 서비스들도 제공할 수 있는 능력을 가지게 되며, 광섬유 가입자 네트워크들이 확산됨에 따라, 다양한 시스템들이 전체 가입자 네트워크에 도입될 것으로 보인다. 이와같은 상황에서 가입자 장비의 모듈화된 설계는 중요한 의미를 가진다. APON 모듈은 가입자들이 표준 인터페이스들을 통해 N-ISDN과 PSTN 및 VOD 서비

스 같은 다른 네트워크에 액세스할 수 있게 한다. 그러므로 ATM에 기초를 둔 가입자 네트워크들은 광대역 멀티미디어 통신의 필요조건들을 충족시킬 수 있으며, 따라서 비디오 전화, 디지털 VOD, HDTV 등과 같은 서비스를 제공받을 것으로 생각 된다.

이와같은 효율적인 가입자 네트워크를 구축함에 있어서 경제적 정책적 요소들이 기술 요소들과 서로 관련된 현 상황 하에서, 종합 정보 통신망의 구축에 소요되는 총체적 비용과 종합적으로 제공되는 서비스 수요의 상관관계를 파악하여야 가입자 네트워크의 구축범위를 유추할 수 있다. 그러나 이러한 복합적 검토의 배경에는 가입자 네트워크가 보편적인 정보사회 구현의 초석으로써 기존의 전기 통신 서비스 뿐아니라 새로운 수요를 창출할 서비스의 제공이 선행조건이며 현실성 있는 데이터를 축적하여 수많은 문제점들을 극복하여야 할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] Aoyama, T., I. Tokizawa and K.I. Sato, "ATM VP-Based Broadband Networks for Multimedia Services," IEEE Commun. Mag., vol.31, no.4, pp.30-39, April 1993.
- [2] Burson, A.F. and A.D. Baker, "Optimizing Communications Solutions," IEEE Commun. Mag., vol.31, no.4, pp.15-19, Jan. 1993.
- [3] Clarke, D.E.A. and T. Kanada, "Broadband: The Last Mile," IEEE Commun. Mag., vol.31, no.3, pp.94-100, Mar. 1993.
- [4] Cook A. and J. Stern, "Optical Fiber Access-Perspectives Toward the 21st Century," IEEE Commun. Mag., vol.32, no.2, pp.78-86, Feb. 1994.
- [5] De Albuquerque, A.A., A.J.N. Houghton, and S. Malmros, "Field Trials for Fiber Access in the EC," IEEE Commun. Mag., vol.32, no.2, pp.40-48, Feb. 1994.
- [6] Duncanson, J., "Inverse Multiplexing," IEEE Commun. Mag., vol.32, no.4, pp.34-41, April 1994.
- [7] Gallardo J.R. and J. Sanchez,

- "Omission and Ambiguities in CCITT Recommendation Q.921." IEEE Commun. Mag., vol.32, no.2, pp.88-94, Feb. 1994.
- [8] Haendel, R. and M.N. Huber, Integrated Broadband Networks, Addison-Wesley, pp.41-111, 1991.
- [9] Hawley, G.T., "Historical Perspectives on the U.S. Telephone Loop," IEEE Commun. Mag., vol.29, no.3, pp.24-31, Mar. 1991.
- [10] Karshmer, A.I., and J.N. Tomas, "Computer Networking on Cable TV Plants," IEEE Network Mag., vol.16, no.6, pp.32-40, Nov. 1992.
- [11] Kim, Kyung-Sik, "The Architectures of Customer Networks for ISDN," University and Computer, vol.9, pp.11-13, May. 1994.
- [12] Kodama, T. and T. Fukuda, "Customer Premises Networks of the Future," IEEE Commun. Mag., vol.32, no.2, pp.96-98, Feb. 1994.
- [13] Le Boudec, J. et al., "Flight of the FALCON," IEEE Commun. Mag., vol.31, no.2, pp.50-56, Feb. 1993.
- [14] Lee Byeong-Gi, M. Kang and J. Lee, Broadband Telecommunications Technology, Artech House, pp.37-101, 1993.
- [15] Miki, T., "Towaed the Service-Rich Era," IEEE Commun. Mag., vol.32, no.2, pp.34-39, Feb. 1994.
- [16] Mochida, Y., "Technologies for Local-Access Fiberling," IEEE Commun. Mag., vol.32, no.2, pp.64-73, Feb. 1994.
- [17] Olson, D.W. et al., "Operating and Powering Optical Fiber," IEEE Commun. Mag., vol.32, no.2, pp.74-77, Feb. 1994.
- [18] Rowbothan, T.R., "Local Loop Developments in the U.K.," IEEE Commun. Mag., vol.29, no.3, pp.50-60, Mar. 1991.
- [19] Schwartz, B.K., "The Analog Display Services Interface," IEEE Commun. Mag., vol.31, no.4, pp.70-75, April 1993.
- [20] Shumate, P.W., et al., "Evolution of Fiber in the Residential Loop Plant," IEEE Commun. Mag., vol.29, no.3, pp.68-76, Mar. 1991.
- [21] Tenzer, G., "The Introduction of Optical Fiber in the Subscriber Loop in the Telecommunication Networks of DBP TELEKOM," IEEE Commun. Mag., vol.29, no.3, pp.36-50, Mar. 1991.
- [22] Verbiest, W., et al., "FITL and B-ISDN: A Marriage with a Future," IEEE Commun. Mag., vol.31, no.6, pp.60-66, June 1993.
- [23] Wakui, Y., "The Fiber-Optic Subscriber Network in Japan," IEEE Commun. Mag., vol.32, no.2, pp.56-63, Feb. 1994.

- [24] Weippert, W., "The Evolution of the Access Network in Germany," IEEE Commun. Mag., vol. 32, no. 2, pp. 50-55, Feb. 1994.