

主 題

초고속 광가입자 전송기술

한국통신 김진희, 유건일, 김운하

차 례

- I. 서 론
- II. 초고속 광가입자 기술 현황
- III. 초고속 광가입자 기술 전망
- IV. 결 론

I. 서 론

새로운 천년을 시작한 인류는 지구전체를 하나의 촌으로 묶어내기 위하여 크게 두 가지 일을 착수하고 있는데, 그것은 교통수단과 정보통신망의 고속화라고 할 수 있다. 이것을 인체로 비유한다면 전자는 대동맥을 의미하고 후자는 중추신경에 해당한다. 말 그대로 지구가 고도로 발달된 혈맥과 신경을 가진 고등생명체로 진화하고 있는 것이다. 정보화사회에서 초고속 통신망은 국력을 이끌어 내는 인프라 역할을 한다. 따라서 모든 선진국가에서는 초고속 정보통신망을 구축하기 위해 국가적인 프로젝트를 수행하고 있다. 국간 전송은 대용량 정보전송을 제공하기 위한 파장분할 다중화(Wavelength Division Multiplexing, WDM) 기술이 더욱 확대될 것이다. 또한, 망 내부에서는 신호의 광전 변환이 없는 전광 망(All Optical Network)의 형태가 도입될 것으로 판단된다. 국간 망에 비해서 더욱 더 큰 시장규모를 가지고 있는 가입자 전송분야는 가격적으로 매우 민

감한 요인을 내재하고 있기 때문에, 망 사업자와 제조업자는 다양한 가입자에게 초고속 정보 통신망을 제공하는데 있어서, 경제적인 측면과 망의 효율성 문제를 두고 어떤 솔루션을 제공할 것인가에 대하여 광범위하고 포괄적인 연구를 수행해오고 있다. 국간 망이 비교적 통일된 형상을 추구하고 나가는 반면, 광가입자망은 상당히 다양한 추세로 발전해 나가는 것을 볼 수 있다. 여러 가지 연구 결과물을 살펴보면, 광가입자망의 궁극적인 솔루션은 가정마다 광케이블이 포설되는 FTTH가 될 것으로 의견을 모으고 있지만 중간 솔루션은 매우 다양한 형태로 전개된다. 즉, 기존에 포설된 동선을 그대로 활용하는 여러 가지 디지털 가입자 선로(DSL) 기술과 광케이블과 DSL 기술이 혼합된 형태인 FTTC를 고려할 수 있다. 그리고 동축 케이블과 광케이블의 혼합된 형태로서 HFC가 있는데 이것이 좀더 구체화된 것이 바로 MCNS(Multimedia Cable Network System)라고 할 수 있다. 그 외에도 무선환경에서 초고속 정보통신 서비스 제공을 추구하는 무선 LAN등이 있으며 여기

에 PON, 메트로 이더넷, 그리고 MSPP기술이 가세하고 있는 형국이다.

상기 방안들 중에서 절대적으로 유리한 방식은 존재하지 않는다. 다만, 대상의 지리적 여건과 수요의 밀집성, 사용자가 요구하는 서비스 대역폭, 망 사업자의 특성, 현재 포설된 망의 형태에 따라서 적절한 방식으로 적용되는 것이 타당하다고 할 수 있다. 그러므로 과도기에 가입자에게 초고속 정보통신 서비스를 제공하기 위해서는 각 국가와 지역의 실정에 맞는 광가입자망 기술을 선정하여야 하며, 이 때 우선적으로 고려해야 할 요소는 망 구축을 위해 투자되는 경제적인 측면과 기술적인 측면이라 하겠다. 또한, 광가입자망을 구축해 나가는 과정에서 망의 진화에 대한 시나리오를 고려해야 한다. 즉, 궁극적으로 정보화 사회에서 개별 가입자가 어느 정도의 대역폭을 요구할 것인가를 가늠하여 유연성 있는 장비와 망의 구조를 도입해야 할 것이다. 일반 개인용 컴퓨터나 가전제품에서 소비자의 이중적인 욕구가 두드러지는데, 그것은 가격 저하와 성능향상에 대한 무한한 욕구이다. 이러한 성향은 현재와 미래의 다양한 광가입자 기술이 가격과 대역폭에 의해 기술선택이 이루어질 소지가 크다고 하겠다. 본 고의 2장에서는 고속 성장을 거듭하고 있는 ADSL기술 중심의 광가입자 전송 기술 현황에 대해 살펴보고, 3장에서는 Post-ADSL중심의 광가입자 전송기술에 대해 전망하고, 마지막으로 결론을 맺는다.

II. 초고속 광가입자 기술 현황

지난 몇년동안 초고속인터넷 가입자는 그림 1처럼 꾸준한 증가세를 보이고 있으며, KRNIC에 따르면 9월말 기준으로 국내 초고속 인터넷 총공급수는 약 780만 회선으로 기술방식별로는 xDSL 57%, CATV 32%, 아파트 LAN 11%로 한국통신과 하나로 통신에서 주력하고 있는 xDSL방식이 주류를

이루고 있으며 그중에서도 ADSL이 가장 증가율이 높다. 이와 같이 ADSL의 급성장은 여러 요인이 작용하지만 첫째, 정부의 강력한 IT산업 지원 정책 및 결과적인 IT산업체의 생성을 가져왔고, 둘째 경쟁체제 도입으로 낮은 요금으로 나온 서비스를 제공하였다는 것이다. 한국에서의 인터넷접속 요금은 타국가에 비해 아주 값싸게 제공되고 있다. 세번째로 아파트와 같은 주거밀집지역이 월등히 많다는 것이다. 이는 사업자의 투자비용을 낮출수가 있고 하나로통신과 같이 가입자동선을 포설하지 않고도 ADSL서비스 제공이 가능하게 하였다는 점이다. 이러한 ADSL성장은 최근 그 증가세가 다소 둔화되고는 있지만 더욱 확장된 광대역의 전송기술을 필요로 하는 콘텐츠가 출현하기 전까지는 계속 지속될 것으로 전망되며 주로 ADSL서비스 불가지역 및 음영지역을 중심으로 그 수요가 증가될 것으로 전망된다.

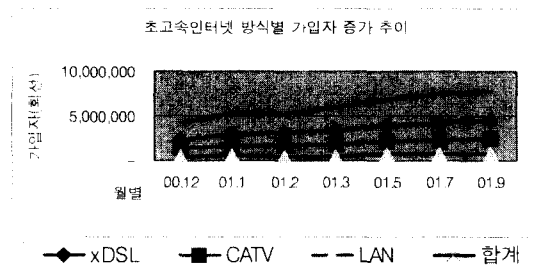


그림 1. 초고속 인터넷 방식별 가입자 증가 추이 (KRNIC, 2001.9)

사업자별 현황을 보면, 초고속인터넷 가입자수는 지난해말 4백만명에서 올 3월말 5백만명으로 증가한 데 이어, 다시 3개월 만에 6백만명을 돌파해 분기별 평균 약 25% 씩 증가하고 있다. 한국통신이 3백10만명으로 점유율 49.6%로 1위를 유지했으며, 이어서 하나로통신(1백58만명, 25.21%), 두루넷(1백5만명, 16.81%), 드림라인(2.84%), 온세통신(2.65%), 데이콤(1.93%), SK텔레콤(0.96%)순으로 뒤를 이었다. 각 기술방식별로 간단히 살펴보면 다음과 같다.

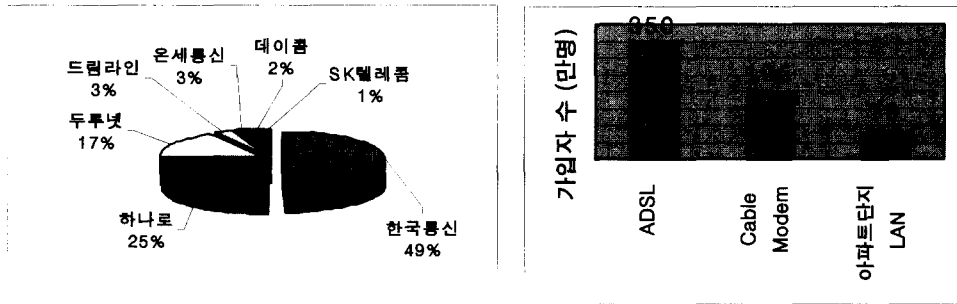


그림 2. 국내 초고속 서비스 가입자 통계 (정통부, 2001.6)

1. xDSL

xDSL(x Digital subscriber Line)은 전화국에서 가입자 댁내까지 음성신호 전달을 목적으로 구성되어 있는 동선선로를 이용하여 고속의 디지털 데이터 전송을 가능하게 하는 기술이다. xDSL은 적용 기술, 제공속도 및 응용목적에 따라 A (Asymmetric), H(High Bit-Rate), S(Symmetric), V(Very High Bit-Rate) DSL 등으로 명명된다. 이러한 DSL 기술은 1990년대 초에 HDSL 위주로 서비스가 제공되었으며, 1999년 ITU-T의 ADSL 기술관련 권고안이 제정된 후 일반 가입자에 대한 대규모 서비스 제공에 따라 일반 사용자에게도 일반화된 기

술로 정착되었다. (그림 3)은 xDSL에 적용되는 다양한 망 접속 및 구성 형태를 보여 준다. xDSL은 초기에 각 기술별 별도의 장치로 구성되었으나 FLC류, Multi-Service DSLAM, 미디어게이트웨이와 같은 단일 장치에서 초고속광가입자망 구성을 위해 ADSL, VDSL, SHDSL 등을 통합 수용하는 형태로 발전하고 있는 추세이다.

xDSL기술은 ADSL을 이용한 초고속 인터넷 접속위주의 서비스가 제공되고 있고, 국내 가구의 높은 밀집도로 인하여 APT와 전화국 기점 3km 이내에 대규모로 공급되고 있다. 국사로부터 3km이후 지역 및 신규아파트 지역에는 FLC류 장비를 이용한 FTTC방식의 광ADSL이 보급되고 있다. 결국 현재

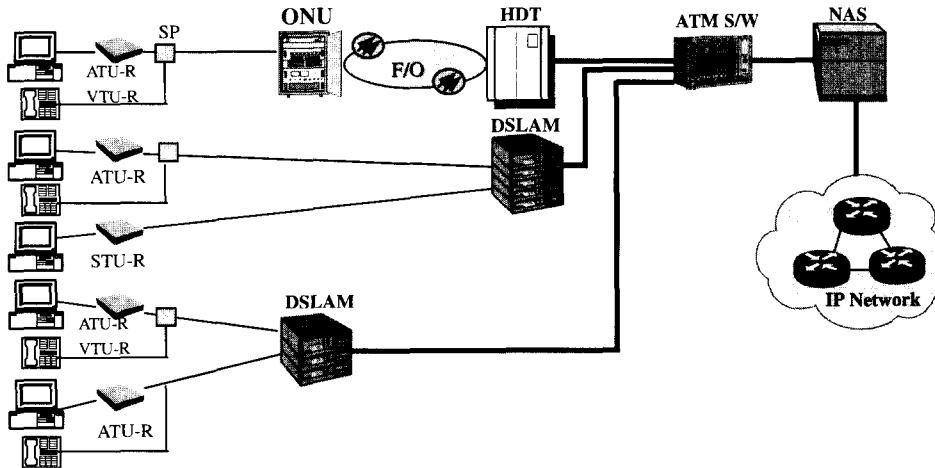


그림 3. xDSL 망구성도

의 초고속 광가입자전송은 주로 ADSL기술을 이용하고 있는 셈이다. 주요 통신 사업자들은 향후 SOHO 및 비즈니스가입자 대상으로 SHDSL을 이용한 저가의 인터넷 전용선 서비스, ADSL 및 SHDSL을 이용한 VoDSL(Voice over DSL) 등의 부가 서비스를 시범사업을 통한 상용서비스를 준비 중에 있다. 특히 VDSL의 경우 한국통신 및 하나로 통신에서 VOD 등 부가 서비스를 제공하는 시범 서비스를 추진하였으며, 이를 통해 VDSL 서비스 제공을 검토하고 있다.

2. CATV

CATV를 위해 제공되는 케이블을 이용하여 최고 25Mbps의 하향 접속속도를 제공하며 전화 서비스용 동선을 제공하지 못하는 지역에 공급하고 있다. 가입자가 많아질 때 속도가 느려지는 단점이 있으나 사업자 측면에서는 분기접속이 용이하여 투자비가 저렴하며 ADSL에 비하여 장거리 전송이 가능한 장점이 있다. 국내의 경우에는 일반주택지역에 한국통신을 제외한 대부분의 사업자는 CATV전송망을 이용하여 초고속액세스망을 구축하고 있는 실정이며 ADSL 품질 불량지역 및 음영지역은 케이블모뎀이 경쟁우위에 있다고 할 것이다. CATV가 보편화되어있는 미국등에서는 ADSL보다 CATV방식이 더 많이 보급되고 있는 상황이다.

3. LAN(Local Area Network)

가입자측 통신실 혹은 댁내에 라우터와 HUB를 설치하고 Ethernet, HyperDSL, T-LAN등의 기술을 이용하여 가입자 단말을 LAN으로 연결함으로써 2Mbps ~ 100Mbps에 이르는 양방향 접속을 제공하고 있다. HyperDSL과 T-LAN은 투자비가 저렴하여 초기 초고속인터넷 확산에 공헌하였으나 상대적으로 하향 수신속도가 빠른 ADSL의 선호로 증

가세는 둔화되었다. 그러나 신축 사이버아파트등 UTP케이블 환경이 구비된 건물 및 비즈니스지역에 Ethernet LAN 서비스를 보급하여 초고속데이터 전용액세스망 구축을 검토하고 있어, 정부의 초고속 인증 아파트의 증가와 함께 상당한 시장을 형성할 것으로 예상된다.

4. 위성인터넷

원격, 오지 등 인터넷 수요가 적고 동선으로 공급하기 어려운 곳에 적용되고 있으며 상향은 일반전화를 이용하고 하향 데이터는 위성을 통해 수신하는 방식이다. 서비스 제공 속도가 타 방식에 비하여 느리며 날씨의 영향을 받는 등의 제약으로 크게 보급되지는 않았으나 정보소외지역에 공급할 수 있는 적절한 방안으로 고려되고 있다.

Ⅲ. 초고속 광가입자 기술 전망

인터넷을 기반으로 하는 다양한 응용 프로그램은 인터넷 사용 인구의 급격한 증가와 동시에 요구 대역폭의 증가 및 질적인 향상을 초래하고 있는데, 이러한 추세는 비즈니스 가입자에 국한되지 않고, 일반 주거용 가입자들까지 확장되면서 최종 사용자가 있는 곳까지 원하는 대역폭을 저렴하게 제공해야 하는 것이 모든 통신사업자의 공통된 과제라 할 수 있다. 향후 초고속 광가입자 전송기술은 현재보다 더욱 고속의 안정된 품질의 접속 능력을 보장하는 것을 기본으로 해야 할 것이다. 현재 대부분의 인터넷 응용이 ADSL 서비스 속도 이상을 요구하지 않으나 향후 양방향 멀티미디어 통신, HDTV, 고화질 VOD등은 ADSL 서비스 속도 이상을 필요로 할 것이 예상된다. 즉, 상향 8Mbps / 하향 1Mbps의 ADSL 속도 이상의 능력을 제공하는 기술이 관심의 대상이 될 것이고 또한 최선형(best-efforts) 서비스에 기인한

단순한 접속 기능의 한계를 벗어나, 응용서비스별로 차별화 된 품질을 제공하고 음성과 같은 품질 민감형 서비스에 대한 품질 보장형 (QoS guaranteed) 서비스 역시 주요 고려 대상이라 하겠다. 이러한 요구 사항들을 만족시킬 수 있을 것으로 예측되는 차세대 광가입자 전송기술로는 VDSL, PON, Metro-Ethernet, MSPP기술등을 들수가 있는데 이들은 post-ADSL을 제공하는 광가입자 전송기술의 대표 주자로 공감되고 있으며, 본 장에서는 각기술에 대한 개요를 소개하고 통신사업자측면의 이슈를 위주로 기술한다.

1. VDSL

VDSL은 그림 3에서 처럼 가입자근처까지 광케이블을 이용하고 맥내 인입부분만 기존 동선선로를 이용하는 FTTC 구조에서 고속데이터 전송을 가능케 하는 기술로서 상향/하향 속도 6.4Mbps/52Mbps, 3Mbps/25Mbps 혹은 양방향 13Mbps를 최대 1.5km까지 제공할 수 있는 장점으로 인해 기존 통신사업자 입장에서는 음성과 데이터를 동시에 수용할 수 있는 가장 경제적인 솔루션으로 알려져 있다. 현재의 인터넷사용자는 더 이상 'Web Surfing'과 같은 단순 서비스에 만족하지 않고 스트리밍 오디오/비디오에 대한 요구가 계속 커지고 있다. 특히, 비즈니스 지역의 양방향 고속 데이터 전송에 대한 요구가 증가하는 추세를 감안할 때 VDSL은 가장 매력적인 기술이라 할 수 있다. ADSL 서비스는 일반적인 상품으로 단지 한가지 서비스(인터넷접속)만 제공되므로 ISP들 간에 가격 차이가 없었으나 VDSL경우는 HDTV 혹은 Video Conferencing을 위한 대역폭 뿐만 아니라 QoS까지 제공가능하여 Provision level에 따라 다른 ISP들과 구별되는 서비스를 제공할 수 있다는 것이 큰 특징이라 하겠다. 하나로통신의 경우 Leased Line(STM-1) + VDSL 형태의 시범서비스를 실시한 바 있으나 한국통신과 마찬가지로

로 ADSL 투자비 회수, 제공 대역폭에 따른 적절한 서비스요금 및 제공 콘텐츠 미확보 등의 이유로 정확한 제공시기 등의 예측이 어려운 상황이다. 그러나 정보통신부에서는 2005년까지 20 Mbps급의 VDSL을 전국 84%가정에 보급하겠다는 방침을 발표한 바 있어 향후 VDSL의 향방에 많은 관심이 집중되고 있다.

가. 기술동향

VDSL에 대한 표준화는 ANSI, ESTI, FS-VDSL 그리고 ITU등 각 표준화단체에서 활발히 진행되고 있고, 현재 ANSI T1E1.4와 ETSI TM6에서는 VDSL에 대해서 각각 표준초안이 나와 있는 상태이다. ITU-T에서는 본래 2001년 10월을 목표로 G.vdsl을 작성하려고 하였으나 line coding에 대한 견해가 좁혀지지 않아 G.vdsl을 두 가지 부분으로 나누어 먼저 G.vdsl.f의 초안이 작성되어 승인절차가 진행중이다. FS-VDSL에서는 ITU-T의 표준화를 가속시키고 Telco가 중심이 되어 Vendor와 연합하여 Telco에게 유리한 G.vdsl을 만들기 위해서 작업 중이며, 올해 12월까지 4개의 WG(SA, VS, CPE, OAM) 별로 각각 FS-VDSL 규격을 완성하여 ITU-T에 기고문형식으로 제출할 예정으로 있으며 2002년 3월까지 FS-VDSL규격을 완성하는 것을 목표로 하고 있다.

칩셋 개발현황을 보면, SCM 방식의 QAM 기술을 적용한 VDSL 칩셋은 이미 상용화 중에 있으나, ITU-T 표준 지연으로 인해 표준을 만족하는 칩셋은 향후 개발될 예정이며, MCM 방식의 DMT 기술을 적용한 VDSL 칩셋은 아직 개발 단계 또는 시제품 단계에 있으며, 2001년 말 또는 2002년 정도에 상용 칩셋이 출시될 것으로 전망된다.

장비개발 현황을 보면, IP 기반 DSLAM 및 ATM 기반 DSLAM 장비가 개발중에 있고 IP 기반 DSLAM의 경우 고속 인터넷 접속을 목표로 하고 있으며, ATM 기반 DSLAM의 경우 고속 인터넷

접속 및 광대역 영상 서비스 제공을 목표로 하고 있다. 국내의 경우 대부분의 개발 제품은 구내망에 적용하는 것을 목표로 개발되고 있으며, 목표 서비스는 고속 인터넷 접속에 머물러 있다. FLC-VDSL의 경우 현재 광ADSL 공급에 사용되는 FLC-C에 VDSL 기능이 추가되어 현재 13/13 Mbps 대칭형 서비스가 우선 개발 완료되었고 향후 22/3Mbps 비대칭 서비스도 필요할 경우 개발될 계획으로 있다. 그림 4에 VDSL장비 개발 현황을 나타내었다.

국부적인 사업화를 통하여 ADSL서비스 잠식이 아닌 상호보완적인 관계를 유지하는 것이 필요할 것이다. 더불어, 망구축의 신뢰성 확보, 시장반응에 따른 다양한 콘텐츠개발등 다각적인 노력도 병행되어야 할 것이다. 특히, VDSL제공을 위한 망구축은 향후 광가입자망 진화방향에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 작용할 것이므로 경제성, 기술성 그리고 망진화를 고려한 최적의 대안을 찾는 것이 관건이 될 것이다.

장비	칩셋	속도 (Mbps)	엑세스망구조	장비방식	서비스 (전화포함)	최대가입자
FLC-C VDSL	Broadcom (QAM)	13/13, 추후 22/3	HDT-ONU 구조	ATM	인터넷+ NVOD	128/셀프
NLC	Broadcom (QAM)	26/3	HDT-ONU 구조	ATM	인터넷+ NVOD	6144/랙
SpaceCyber Link	Broadcom (QAM)	13/13	전용선+LAN (아파트, 빌딩용)	Ethernet, IP	인터넷	384/전용선
ViaGate	Broadcom (QAM)	26/3	Remote DSLAM	ATM	인터넷+ NVOD	160/셀프
DXO	Infineon (QAM)	~13	Remote DSLAM (소규모 빌딩용)	Ethernet, IP	인터넷+ 인터넷VOD	64/DSLAM

그림 4. VDSL 장비 개발 현황

나. 현안사항

VDSL은 국내외 사업자간의 국제표준에 대한 협의한 대립으로 ITU-T에서는 2002년 말에나 관련 표준이 완성될 예정으로 있어 표준에 의한 본격적인 사업시기는 2003년에나 가능할 것으로 예측된다. VDSL은 Post-ADSL 기술로 확실히 매력적인 솔루션임에는 의심의 여지가 없어 보이나 기존의 ADSL보다 더욱 차별화된 서비스 제공 수단으로 자리매김하기 위해서는 단지 고속의 인터넷 접속만을 제공하는 것이 아닌 QoS가 보장된 고속의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 인프라 확보에 많은 노력이 필요할 것으로 사료된다. 또한, ADSL처럼 초기 대규모 시장확보에는 어려움이 있고 신규지역위주의

2. Broadband-PON

B-PON은 20 Km 반경 내에 있는 가입자들을 FTTx의 형태로 연결을 제공하는 수동광네트워크로서 하나의 광케이블이 스플리터를 통해 여러 가닥으로 분기하여 최대 64대의 ONU/ONT가 동시에 연결되어 사용할 수 있는 구조이기 때문에 구축비용이 저렴하다고 알려져 있다. 이는 B-PON을 통하여 하나의 광케이블에 FTTCab, FTTC, FTTB, FTTTH등이 동시에 연결되어 동작할 수 있음을 의미한다. 따라서 B-PON은 하나의 플랫폼에서 FTTx를 통합하여 궁극적인 가입자망의 형태인 FTTTH까지 지원하므로 차세대 광가입자 전송기술로 중요한

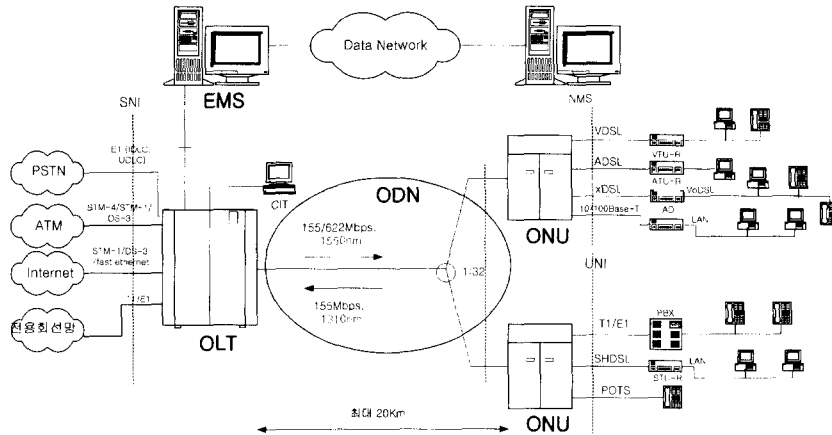


그림 5. B-PON 망 구성

의미를 지닌다고 하겠다. 그림 5는 국내에서 개발중인 B-PON의 대표적인 망구성으로서 OLT, ONU, ODN (Optical Distribution Network)으로 구성된다. ONU가 더욱 소형화되어 사무실이나 댁내에 설치시에는ONT형태가 된다. PON은 전자적 혹은 광전 장치가 추가되지 않는 광 네트워크로 ODN이 수동소자이기 때문에 붙여진 이름으로 전력공급이 필요없어 전력의 결합에 영향을 받지 않고, 전자기 간섭에도 민감하지 않으며 유지보수 비용이 적게 드는 장점이 있다. 정보화 사회의 가속화가 진행될수록 새로운 고객이 등장하게 되고, 가입자의 형태에 따라 다양한 대역을 요구해 올 것이 예상되는 시점에 가입자가 임의의 용량을 요구해 올 때, 손쉽게 요구에 대응할 수 있는 기술이라 하겠다.

가. 기술동향

B-PON에 대한 표준화는 FSAN에서 주도하여 ITU-T G.983.1과 G.983.2로 채택되었고, 현재 표준화작업은 VDSL에 집중하여 조기에 표준화를 마무리하기 위한 FS-VDSL Sub-Committee를 FSAN 산하에 설치 운영 중에 있다. 또한, 2000년 6월부터 WDM-PON, G-PON에 대한 표준화작업에 착수했다. B-PON기술에 대한 국외 동향을 살

펴보면, 장비 제조업체는 Quantum Bridge, Oki, NEC, Lucent 그리고 Terawave등 다수가 장비를 출시하고 있는 상황이며, 통신사업자는 주로 이들 장치를 이용한 시범사업을 통한 상용서비스를 제공 중이거나 준비중에 있다. 대표적으로 NTT, SBC 그리고 Bell South등을 들 수가 있다. 국내의 경우, KT와 ETRI가 B-PON에 대한 국책공동연구를 통하여 2001년말 FSAN 규격에 준한 장비를 출시할 계획이며, LG전자, 웰링크등 다수업체에서 2002년 상반기중에 상용장비 출시를 목표로 개발을 진행중에 있다.

그림 6에 통신사업자, 장비 및 칩셋제조업체 현황을 나타내었다. 한편 IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee는 2000년 11월에 기존 CSMA/CD 기반의 이더넷 LAN기술을 개발하던 802.3 작업그룹 산하에 EFM(Ethernet in the First Mile) 스터디그룹을 결성하여 Ethernet-PON기술에 대한 표준화에 착수하여 2003년까지 표준화를 완료한다는 계획이다. Ethernet-PON은 데이터중심의 광가입자망 구축에 경제적인 솔루션이 될 수 있을 것으로 판단된다. PON기술은 B-PON과 Ethernet-PON을 중심으로 시장이 형성될 것이며 사용자의 더욱 큰 대역폭 요구에 따라 Hybrid-

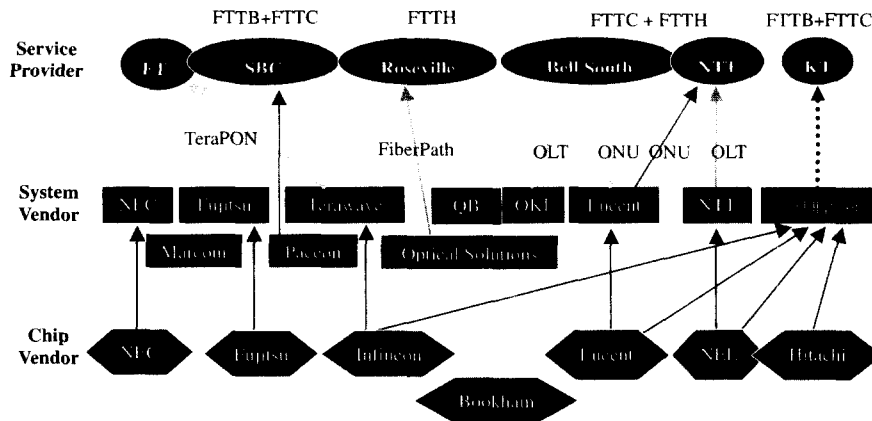


그림 6. PON 기술 개발 동향

PON, WDM-PON으로 진화하여 진정한 FTTH 구축시대에 한걸음 더 나아갈 수 있을 것으로 판단된다.

나. 현안사항

B-PON은 핵심기술로 분류되는 PON 트랜시버 가격에 그 경제성이 좌우된다고 할 수 있는데, 기존 SDH나 이더넷의 광트랜시버 비용과 비슷한 수준으로 유지하는 것이 관건이 된다. 이것은 바로 PON시장의 활성화와 직결되며 ethernet과 ATM시장의 크기가 거의 200:1 수준임을 감안해 볼 때 전세계적인 시장이 활성화되는 시점에 경제적인 측면에서 장점이 더욱 부각될 수 있을 것이다. 국내에서는 한국통신이 2002년 상반기중에 PON시범사업을 통해 국내적용에 대한 가능성을 검증할 계획으로 있다. 시범사업을 통해 TC기능, outside plating, ONU/ONT급전등 제반사항에 대한 기술 검증이 이루어질 전망이다.

3. Metro-ethernet

2005년경에는 데이터 트래픽이 음성 트래픽의 수배로 증가가 예측되고 있는 상황에서 기존의 이더넷

은 캠퍼스네트워크의 LAN환경에서 지역 통신망인 MAN(Metropolitan Area Network), 도시간을 연결하는 WAN(Wide Area Network)으로 그 영역을 넓혀 가고 있다. 인터넷 등 데이터 트래픽을 위한 LAN에서의 환경은 100Mbps 속도의 패스트 이더넷 이나, 1Gbps 속도의 기가 이더넷을 도입하여 고속의 환경이 갖추어지고 있는 상태이다. 또한 WAN 영역에서도 2.5 Gbps, 10 Gbps 접속속도의 라우터가 개발 되어 상용화 되었으며, 광케이블에서의 전송효율을 높이기 위한 WDM(Wavelength Division Multiplexing), OXC(Optical Cross Connector), MPLS(Multi Protocol Label Switching) 기술의 발달로 대용량의 인터넷 트래픽을 용이하게 전달할 수 있게 되었다. 그러나 MAN 영역에서의 통신망은 인터넷 트래픽의 급격한 증가에도 불구하고 음성 트래픽의 전송을 위해 도입된 T1, E1, T3, STM-1 등의 TDM 기반의 SDH망이 이용되고 있어, 비연결지향의 IP 트래픽의 처리에 비효율적이며 속도가 낮고 비용 부담이 커서 초고속 인터넷 통신망의 최대 병목지점으로 지적되고 있다. 최근 LAN에서 주로 사용되던 이더넷이 전송 속도 증진, 전송거리 확장 등으로 MAN영역에서의 병목을 해결하기 위한 기술로 급격히 부상하고 있는 상황이다.

가. 메트로 이더넷의 기술적 배경

이더넷은 1973년 Xerox사에 의하여 LAN영역에서 컴퓨터간 연결을 위해 개발된 기술로, 1983년 부터 IEEE에서 10Mbps, 100Mbps 이더넷 기술을 표준화하였으며, LAN 영역에서 단말기간 통신을 위해 95%가 이더넷 기술을 사용하고 있다. 1Gbps 이더넷이 1998년 표준화 되고, 10Gbps 이더넷이 2002년 3월 표준화 완료될 예정에 따라 이더넷의 적용범위가 LAN 영역을 벗어나 MAN 및 WAN으로 확대되고 있다. 이와 같이 LAN영역에서의 데이터 통신을 목적으로 개발된 이더넷이 MAN영역에서의 대안으로 부각되고 있는 배경은 다음과 같다.

- 이더넷은 이미 LAN 시장에서 대규모로 사용되고 있고 멀티벤더 환경이 갖추어져 있기 때문에 관련 칩과 장비의 가격이 ATM 장비나 SDH 장비를 이용하는 것에 비하여 1/10 정도로 대단히 저렴하다.
- 인터넷 트래픽의 95%가 이더넷 LAN 카드를 NIC(Network Interface Card)로 사용하여 발생되고 있어 MAN 및 WAN도 역시 이더넷으로 구축하면 프로토콜 변환이 필요 없어 오버헤드가 줄어든다.
- ATM이 다양한 길이의 IP 패킷을 고정된 길이의 ATM cell로 변환하는 SAR(Segmentation and Reassembly)기능의 고속화가 어려워 2.5Gbps 속도의 장비를 개발하는 수준임에 비하여 이더넷은 이미 10Gbps의 장비가 상용화되고 있어 대용량 트래픽의 전송에 장점을 가지고 있다.
- 100Mbps의 경우 15km~40km, 1Gbps의 경우 70~150km의 장거리 전송이 가능한 이더넷 스위치가 상용화되었으며, 10Gbps의 경우 40km까지 전송이 가능하도록 표준화되어 이더넷에서 기존의 거리제한 문제를 해결할 수 있게 되었다
- 회선 교환방식을 사용하는 SDH 기반의 TDM

방식은 FT1, T1, E1, T3, STM-1 등의 정해진 대역폭만 사용할 수 밖에 없지만 이더넷은 패킷 교환 방식이므로 사용자가 원하는 대역폭을 할당받을 수 있으며, 통계적 다중화가 가능하여 대역폭 공유를 통해 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다.

- 이더넷을 채용한 L3 이상의 스위치가 활발히 개발되어 저렴한 비용으로 인터넷 망 구축이 가능하여 졌다.
- 이더넷의 VLAN(Virtual LAN) 기능을 이용하여 서비스별 우선권을 지정할 수 있어 서비스 품질향상을 도모할 수 있으며, 가상사설망을 구축할 수 있어 기업간 전용회선 구축에 용이하다.

MAN영역에서의 인터넷 트래픽 처리를 위한 대안인 IP/ATM/SDH, IP/SDH, IP/Ethernet 망을 표 1에서 비교하였다. 표에서 보는 바와 같이 이더넷 망은 구축 및 운용 비용이 저렴하고, 기존의 인터넷 망과의 연동성이 뛰어나며, QoS 보장기능, 전송거리 등을 보강하게 된다면 MAN 영역에서의 병목을 제거할 수 있는 유력한 대안이 될 것이다.

〈표 1〉 MAN영역 기술의 비교

기술	IP/ATM/SDH	IP/SDH	IP/Ethernet
속도	622M(2.5G)	10G	10G
통계적처리	Y	N	Y
protocol conversion	Y	Y	N
VPN	Y	N	Y
cost	High	High	Very Low
보호절제	Y	Y	N(Y.IEEE802.17)

나. 메트로 이더넷을 이용한 외국의 사업 현황
최근 이더넷을 이용하여 인터넷 접속 전용회선 등을 제공하려는 사업이 미국을 중심으로 붐을 이루고

〈표 2〉 주요 ESP 사업자 현황

사업자	서비스 종류	대역폭	가격	비고
Telseon	LAN-to-LAN 인터넷 접속	1M ~ 100M bps(1Gbps) Rate limiting(1M bps)	\$2500/100M bps/월 Customer usage billing	Two traffic classes 802.1Diffserv Ingress rate limiting
Yipes	LAN-to-LAN 인터넷 접속	1M ~ 1Gbps Rate limiting(1M bps)	\$1000/100M bps/월 \$500/10M bps/월 Customer usage billing	Support 4 priorities
Cogent	LAN-to-LAN 인터넷 접속	100M bps	\$1000/100M bps/월	No aggregation
Stream	LAN-to-LAN 인터넷 접속	1M ~ 1Gbps Rate limiting(1M bps)	Customer usage billing	802.1Diffserv Ingress rate limiting
FiberCity	LAN-to-LAN 인터넷 접속	100M bps	\$765/100M bps/월	
NTT Com.	인터넷 접속	1.5M, 10M, 100M, 1G No rate limiting	2만 엔 /1.5M bps/월	
U's Com.	인터넷 접속	1.5M, 10M, 100M, 1G No rate limiting	11000엔 /100M bps /월	6100엔 /월 (일반 주택)

있으며(이들 업체는 ESP(Ethernet Service Provider)라 불리고 있음), Extreme Networks, Foundry Networks, Riverstone, Cisco, Nortel 등의 장비제조업체에서 MAN영역에서 활용할 수 있도록 이더넷 스위치 장비를 제조하고 있다. 신규출현 ESP로는 Telseon, Yipes, Cogent, Stream, U's Com., Stream, Davnet 등 10여 개 이상이 있으며, Telecom Italia, Bell Nexxia, NTT communication, Telstra 등의 기간통신 사업자도 이더넷 기반망 구축을 통한 신규 사업을 시도하고 있다. ESP의 주요 사업 대상은 대형 업무용 빌딩의 전용회선 수요자이며, 사용자에게 인터넷 접속, LAN to LAN 전용회선 서비스를 제공하고 있다. ESP 들은 저렴한 가격, Mbps 단위의 다양한 속도, 빠른 서비스 개통을 제시하며 기존 SDH 기반의 전용회선 시장을 잠식하고 있다. ESP 사업자는 초기 도시별로 이더넷 스위치를 이용하여 망을 구성하여 전국적인 전용회선 서비스에 제한이 있었으나, 최근에는 자체 망의 확장, 지역 사업자간의 연합으로 전국적인 서비스를 시도하고 있다. 특히 미국의 Telseon과 Yipes는 미국 20개 주요도시에 망을 구축하여 서비스 중이며, 유럽, 아시아 등으로

그 사업 영역을 넓히려 하고 있다. 서비스 종류도 초기에는 인터넷 접속이나 LAN-to-LAN 접속 전용회선으로 제한되어 있었으나 이더넷 스위치에서의 QoS 기술의 발달에 따라 최근에는 일반 전용회선으로 그 사업 영역이 넓어지고 있으며, 기업 대상의 전용회선 뿐 아니라 일반 가정의 인터넷 사용자에게도 서비스를 제공하기 시작하여 초고속 인터넷 데이터 전달망에 큰 변혁을 불러오고 있다.

다. 현안사항

이더넷은 경쟁 기술들보다 상대적으로 적은 비용으로 광대역서비스를 제공할 수 있어, 근거리통신망(LAN)뿐만 아니라 원거리 통신망(MAN)도 Ethernet 기술로 인터넷 접속이나 LAN연결 서비스를 제공하고자 하는 솔루션으로, 대규모 전송망을 확보하지 못한 DLEC들에게는 상당히 매력적인 기술로 인지되고 있다. 한국통신에서는 UTP가 포설된 집단 거주지역에 대해 10Mbps~100Mbps에 달하는 대역폭을 제공하는 Ntopia 서비스가 전개중이며, GNG networks, 드림라인, 두루넷등에서 Metro-Ethernet 기반 통신망 구축과 전용회선 서비스 제공을 전개중이나, 수요 확보의 불투명으로 본

격전개는 2002년 이후로 예상하고 있다. 이더넷이 기존 ILEC들에게 매력적인 해결책으로 계속 유지하고 그 영역을 확장하기 위해서는 음성전화, 디지털방송 등 QoS보장이 요구되는 서비스 수용의 한계를 우선적으로 극복할 수 있어야 하며, 이더넷기반의 네트워크 구축시 망복구능력 확보, 가입자보안 기능 강화 등 제반기능들이 선결되어야 할 것이다.

4. MSPP

Metro Access, Optical Access, Metro Edge, Metro Optical Edge, Intelligent Optical Edge, Metro SDH/SONET, Data-friendly SDH/SONET, Multi-service SDH/SONET(MSPP : Multi-Service Provisioning Platform)등 다양한 이름으로 불리고 있는 차세대 SONET/SDH는 최근 많은 관심을 모으고 있으며 그중에서도 MSPP는 차세대 광가입자망 구축을 위한 하나의 대안 기술로 분류가 될 수 있다.

가. MSPP 개념

MSPP의 기본 개념을 살펴보면, 모든 서비스를 하나의 기술(예, SONET, ATM, DPT등)로 통합하는 것이 아니라 여러 기술 또는 계층을 하나의 장비로 통합하는 방식(개념)으로서 음성위주의 서비스 중심에서 데이터 중심의 서비스를 수용하기 위한 SDH의 진화 모델이다. 각 네트워크 구조상 여러 계층, 예를 들면 IP로 시작해 ATM으로, 다시 SONET/SDH를 거쳐 DWDM으로 전송된 후 역 과정을 거쳐 IP로 마지막 목적지에 전달이 되는 복잡한 계층을 IP 에서 출발하여 DWDM으로 전송되도록 간소화시키는 것이 목적이라 할 수 있다. 즉, 전통적으로 ATM, TDM SONET, IP Ethernet과 광 네트워크의 오버레이를 통해 제각기 처리되던 트래픽 통합(traffic aggregation)과 트렁킹(trunking) 기능이 하나의 박스 속에 집적된

MSPP에서 처리된다. 이를 위해 다양한 가입자들의 인터페이스로부터 들어오는 데이터 트래픽을 모아서 IP라우터로 전송해 주는 역할 즉, IP패킷을 처리하기 위해서는 여전히 라우터가 필요하지만, MSPP는 데이터 서비스를 위하여 TDM을 channelization 하는 것을 없애고, 트래픽을 직접 광으로 모아 줌으로써 효율성을 극대화할 수 있다는 것이다. 아울러 통계적 다중화방식 구현으로 대역폭 활용 극대화를 꾀할 수 있다. MSPP의 구조는 그림 7과 같이 5가지 기능으로 구성되어 있다.

- 1) Physical Interface : MSPP는 다양한 인터페이스를 가진 장비로 구성된 가입자들과 연결되어야 하기 때문에, 각종 인터페이스(L1/L2/L3, DS-1, OC-3, OC-12, Ethernet, xDSL 등)를 지원할 수 있어야 함
- 2) Protocol processing : 다수의 네트워크 기능을 교환/통합/집약시킴
- 3) Optical transport : 집약된 신호들을 WDM 광신호를 통하여 백본으로 전달
- 4) Integrated digital cross-connect switching : 통합 스위칭 기능
- 5) Provisioning and network management : 프로비전 및 망관리 기능

기존 통신사업자경우 다음의 3가지 큰 이유 때문에 MSPP도입을 적극적으로 검토한다고 할 수 있다. 첫째로 현 IP 네트워크의 고비용 및 복잡성을 들 수가 있는데, 중첩된 여러 개의 네트워크들을 계획, 구매, 운영하는데 있어서, 단순한 네트워크 요소 뿐만 아니라 트래픽 provisioning/전달/감시/운영에 필요한 시험장비 및 망운용관리시스템을 필요로 하며, 기존 IP구조에서의 트래픽 엔지니어링은 노동 집약적이고, 새로운 트렁크의 설정 및 설치에 극히 복잡한 알고리즘 및 시간적인 지연이 크다는 것이다. 두번째로, 비효율적인 확장성을 들 수가 있는데, 기

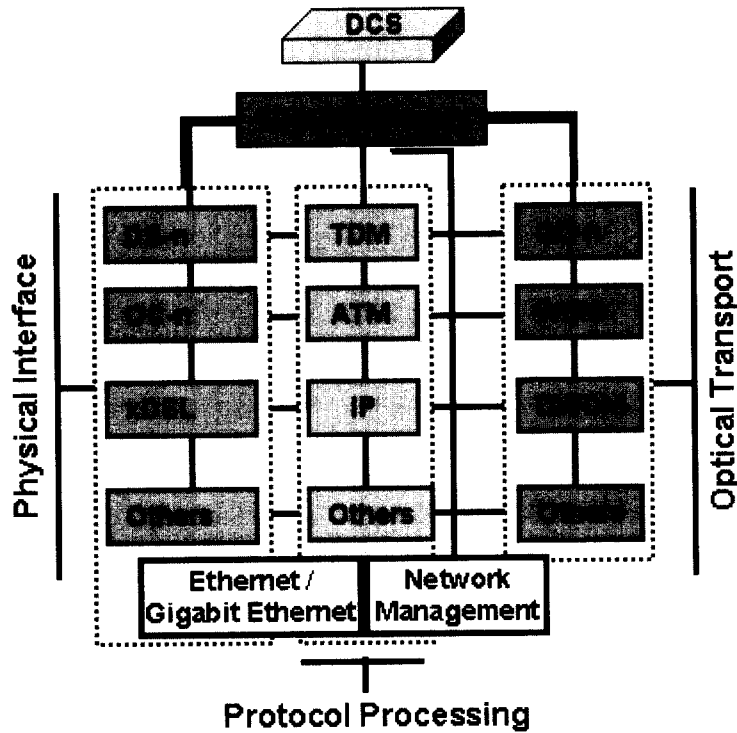


그림 7 MSPP 구조

존 SONET 터미널 및 ADM은 2.5Gbps까지 확장 가능한 계층적 대역폭 제공이 가능하다. 그러나, 네트워크 생존성 보호를 위하여 링구조로 구성된 SONET시스템은 확장성에 문제가 발생하는데, 즉 링당 지원 가능한 노드수의 제한, 링 대역폭 증가시 네트워크 복잡성 유발 등의 원인 때문에 기존 사업자들이 트렁크 회선을 확장하기 어렵게 만드는 요인이 된다. 마지막으로, 기존 SONET/SDH망의 한계를 들 수가 있는데, 고정된 TDM대역폭을 이용하는 SDH/SONET의 낮은 대역폭 활용도와 기존 SDH/SONET기반의 TDM다중화는 통계적 다중화가 되지 않는다는 것이다. 또한, SDH/SONET상에서의 대역폭 설정은 고정된 타임슬롯을 기반으로 하고 있기 때문에 대역폭을 사용하지 않는 부분으로 할당하는 것이 매우 어렵고 버스트한 데이터 트래픽은 SDH/SONET의 계위에서는 정의할 수 없다는

것이다. 더군다나, 통상적인 SDH/SONET 프로비전 과정으로는 단기적인 버스트 트래픽을 고정된 대역폭으로 수용하기 어렵고 기존 SDH/SONET의 대역폭할당 및 연결구조는 망운용자에 의한 정적인 망구성을 필요로 하기 때문에 전송대역폭을 실시간으로 요구하는 대역폭으로 변경하는 것은 대체로 불가능하다는 점이다. 이렇게 MSPP기술을 도입함으로써 과거에서부터 지금까지 발전해온 네트워크의 구조상 여러 계층을 하나의 공통된 기반으로 통합하여 상면적이거나 소모전력을 최소화하여 네트워크 운용을 간소화함으로써 즉, 네트워크상의 여러 가지 다른 전송시스템, 트래픽 다중화, 서비스 운용 레이어 등을 간소화시키고 통합함으로써 운영자는 복잡한 네트워크 레이어의 운용보다 사용자 요구에 따른 서비스를 즉시에 제공하는 것이 가능하리라 본다.

나. 현안사항

MSPP는 TDM, ATM, Ethernet 등 다양한 기술을 한 장비에 수용하여 상면적 절약, 유지/운영비 절감이 가능하고 사용자에게는 다양한 대역폭과 신속한 프로비저닝 제공이 가능하다는 장점이 있다. 그러나, MSPP는 다양한 기술을 하나의 장비에 수용한 통합플랫폼으로서 단독기능을 하는 장비보다는 고가인 단점이 있다. 따라서, MSPP는 다양한 인터페이스와 고급서비스를 필요로 하는 대형 기업고객을 대상으로 서비스를 제공하는 것이 타당할 것으로 보인다. 또한, 기능측면 측면, 서비스제공 측면 그리고 수요를 고려 MSPP의 설치위치 및 용량이 결정되어야 하며, 기존 망관리시스템과의 연동도 고려되어야 할 것이다.

IV. 결 론

초고속 인터넷서비스 제공에 따른 여러가지 문제점 중 사용자의 가장 큰 불만은 속도저하로 조사되고 있으며 특히, 국사로부터 원거리 가입자들의 불만이 증가하고 있는 추세이다. 이는 초고속인터넷 서비스가 일반인들에게 보편적인 상품으로 인식되고 있다는 증거이기도 하다. 가입자들의 서비스 불만은 결국 서비스공급업체 변경으로 이어질 것이므로 통신사업자에게는 운용상의 품질 및 서비스개선이 시급한 과제라 하겠다. 본 고에서는 현재와 미래의 광가입자 전송기술에 대해 간단히 살펴보았는데, 현재의 ADSL 기술은 지속적으로 성장하다가 향후 post-ADSL 기술로 대체될 것이 예상된다. Post-ADSL 기술 중 Metro-ethernet과 MSPP 기술은 비즈니스지역을 중심으로, VDSL과 PON 기술은 일반주거지역 중심으로 적용되어 통합서비스 제공을 위한 광가입자 기술로 활용될 가능성이 크다고 볼 수 있다. 하지만, 이들 기술 중 절대적으로 유리한 방식은 존재하지 않기 때문에 이들 기술의 장점을 효과적으로 접목시켜

최대의 수익을 올릴 수 있는 기술/경제적 입장에서 접근하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 분명한 것은 기존 통신사업자중심의 기술 선택은 사용자중심의 기술 선택으로 바뀔 것이라는 것이다. 이는 광가입자 기술 대안이 다양하고 사용자 입장에서는 그만큼 선택의 폭이 넓어졌기 때문이다. 사용자는 경제적이면서 고품질의 서비스를 요구할 것이며, 통신사업자는 경제적인 측면과 QoS 측면에서 향후 광가입자 전송 기술을 우선적으로 선택하여 기존 시장 방어 및 신규 시장 개척에 총력할 것으로 전망된다.

※참고문헌

- [1] 한국통신 가입자망연구소, "액세스망 현안기술 분석보고서", 9월, 2001년
- [2] 한국통신 기술조사평가단, "초고속액세스 가입자망 시장 및 기술동향과 전망", 9월, 2001년
- [3] ITU-T Recommendation G.983.1, "Broadband Optical Access Systems Based on Passive Optical Networks (PON)," Geneva, Oct. 1998.
- [4] B. Miah and L. Cuthbert, "An Economic ATM Passive Optical Networks," IEEE Commun. Mag., pp. 62-68, March 1997.
- [5] 김창락, "메트로망 통합플랫폼 구축방안", 광인터넷워크샵자료집, 10월, 2001년
- [6] Hongseok Kim, "VDSL Deployment in Korea Telecom - Overview and Progress to Date", OHAN/FSAN 2001, April, 2001
- [7] Myungjin Kang, "The status and test results of ADSL interoperability in Korea Telecom" OHAN/FSAN 2001, April, 2001



김진희

1987년 경북대학교 전자공학
파(학사), 1991년 경북대학
교 전자공학과(석사), 1991
년~현재 한국통신 가입자망
연구소 선임연구원, 〈관심분
야〉 광가입자망, 광인터넷



유건일

1984년 한양대학교 전자통
신공학과(학사), 1986년 한
양대학교 대학원 전자통신공
학과(석사), 1987년~현재
한국통신 가입자망연구소
FLC연구실장, 〈관심분야〉 광
가입자망 기술



김운하

1980년 경북대학교 전자공
학과(학사), 1991년 한양대
학교 전자계산학과(석사),
1980년 4월~1983년 12월
한국전자통신연구원, 1984
년~현재 한국통신 가입자망
연구소 가입자전송연구팀장,

〈관심분야〉 xDSL, 광가입자망, 광인터넷