

FTTH 수동 광가입자망 기술 소개 및 진화 방안

김종안*, 김대영**

KT BcN*, 충남대 정보통신학과**

An introduction of FTTH Passive Optical Network and Deployment Strategy

Chongahn Kim*, Dae Young Kim**

KT BcN, CNU InfoCom Eng. Dept

E-mail : cakim@kt.co.kr*, dykim@cnu.ac.kr**

Abstract

In this paper, we explain a various fiber to the home technology and give some important standardization status. And, passive optical networks which are WDM-PON, Ethernet PON and/or Gigabit-PON will be mainly deployed in populated subscriber area and multiple dwelling units with taking great advantage of OPEX. And finally we discuss FTTH deployment strategy with low capital cost.

I. 서론

FTTH 는 서로 다른 형태의 다중화 방법을 이용하여 다양한 형태의 망구조를 펼 수 있는데 크게 4 가지 즉, Point to Point(PTP), Active Optical Network(AON), Passive Optical Network(PON) 그리고 논리적으로 PTP 라고 할 수 있는 WDM-PON 방식을 들 수 있다.

한편, KT 에서는 파장당 100Mbps 를 전송하는 FTTH 용 WDM-PON 을 이미 상용화하였으며, 현재는 저가화를 위한 기술 개발이 이루어지고 있다. 기존의 개발된 100Mbps WDM-PON 의 경우, 회선당 비용을 획기적으로 낮추기 위해 저출력 광원 기술, 사용파장대역 변경, 온도제어 기술, 시스템 집적도 기술 등을 개발하여 획기적으로 저가화되고 있으며, 광주 지역 FTTH 망 구축에 적용되어 IPTV, NPVR, EoD 등의 FTTH 서비스와

함께 가입자에게 제공될 계획으로 있다. 2005 년에 약 1,500 회선 구축할 계획이며, 올해 성과를 바탕으로 확장 구축할 계획이다.

II. FTTH 도입 배경

가입자망은 전화국 노드, 가입자 AP(단자함) 노드, 그리고 이 두 노드를 연결하는 단일링크로 구성된 비교적 간단한 시스템이 수십만 개가 배열되어 있는 구조라 할 수 있다. 이러한 망을 루프라고 부르는데 각 루프는 다른 루프로서 대체될 수 없으며 각 루프는 독특한 논리적인 회선과 대응된다. 결국 가입자망은 일반적인 망에 적용되는 기술과는 다른 별개의 기술이 적용되어야 하는 독자적인 망기술 분야로 세심하게 다루어져야 한다. KT 의 경우, 현재의 가입자망은 대부분 동선으로 되어 있고 동선케이블의 전송손실제한에 따라 가입자 수용구역이 제한된다. 이들 동선 선로는 전송손실, 고주파 전송에 한계가 있어 광대역서비스를 위해서는 전송특성이 불충분하다. 한편, 최근의 VDSL 의 경우에는 상향/하향 속도 6.4Mbps/52Mbps, 3Mbps/25Mbps 혹은 양방향 13Mbps 를 최대 1.5Km 까지 제공할 수 있지만 가까운 미래의 광대역 멀티미디어 수요(약 64Mbps 이상)를 수용하기에는 역부족인 상황이다. 기존의 동선케이블은

100Kbps ~ 52Mbps 에 이르는 전송속도를 가지고 있지만 거리에 제한적이며, 미래의 광대역 수요를 충족하기에는 역부족이다. 결국 이를 해결할 수 있는 방안은 FTTH 망구축이다. 광케이블은 전송특성이 아주 우수하고, 전기적 장애가 없으며, 다양한 다중화 기술을 이용하여 미래의 광대역 수요에 적극 대처할 수 있으며, 트랜시버, 수동광소자 등의 가격 하락 추세 등을 감안하면 가입자망에 광케이블을 택내까지 도입하여야 하는 이유는 자명하다

III. FTTH 광가입자망 기술

현재, FTTH 의 대안으로 제시되는 PON 기술은 크게 Wavelength Division Multiplexor - Passive Optical Network(WDM-PON)와 Ethernet-PON(EPON)이다. 본 고에서는 이 두가지 기술의 표준화 현황을 설명하고자 한다.

3.1 EPON

EPON 의 개발은 IEEE802.3ah Working Group 에서 1G/10G 광역망(WAN)-LAN 연결에서 ATM 과 IP 사이의 프로토콜 변환 필요성을 제거할 목적이었다. EPON 은 초기에 단일 플랫폼 상에서 데이터, 비디오 및 음성을 전달하기 위해 Full-Service FTTH 를 실현할 장기적 목표를 가지고, FTTB(FTT-Business)와 FTTC(FTT-Curb) 개발에 집중했다. EPON 은 광대역 저비용, 더 다양한 서비스 능력을 제공하지만 망구조는 G.983 권고안과 비슷하거나 그것을 고수하고 있다. EPON 구조는 ATM 에 비해 상대적으로 적은 비용과 장비가 간단하여 망에 쉽게 적용이 가능하며 융통성 있는 서비스 제공이 가능하다. 그림 1 은 EPON 의 표준 망 구성이다. OLT 와 ONU 간에는 이더넷프레임이 사용되며, 논리적 도달거리는 10 또는 20Km 이다. 수동 광분배기는 16 분기 또는 32 분기를 보통 사용하며 최대 64 분기까지 가능하다.

3.2 WDM-PON

WDM-PON 에서는 피더링크의 광케이블은 공유하더라도 각 가입자의 트래픽은 개별 파장에 실리어 전송된다. 따라서 논리적인 측면에서는 PTP 의 구조와 흡사하다고

할 수 있다. 그러나, RN 에서 PON 스플리터를 이용하여 피더링크를 공유하는 면에서는 상기에서 서술한 PON 구조와 다를 바 없고 RN 에 능동소자도 없다. 그림 2 와 같이 OLT 는 다중 파장을 RN 에 전송하고, RN 에서는 각 가입자에게 하나 또는 그 이상의 파장을 각 가입자 (ONU)에 분기하여 전송한다.

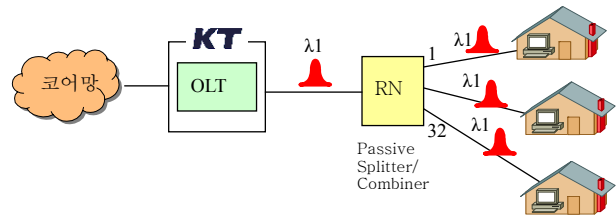


그림 1 EPON 망구성

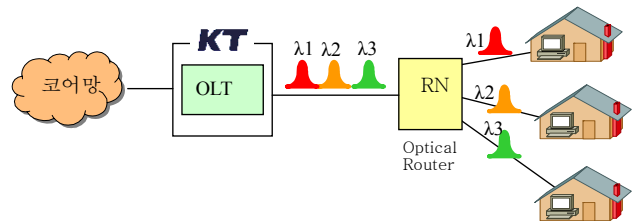


그림 2 WDM-PON 망구성

WDM-PON 망은 각 가입자들이 개별적인 파장(Lambda) 링크에 접속되므로 광대역 트래픽 처리, 업그레이드 용이, 보안성 등에서 뛰어난 특징이 있다. WDM 은 최근까지도 코어망에 Dense WDM 등이 적용되었으나 상대적으로 작은 시장규모, 패키징, 광축정렬, EDFA 사용 등의 어려움, 분기 power budget 등의 문제점으로 투자 비용이 비싼편이어서 가입자망에 쉽게 적용하기 어려운 측면이 있었다. 한편, KT 에서는 100M WDM-PON 상용화를 완료한 상태이며, 이의 저가화를 위한 기술 개발을 추진 중이며, 파장당 1.25Gbps 를 전송하기 위한 광모듈 개발에 착수하였다.

IV. 표준화 현황

이더넷을 이용하여 가입자망을 구축하는 경우 많은 장점을 있으므로 현재 세계적으로 이더넷을 이용하여

가입자 영역의 망을 구축하기 위한 활발한 노력들이 있으며 대표적인 표준 연구 기관은 Full Service Access Network(FSAN)와 IEEE802.3ah 을 들 수 있다. 또한 FTTH 를 보다 구체화하고 각국의 규제 및 서비스 등을 토의하는 FTTH council 도 중요한 단체이다. 본 장에서는 FSAN 과 IEEE802.3ah EFM 의 현재 표준화 동향을 살펴보고, FTTH council 에 대해 간략히 소개하고자 한다.

1. FSAN

1995 년 유럽의 통신사업자를 중심으로 하여 결성한 FSAN 의 OAN WG 은 ATM-PON 규격을 마련하여 ITU-T Rec. G.983.x 로 표준화한 그룹으로 기존 ATM-PON 설계개념을 차용하여 Gigabit capable PON 으로의 발전을 꾀하고 있다. 또한 WDM 기술을 응용한 WDM-PON 의 표준화 이슈가 활발한 상태이며, 파장당 1Gbps 및 10Gbps 를 포함한 광범위한 논의를 벌이고 있다.

2. IEEE 802.3ah

Ethernet PON 은 LAN/MAN 표준 위원회 산하 WG 에서 2001.11 Ethernet in the First Mile(EFM) SG 이 결성 되었으며, 2001.7 부터 현재의 subtrack 별로 각종 기술적 이슈 등을 정리하였다. 주요 참여 기관으로는 CISCO, AllOptic, Broadcom, Passave 등 제조사 중심으로 부품, 시스템 및 서비스업체를 포함하는 80 여개 회사의 200 여명에 달하는 인원이 참여하고 있는 중요 산업주도 표준화 단체이다.

3. FTTH Council

미국에서 FTTH 보급은 그리 활발하지 못한 채 소규모 프로젝트로 지역 정부 등에 의해 이루어지고 있다. 이런 배경하에 2001 년 결성된 FTTH Council 은 FTTH 시장 환경 조성을 위하여 교육, FTTH 솔루션 제시 등의 활동을 하는 비영리 단체이다 [<http://www.ftthcouncil.com/>]. 비록 기술적 표준화 활동 등은 진행하지 않지만, FTTH council 은 미국내에서의 FTTH 활성화를 위해 미 정부의 정책적 배려가 절실함을 주장하고 있고, 다른 국가에서의 FTTH 프로젝트 사례를 충분히 검토하여 정책적 규제, 시장 환경, 신규 서비스의 발굴 등을 통하여 최적의 솔루션을 찾을 것을 주장하고 있어 국내의 FTTH 망구축에 있어 시사

점을 될 것으로 보인다.

V. FTTH 로의 진화방안

가입자망은 KT 의 연간 투자액 중 상당 부분이 집중되는 분야이며, 자산 규모로도 KT 전체 자산의 절반에 이르는 아주 중요한 부분이다. 나날이 점증하고 있는 경쟁환경을 감안하면 KT 의 유선 가입자망은 생존 전략상 가장 중요한 부분이라고 할 수 있으며, 가입자망에의 투자전략이 잘못되면 그 영향은 막대하며, 그 효과 또한 오랫동안 지속되어 KT 의 성장 잠재력을 갉아먹는 요소가 될 것이다. KT 의 지속적인 성장을 위하여 광대역 인터넷, 멀티미디어 서비스 및 미래의 신규 서비스에 대비하여 기존 가입자망의 개선 및 신규 투자가 필요 불가결하다. 그러나 가입자망은 교환이나 국간 전송분야와 달리 단기간에 완성될 수 있는 것이 아니다. 현재 KT 의 당면문제로서는 가입자선로 세분화의 시행으로 경쟁사업자와의 경쟁구도에서 우위를 확보하기 어렵게 되었으며 동선기반의 초고속데이터서비스의 시설이 전체의 88%를 점유하므로 경쟁사 대비 전송속도 저하의 주요인이 될 수 있다. 그리고 200 세대이상 APT 단지(약 8,000 단지)중 3,408 단지에 FTTC 망 구축이 43%로 경쟁사의 6,400 단지(80%)에 비해 매우 열세이다. 또 post ADSL 인 VDSL 사업에 대비해서 기 공급된 장비(DSLAM, FLC, B-WLL, Ntopia 등)에서 VDSL 적용여건은 현재 힘든 상태이다. 이러한 문제를 해결하고 지속적인 성장 잠재력을 유지하기 위해 장,단기적으로 전체 차세대 네트워크 진화과정에서 가장 적합한 광가입자망의 구축이 필요한 시점이다.

세계적인 광가입자망 구축추세는 FTTC 및 HFC(Hybrid Fiber Coax) 구도에서 점차 가입자에게 다가가는 구조 즉, FTTH 로 진행되고 있다. KT 의 경우 FTTC 는 이미 메가패스사업을 통해 다양한 형태로 진행되어 있다. Ntopia(FTTC+LAN SW, FTTC+VDSL), 메트로이더넷, IP VDSL(FTTC+DSLAM) 등의 초고속 인터넷 서비스가 그것이다. 따라서 점진적인 FTTH 광가입자망에로의 진화를 모색해야 하는데 현실적인 대안으로 PON 망을 이용하여 FTTH 로의 진화 단계를 설정하는 것이다. PON 의 Fiber 공유 특성 및 분배망에서의 수동광소자 사용 등은 광가입자망을 경제적으로 구축하는데 있어서 중요한 특징 중의 하나이다. 진화 단계를 설정하는 것

어서 두단계를 고려해 볼 수 있는데 1 단계에서는 PON 장비를 이용하여 FTTH 초기 시장진입을 시도해 볼 수 있고, 2 단계에서 PON+ WDM-PON 장비의 혼합 활용으로 시장 활성화를 노려볼 수 있을 것이다. PON 망은 APON/GPON 과 EPON 망구성을 고려할 수 있다. 음성(TDM) 및 영상서비스에는 QoS 관리가 유리한 APON/GPON 이 대안이 될 수 있으며, IP 변환과정이 필요없는 EPON 은 데이터서비스에 유리하다. 그러나 서비스별로 APON/GPON 과 EPON 을 혼합 구성하는 투자비용, 유지보수 등을 고려할 때 현실적인 대안으로 보기는 어렵고, 비즈니스 지역, 소규모업체 등 서비스 품질에 민감한 지역/가입자에게는 APON/GPON 이 적합해 보인다. 그리고 상대적으로 고속의 데이터서비스를 선호하는 가입자는 EPON 을 공급하는 것이 FTTH 망 완결의 시작 단계로서 적절한 대안으로 판단된다. 중기 FTTH 보급 단계에서는 WDM-PON 의 DWDM 의 기술과 고분기율 기술을 사용하여 광 전송 용량을 확대하고, GPON/EPON 등의 가입자 트래픽 다중화 기술을 접목한 형태로 FTTH 확산을 피하여야 할 것으로 보인다. 이 경우 개별 가입자에게 고유의 파장을 할당하기 위한 WDM 분기 기술이 관건이다.

초고속 인터넷 사업이 점차 포화상태에 접어들고 안정화됨에 따라 새로운 신규 서비스 창출 및 보다 고속/고품질의 FTTH 보급에 나서야 할 것이다. 그리고 선결 조건으로 여겨졌던 고속대용량 광대역서비스를 제공하는 데 대한 경제성 즉, 스플리터와 고가의 소자가격이 하락하고, 광네트워킹장비가 성숙해지면 그동안 경제성이 없어 투자가 미루어졌던 FTTH 구조의 광가입자망이 빠르게 보급될 것으로 보인다. 현재의 초고속인터넷 서비스를 위한 광가입자망은 이미 ADSL 기술을 넘어 VDSL 기술로 대체되고 있다. 이들 VDSL 기술은 대체로 AON 즉, FTTC+ VDSL 망구조로 보급되고 있고, 동선에 의한 ADSL 망의 상당 부분을 대체할 것으로 보인다. 그리고, PON 은 품질관리의 우수성, 광공유 특성을 활용하여 비즈니스 지역, 소호를 중심으로 적용될 것으로 보인다. FTTH 로 가는 전단계로서 PON 기술은 상당히 매력적인데 일반 가입자 지역 즉, 주거지역에는 PON(EPON 혹은 GPON)을 중심으로 한 광가입자망 구축이 이루어질 것으로 보인다. PON 망의 ONT/ONU 에서 가입자 댁내까지는 기존의 동선을 활용한 IP-VDSL 형태가 되거나 UTP 케이블을 이용한 Ethernet 형태가 주종을 이룰 것으로 전망된다.

V. 맺음말

광가입자망은 다양한 다중화 방법 및 망 구조 솔루션이 존재한다. 이들 다양한 솔루션은 나름대로의 장.단점을 가지고 있다. 하지만 광가입자망의 진화 단계 관점에서 볼 때, 이들 솔루션 중 절대적 경쟁 우위에 있는 솔루션은 존재하지 않는다. 하지만 가입자는 경제적 이면서 고속/고품질의 서비스 욕구가 보다 증대될 것이며, 통신사업자는 경제성 등을 고려하여 지속적인 성장이 가능하고 미래의 신규수요에 유연히 대처할 수 있는 FTTH 광가입자망으로의 망 구축에 매진할 것으로 보인다.

그러나 FTTH 를 위해 다음과 같은 광가입자망 구축 문제점을 극복하여야 할 것으로 보인다. 첫째, 기존의 초고속인터넷 사업자는 DSL 또는 CATV 통신망 구축에 대규모의 투자를 집행했으며, 지금도 진행 중인 상태에서 FTTH 를 위한 막대한 규모의 신규 투자가 쉽지 않다. 둘째, 지역적인 특성을 고려한 FTTH 보급이다. 도시지역과 농촌지역은 인구밀도가 확연히 다르고, 지형적 특성 즉, 조밀한 주택군과 산, 강으로 분리되어 있는 농촌지역은 경제적 측면에서 고려해야 할 특성이 있다. 셋째, 저비용의 운용 유지 및 미래의 신규 수요에 적응할 수 있는 기술 및 망구조를 고려해야 한다. 넷째, unbundling 과 같은 정부의 정책적 규제와 이에 따른 통신서비스 사업자간의 다양한 사업환경도 문제가 될 수 있다.

참고문헌

- [1] 김진희 외 3, “초고속 광가입자망 기술”, 한국통신학회, 2002
- [2] 송길호, “FTTH 전략”, TPS 워크샵, 2 월, 2003
- [3] M. Sirbu, “FTTH Technology,” FTTH council, Oct. 2002
- [4] ITU-T Rec. G.983.1 “Broadband Optical Access Systems Based on Passive Optical Networks (PON),” Oct. 1998
- [5] John A Jay, “An Overview of International Fiber to the Home Deployment,” Corning Optical Fiber, Oct. 2002