

主 題

## 초고속 광가입자망 기술

KT 통신망연구소 김진희, 남도현, 조성대, 김운하

차 례

- I. 서 론
- II. 초고속 인터넷 시장 및 망구축 현황
- III. 초고속 광가입자망 기술 현황
- IV. 초고속 광가입자망 기술 전망
- V. 맺음말

### I. 서론

초고속 인터넷 서비스가 널리 보급된 상황에서 서비스 품질의 중요성과 콘텐츠의 사용 대역 증가 현상이 날로 가속화되고 있고, 이에 따라 전송속도가 거리에 제한 받지 않는 광전송 기술들이 품질과 대역 조건을 동시에 만족시키는 해결책으로 자리잡아 가고 있다. 국간 전송은 대용량 정보전송을 제공하기 위한 파장분할 다중화 (Wavelength Division Multiplexing, WDM) 기술이 더욱 확대 적용되고 있고 점차적으로 액세스계에도 적용될 조짐이다. 또한 망 내부에서는 신호의 광전 변환이 없는 전광 망 (All Optical Network)의 형태가 도입되어, WDM전송망의 파장채널에 수용되는 정적인 IP/WDM형태의 광인터넷은 파장경로 서비스를 통한 동적인 결합 구조가 될 것으로 판단된다. 국간 망에 비해서 더욱 더 큰 시장규모를 가지고 있는 가입자 전송분야는 가격적으로 매우 민감한 요인을 내재하고 있기 때문에, 망 사업자와 제조업자는 다양한 가입자에게 광대역 서비스를 제공하는데 있어서, 경제성, 망효율성 및 망

진화 측면에 문제를 동시에 해결가능한 솔루션을 찾기 위해 노력해 오고 있다. 국간전송망이 비교적 단일화된 형상을 추구해 나가는 반면, 광가입자망은 상당히 다양한 형태로 적용, 발전해가고 있다. 광가입자망의 궁극적인 솔루션은 가정마다 광케이블이 포설되는 FTTH가 될 것임에는 이견이 없지만 FTTH로의 중간단계 솔루션은 매우 다양한 형태로 전개되고 있다. 이들중 광케이블과 DSL 기술이 혼합된 형태인 FTTC, 동축 케이블과 광케이블이 혼합된 HFC 그리고 무선 LAN이 대표적이라 하겠다.

상기 방안들 중에서 절대적으로 유리한 방식은 존재하지 않는다. 다만, 대상의 지리적 여건과 수요의 밀집성, 서비스요구 대역폭 그리고 현재 포설된 망의 형태에 광가입자망 기술을 선정하여야 하며, 이때 우선적으로 고려해야 할 요소는 망구축을 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 예측하여 유연성 있는 장비와 망

의 구조를 도입해야 할 것이다. 가격 저하와 성능향상에 대한 이중적인 욕구를 가지는 일반 사용자의 성향을 볼 때 현재와 미래의 다양한 광가입자 기술이 가격과 대역폭에 의해 기술선택이 이루어질 소지가 크다고 하겠다. 본 고의 2장에서는 초고속인터넷 시장 및 망구축 현황에 대해 살펴보고, 3장에서는 다양한 광가입자망 기술 현황에 대해 살펴보고, 4장에서는 이들 기술의 향후 Post-ADSL관점에서의 전망을 살펴보고 마지막으로 결론을 맺는다.

## II. 초고속 인터넷 시장 및 망구축 현황

초고속인터넷 접속시장은 2001년 하반기부터 증속도가 둔화되고 있고, 2002년말 총세대수 대비 59%인 947만 세대 이상이 가입할 전망이다, 2003년 이후 시장이 포화되어 정체기에 진입할 것으로 예상된다. 2002년 5월 현재, 사업자별 가입자수는 (그림 1)처럼 KT가 전체 가입자(781만)의 49%인 425만 가입자를 확보하고 있고 하나로 27%, 두루넷 15% 그리고 기타 9%순으로 시장을 점유하고 있고, KT, 하나로 그리고 두루넷의 3강구도가 정착이 된 상태이다.

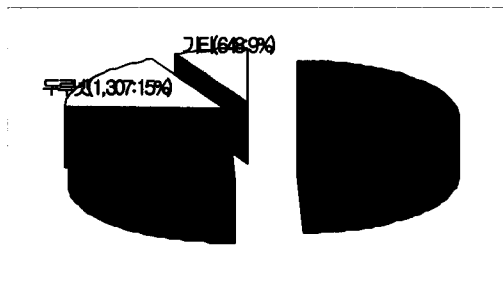


그림 1. 사업자별 가입자 현황(단위:천, 정통부, 2002.5)

서비스커버리지를 보면, 면소재지 이하 농어촌지역 일부를 제외하고는 망공급이 거의 완료된 상태이고 특히, 시급이상 아파트는 KT, 하나로 및 두루넷

3사가 중복 공급한 지역이 다수(약 2100여 단지에 FTTC 중복 공급중)로 나타나고 있다. 서비스 가입율면에서는 2001년말 전체 세대수 대비 가입율은 약 50%이고 이중 3사가 45.7%를 차지하고 있고 아파트지역이 일반주택지역 대비 상대적으로 가입율이 높게 나타나고 있다.

기술방식별로는 <표 1>처럼 xDSL 57%, CATV 33%, 기타 10%로 KT와 하나로 통신에서 주력하고 있는 xDSL방식이 주류를 이루고 있으며 그중에서도 ADSL이 대부분을 차지하고 있다. 경쟁체제 도입, 정부의 IT지원정책 그리고 아파트와 같은 밀집지역의 다수 분포등에 기인한 ADSL의 급성장은 최근 그 증가세가 둔화되고 있으나 더욱 확장된 광대역의 전송기술을 필요로 하는 콘텐츠가 출현하기 전까지는 계속 지속될 것으로 전망된다.

표 1. 사업자별 기술방식 비교(KRNIC, 2002 상반기 기준)

구분	DSL/ADSL	FTTC	케이블 모뎀	기타
K T	81%	9%	-	10%
하나로	-	45%	41%	14%
두루넷	-	-	99%	1%
기타	-	17%	70%	13%
총 계	33%	18%	33%	10%

최근 UTP가 포설된 신규아파트지역을 중심으로 이더넷방식이 빠르게 적용되고 있고 경제성 및 확장성 측면에서 경쟁력이 있는 것으로 나타나고 있어 Post-ADSL기술중 하나의 대안으로 급부상하고 있는 상태이다.

지역별로는 크게 주거지역과 비즈니스지역으로 대별되는데, 먼저 주거지역의 경우, 아파트지역보다 광가입자망 구축이 다소 부진한 일반주택지역은 초고속인터넷 가입자의 55%이상을 차지하고 있고 주로 DSLAM방식과 케이블 모뎀방식이 결합을 하고 있으며, 가입자 유치경쟁이 아파트지역에서 이들지역으로 이동하고 있는 실정인데, 이는 이들 지역에서 초고속인터넷의 잔재 수요가 발생할 확률이 가장 높을

것으로 예측되기 때문이다. 한편 비즈니스지역은 전국 약30만(3층이상)이상의 업무용 건물이 산재해 있고 주로 전용회선 위주의 광가입자 기술이 적용되고 있지만 최근 TDM기반의 전용회선 수요는 인터넷 기반의 고속패킷회선으로 변화하고 있는 실정이다.

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 VOD 등은 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, MSP 기술들을 들수가 있는데 이들은 post-ADSL을 제공하는 광가입자 전송기술의 대표 주자로 공감되고 있다.

### Ⅲ. 초고속 광가입자망 기술 현황

#### 1. DSL

xDSL(x Digital subscriber Line)은 전화국

에서 가입자 댁내까지 음성신호 전달을 목적으로 구성되어 있는 동선선로를 이용하여 고속의 디지털 데이터 전송을 가능하게 하는 기술이다. xDSL기술은 ADSL을 이용한 초고속 인터넷 접속위주의 서비스가 제공되고 있고, 국내 가구의 높은 밀집도로 인하여 APT와 전화국 기점 3km 이내에 대규모로 공급되었다. 국사로부터 3km이후 지역 및 신규아파트 지역에는 FLC류 장비를 이용한 FTTC방식의 광ADSL이 주로 보급되었고 최근 이더넷과 결합된 형태의 DSLAM방식의 광VDSL도 적용되고 있다. 결국 현재의 초고속 광가입자전송은 주로 ADSL기술을 이용하고 있지만 향후 FTTC방식의 VDSL, 메트로 이더넷방식의 VDSL이 주로 적용될 조짐이다. 이는 VoD 등 대역폭 기반의 멀티미디어서비스 제공을 위한 전략적인 기반 구축과 신규 가입자 유도를 위한 두가지 목적으로 추진되고 있는 듯하다. 본고에서는 VDSL위주로 기술현황을 살펴보고자 한다.

VDSL에 대한 표준화는 ANSI, ESTI, FS-VDSL 그리고 ITU 등 각 표준화단체에서 활발히 진행되고 있고, 현재 ANSI T1E1.4와 ETSI TM6에서는 VDSL송수신기에 대한 표준초안이 나와 있는 상태이다. ITU-T에서는 2001년 12월 라인코드와 무관한 공통부분에 대한 표준을 완료하였고, 라인코드에 대한 공식적인 표준화 일정은 없는 상태이다. FS-VDSL은 2000년 10월에 첫 회의를 시작으로 3개월에 한번씩 회의를 진행해왔으며, 2년여에 걸친 작업 끝에 2002년 6월 FS-VDSL 규격을 완성하여 <http://www.fs-vdsl.net>에 공표하였다. 이를 바탕으로 2002년 9월부터는 ITU-T SG16으로 표준화작업 무대를 옮겨서 ITU-T/FS-VDSL Focus Group이라고 이름만 변경하고 그 동안의 FS-VDSL 활동과 같은 절차 및 형식을 통하여 지속적인 규격 개정작업을 수행할 계획이며, 그 결과를 2003년 5월에 ITU-T 권고안으로 승인 받는 것을 목표로 하고 있다. FS-VDSL 규격은 동선구간에 VDSL을 적용하고, 액세스망으로는 B-PON을 사

용하여, 비디오서비스, 데이터서비스 및 음성서비스를 포괄하는 Full Service를 제공하려고 한다. 이미 데이터 서비스는 그 망구조가 IP에 기반하여 정립된 상태에 있으므로, FS-VDSL에서는 비디오 트래픽의 효과적인 전달을 위한 망구조 및 프로토콜에 집중하고 있다. 코어망에 대해서는 IP, ATM, MPLS 등 여러 가능성을 남겨두고 있으며 액세스망은 ATM에 기반한 B-PON, 동선구간은 VDSL이며 홈네트워크 Layer 3는 IP, Layer 2는 Ethernet에 기반하고 Layer 1은 UTP5, HomePNA, Bluetooth 등이 가능하다. 최종규격이 2003년 5월에 ITU-T 승인을 받는 것을 목표로 하기 때문에 현재의 FS-VDSL 규격은 기술발전추이에 따라서 변경될 수 있으며, 이에 대한 지속적인 연구 및 그에 따른 망구축방안 설정이 요구된다고 하겠다.

VDSL 칩셋 개발현황을 보면, QAM 기술을 적용한 VDSL 칩셋은 이미 상용화되었고 2001년말부터 DMT방식의 상용 칩셋도 출시되고 있다.

장비개발 현황을 보면, 표준화된 칩셋 개발의 지연으로 목표서비스가 불확실하여 시스템별기능 및 성능 차이가 있지만 크게 IP 기반 DSLAM 및 ATM 기반 DSLAM 장비로 구분이 되고, ATM 기반 시스템은 기존 ADSL과 통합 적용구조의 진화모델을 추구하며, IP기반 시스템은 이더넷스위치의 확장 개념으로 접근하고 있다.

## 2. PON(Passive Optical Network)

PON기술은 FTTH형 광대역서비스 기반 기술로 수동소자인 스플리터를 사용하여 데이터를 분기 결합하는 방식으로 액세스망의 광코어 절감 및 망구조가 유연한 광대역 액세스망 기술로 알려져 있다. PON 기술은 (그림 2)와 같이 단일 OLT(Optical Line Termination)에 여러개의 ONU(Optical Network Unit)들이 연결되는 점대다점 형태로 구성된다.

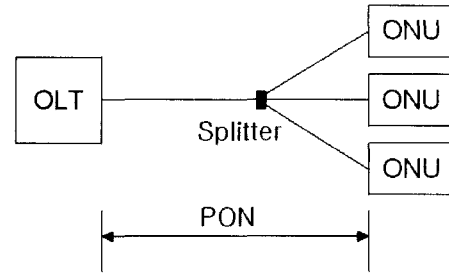


그림 2. PON망 구성도

하향은 broadcasting 방식으로 데이터가 전달되고, 상향은 ONU들간의 데이터 충돌 방지책으로 TDMA 방식을 사용한다. TDMA로 상향 데이터가 전달되기 위해서는 초기 단계에서 레인징 기능을 수행하여 각 ONU들과 OLT간 동일한 논리적 거리가 되도록 조절하는 기능을 수행하고, 상향 대역을 효율적으로 사용하기 위해 DBA(Dynamic Bandwidth Allocation) 방식을 사용한다. 하향 데이터는 해당 ONU 만 볼 수 있도록 암호화시켜 전달한다. 이러한 PON의 고유한 기능들은 PON 기술의 핵심 기술로 분류가 된다. PON의 종류는 계층2 프로토콜 사용에 따라 B-PON과 E-PON으로 분류가 되고, 현재 B-PON은 상하향 속도 155/622Mbps 또는 155/155Mbps로 규격이 정해져 있는 상태(G983.1)이며, E-PON의 경우 상하향이 100~800M/1.25Gbps로 가변적이며 현재 표준화 진행중(IEEE802.3ah)이다. B-PON 기술은 망 사업자들에 의해 표준화 및 개발이 주도되고 있는 실정이며, E-PON 기술은 벤더들에 의해 주도되고 있다.

기술 표준화 동향을 살펴보면, EFM SG은 다수의 이더넷 개발업체들과 소수의 망 사업자들의 참여를 통해 E-PON의 MAC, PHY, OAM 기능 및 P2MP 기능 정의 작업을 진행중이다. 표준화 진행 분야는 P2MP(MPCP, P2PE), PMD(P2MP, P2P, Copper), OAM(MAC, PHY layer), Copper PHY(EoVDSL)이며, 2002년 7월에

draft 0.9가 발표되었고, 내년 9월에 표준화 완료 예정이다. FSAN에서는 ATM 기반인 B-PON 관련 기능 표준화 작업을 진행하여, 현재 표준화 완료 상태이다. 표준화된 분야는 G.983.1(B-PON 기능 정의), G.983.2(ONT 관리 및 제어 인터페이스 정의), Q834.1.2(B-PON 관리규격 및 관리객체), G.983.3(WDM enhancement), G.983.4(DBA 기능 정의), G.983.5(보호절체 규격 정의), G.983.7(OAM DBA 보완 정의) 이다.

FSAN-OAN WG에서는 G-PON(Gigabit capable PON) 기능 정의 및 각 기능 모듈별 물리적 규격과 프로토콜을 개발중에 있다. 표준화 진행 분야는 GSR(Gigabit capable PON service requirements), GTC(G-PON TC layer specifications), GPM(G-PON Physical Media dependent layer specifications) 이다. 표준화 추진 일정은 GSR, GPM은 2002년 11월까지 완료하고, GTC는 내년 1월에 초기 draft 발표, 2/4분기에 최종 draft 발표하여 ITU에 제안할 계획이다.

현재 B-PON 장비는 국내업체 중 LG전자, 웰링크, ETRI에서 개발하여 상용화 준비 중이며, 해외

업체로는 Terawave, Quantum Bridge, Mitsubishi, Xspeed 등에서 개발하여 현재 상용화 완료단계에 있다. 해외 장비의 경우, PON 구간 내에서 자체 프레임 방식을 사용하기 때문에 상호 호환성이 없으며, core 망 인터페이스는 현재 ATM/SONET 방식을 지원하고 있으며, 일부는 Gigabit Ethernet 인터페이스 기능도 제공하고 있다. 또한 OLT-ONT(Optical Network Terminal) 구성만 가능하며, FTTH와 FTTB에 적합한 기능을 제공하고 있다. 국내 장비들의 경우, OLT-ONU 형태가 가능하고, 국내 표준을 반영한 프레임 방식과 서비스 인터페이스 기능들을 제공하고 있으며, ONU에서 가입자까지는 xDSL 방식으로 연결된다. 이 구성은 FTTC와 FTTB에 적합한 기능을 제공하고 있다. E-PON 장비는 해외의 경우, AllOptic, Fujitsu 등이 상용화 완료 단계에 있으며, 자체 프레임 방식을 이용하여 PON 구간 내 프레임 기능을 구현했다. 국내의 경우, 현재 ETRI에서 산업체(삼성, LG, 삼우 등), 사업자(KT) 및 학계(ICU)와 연계하여, 국책과제로 E-PON 개발 추진중이다. 두 기술간 일반적인 특성을 <표2>에 나타내었다.

구분	E-PON	B-PON
목표	경제적인 FTTC, FTTB, FTTH 방안 제공	경제적인 FTTC, FTTB, FTTH 방안 제공
Layer2	Ethernet	ATM
Transport	Frame	Fixed cell
Speed	100M, 1.25M, 10Gbps	155M, 622Mbps
표준	IEEE802.3ah	G.983.1
Upstream	TDMA(SBA, DBA)	TDMA(SBA, DBA)
Traffic management	802.1p, DiffServ, VLAN...	CBR, VBR, UBR
Service	Internet(10/100, VDSL)	Internet(10/100, A/VDSL), 전용선(E1)
장점	<input type="checkbox"/> 제공 대역 폭증 (~1.25Gbps) <input type="checkbox"/> 시스템 복잡도 낮음	<input type="checkbox"/> Service-independent transport <input type="checkbox"/> 안정적 대역 보장 : 전용 서비스, 음성에 적합 <input type="checkbox"/> QoS 보장
단점	<input type="checkbox"/> 대역 사용 효율 낮음 <input type="checkbox"/> 기술 표준화 진행 : 업체별 독자적 기술 사용 → 상호 호환성 문제, 장비 개발시 소량 개발 단계의 어려움 <input type="checkbox"/> Optical Transceiver chip 소량화 어려움 → 상용 대역 제한	<input type="checkbox"/> 제공 대역 상대적으로 적음(~622Mbps) <input type="checkbox"/> 시스템 복잡도 높음 <input type="checkbox"/> Optical Transceiver 소량화도 어려움 → 상용 대역 제한
적용 서비스	고 밀도 데이터 서비스	유선 음성, 전용 서비스

표 2. PON 기술 비교

### 3. 메트로 이더넷

이더넷은 1973년 Xerox사에 의하여 LAN영역에서 컴퓨터간 연결을 위해 개발된 기술로 1983년 부터 IEEE에서 10 Mbps, 100 Mbps 이더넷 기술을 표준화하였으며, LAN 영역에서 단말기간 통신을 위해 95%가 이더넷 기술을 사용하고 있다. 1998년 1Gbps 이더넷, 2002년 10 Gbps 이더넷이 표준화됨에 따라 전송속도가 높아졌고, 또한, 전이중방식의 이더넷 표준화로 CSMA/CD 프로토콜에 의한 거리 제한 문제가 해결되었고, 광케이블을 통해 전송함으로써 장거리 전송이 가능하다. 이와 같은 요인으로 인해 이더넷의 적용범위가 LAN 영역을 벗어나 MAN 및 WAN으로 빠르게 확대되고 있다. 최근 이더넷 기술에 라우팅 기술이 정합된 장치가 상용화됨으로서 이더넷 영역이 너무 넓어지는 문제점을 해결할 수 있게 되어 인터넷 접속 가입자 수용이 더욱 용이해 졌다. STP, RSTP, Link Aggregation 기능 등 다양한 링크장애에 대한 대처기능이 보장되었고, 특히, 이더넷망에서 선로나 장치장에서 취약한 보호절체기능을 보장하고SDH장치와 같이 50msec 이내의 생존성을 보장하기 위하여 IEEE 802.17에서 2003년 완료 목표로 표준화하고 있다. 전용회선에 사용하기 위하여 L2, L3, L4 계층에서 가입자로부터 유입되는 트래픽을 제어할 수 있는 rate limiting기능을 이더넷 스위치가 채택하여 가입자별 전송속도 제한이 가능해 지는등 새로운 기능들이 계속적으로 추가 보완되고 있다. 또한, 802.1q의 VLAN-Tag을 이용하여 VPN을 구축할 수 있는 기술이 표준화 되었다. 최근에는 이더넷스위치에서도 MPLS를 탑재하고 있으며 RSVP, Diffserv등 라우터에 주로 적용되던 기술이 이더넷장치에서도 탑재되어 QoS문제를 해결하려 하고 있다. IEEE 802.3ah에서는 전화국사에서 가입자구간에 적용될 이더넷 PON, Ethernet/xDSL, 1Gbps속도에서의 10km전송 이더넷, 운용유지보수 기술을 표준화

하여 완전 이더넷망 구축을 가능케 할 것으로 판단된다.

기술개발 현황을 살펴보면, 2002년 하반기부터 10Gbps전송속도의 인터페이스를 갖춘 이더넷스위치가 출시되기 시작하여 스위칭용량도 수백 Gbps이르는 장비까지 개발되고 있다. 국내시장에서 Metro Core쪽 장비는 주로 외산장비가 경쟁력이 있으며 Metro Access쪽 장비는 주로 국산장비가 경쟁력이 있는 것으로 판단된다.

국내 사업자동향을 살펴보면, 2001년부터 MAN 및 WAN 영역에서 Ethernet 기반의 인터넷 망 구축 및 이를 이용하여 인터넷 전용회선 수요가 밀집된 지역에서 사용요금에 민감한 인터넷 PC방 전용회선 분야에서 Cream skimming 전략으로 전용회선 서비스를 제공중에 있으며, 2002년 부터는 일반기업대상의 인터넷 접속 전용회선도 출시되고 있다. 국외의 경우, 2000년 부터 1Gbps Ethernet 스위치를 이용하여 인터넷 전용회선 서비스 및 일반 가입자에게 초고속 인터넷 서비스를 제공하기 위한 다수의 사업자가 출현되어 있는 상황이다.

현재의 이더넷은 신축 사이버아파트등 UTP케이블 환경이 구비된 건물 및 비즈니스지역에 Ethernet LAN 서비스를 보급하여 초고속데이터 전용의 액세스망 구축에 박차를 가하고 있고, 정부의 초고속 인증 아파트의 증가와 함께 상당한 시장을 형성하고 있다.

### 4. MSPP(Multi-Service Provisioning Platform)

MSPP는 기존 SDH 기술을 기반으로 데이터 서비스가 용이한 형태로 발전시켜 IP와 Ethernet을 효율적으로 수용하는 데 중점을 두고 있는 기술이다. MSPP기술의 출현배경을 살펴 보면, 먼저, 고집적 반도체 기술을 배경으로 기능 통합을 이용한 복합 서비스 수용을 들 수 있다. 즉 ADM, DCS(Digital

cross-connect system), L2/L3 Switch를 하나의 박스로 통합하고, 멀티서비스(TDM, ATM, Fiber Channel, Video, Ethernet)를 수용하는 것이다. 현재 사업자와 벤더의 공통된 인식은 지속적인 운용비용의 증가에 비해 수익 기반이 점차 악화되면서 새로운 비즈니스 모델의 창출에 관심을 기울이고 있다. 다음으로 기존 SDH망의 장점인 보장된 대역, Low Latency와 More Secure (Ethernet : Packet-by-Packet Traffic mix)한 기능을 활용하면서 SDH망의 대역폭 활용 개선에 초점을 맞추고 있다. 다음으로 기존 SDH와의 호환성으로 NG-SDH 장비로 기존 SDH망을 대체하는 것이 아니라 필요한 위치에 추가하는 방식이다. 따라서 사업자는 데이터 서비스가 필요한 위치에만 NG-SDH 장비를 추가하여 데이터 서비스를 제공할 수 있어 초기 투자 부담을 줄이면서 SDH 망을 진화 시켜 나갈 수 있는 장점이 있다. 마지막으로 효율적인 데이터 서비스 수용과 사용자가 요구하는 다양한 속도를 제공할 하기 위해 기존 SDH가 갖고 있는 비효율성을 극복하려는 배경을 갖고 있다. 따라서 현재 진행중인 NG-SDH 기술의 주요 개발 방향은 음성과 데이터 통합 수용, 데이터 트래픽의 집선을 통한 대역폭 이용 효율 향상, 기존 SDH 장비와의 상호 연동성이라 할 수 있다.

기술개발 현황을 살펴보면, 국내외 다수 업체에서 NG-SDH 시스템을 구현 중에 있으며, 일부 관련 기술의 안정성 확보를 위해 시험 중에 있는 상황으로 국내외 모두 내년 상반기 이후에 상용시스템의 구현이 가능하리라 예상된다. 그리고 초기 시스템 구조를 향후의 기능 업그레이드 까지 고려한 플랫폼으로 설계되고 있으며, 일부 기능의 보완사항에 대해서는 지속적인 검증이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 표준화현황을 보면, 최종 검토단계에 있거나 이미 표준화가 완료된 상황에 있으며, 이에 따른 관련 부품의 출시 및 성능확인을 통한 개발업체의 움직임이 활발한 상태이다. 대부분 새로운 기술이 아닌 기존의 기술의

개선을 통한 시스템의 통합이지만 금년까지는 기본적인 시스템 구현과 시스템 운용체계에 대한 후속작업이 이어지리라 판단된다. 아울러 국외에서도 각국의 가입자 환경에 적합한 구조를 검토 중에 있으며, MSPP를 이용한 기존망의 진화 및 신규 사업모델의 창출에 고심하고 있는 상황으로 기존망의 활용 및 운용비용의 절감을 위한 노력을 기울이고 있다. 특히 국외의 경우에는 신규 통신사업자들은 국간전송망과 가입자망의 영역을 파괴하는 대용량 광대역 메트로 장비의 도입 및 검토가 활발이 이루어져 왔으며, 대형 통신사업자의 경우에는 기존망을 고려한 MSPP의 적용을 지속적으로 검토 및 추진 중에 있다.

### Ⅲ. 초고속 광가입자망 기술 전망

#### 1. VDSL

VDSL은 가입자근처까지 광케이블을 이용하고 맥 내 인입부분만 기존 동선선로를 이용하는 FTTC 구조에서 고속데이터 전송이 가능하며, 상향/하향 속도 6.4Mbps/52Mbps, 3Mbps/25Mbps 혹은 양방향 13Mbps를 최대 1.5km까지 제공할 수 있는 장점으로 인해 기존 통신사업자 입장에서는 음성과 데이터 등 통합서비스를 수용할 수 있는 가장 경제적인 솔루션이라 할 수 있다. 스트리밍 오디오/비디오에 대한 인터넷 사용자의 서비스 요구가 계속 커지고 있고 특히, 비즈니스 지역의 양방향 고속 데이터 전송에 대한 요구가 증가하는 추세를 감안할 때 VDSL은 가장 매력적인 기술임에 틀림이 없다. 그러나, VDSL은 국내외 사업자간의 국제표준에 대한 첨예한 대립으로 ITU-T에서는 2003년 중반이후에나 관련 표준이 완성될 예정으로 있어 표준에 의한 본격적인 사업 시기는 2003년 후반에 가능할 것으로 보인다. VDSL은 Post-ADSL 기술로 확실히 매력적인 솔루션임에는 의심의 여지가 없어 보이나 기존의 ADSL보다 더욱 차별화된 서비스 제공 수단으로 자

리매김하기 위해서는 단지 고속의 인터넷 접속만을 제공하는 것이 아닌 QoS가 보장된 고속의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 인프라 확보에 많은 노력이 필요할 것으로 보이며, 따라서, 통합서비스 제공을 위한 FS-VDSL 규격 작업도 계속 주시할 필요가 있을 것으로 사료된다. 또한, ADSL처럼 초기 대규모 시장확보에는 어려움이 있고 신규지역 위주의 국부적인 사업화를 통하여 ADSL서비스 잠식이 아닌 상호보완적인 관계를 유지하는 것이 필요할 것이다. 현재 아파트와 같은 밀집지역에 적용되고 있는 FTTC구조의 VDSL은 초기에 ATM위주로 개발되었던 것에 비해 최근에는 이더넷 기반의 저가형장비 개발 추세이며 이더넷 기반의 장비의 경우, 단독으로 코아와 연결이 불가능하므로 Metro-Ethernet 혹은 PON등과 연계하여 적용이 가능하다. (그림 3) 처럼 VDSL은 그 전달방식에 따른 논란이 아직까지 진행되고 있는데, ATM방식의 경우, 대역폭 제한 문제, ethernet방식의 경우 QoS 및 망운용관리 문제

가 가장 현안으로 대두되고 있다.

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. 현재 양방향 13Mbps급의 VDSL이 공급중이며 향후 본격적인 VDSL공급은 20Mbps 이상급으로 예상된다. 그러나, VDSL기술의 본격적인 적용에 앞서 구내 타 데이터선로와의 간섭문제, 전송거리등에 대한 VDSL 칩셋 성능분석에 대한 사전작업이 선행되어야 할 것이다.

## 2. PON

PON은 20 Km 반경 내에 있는 가입자들을 FTTx의 형태로 연결을 제공하는 수동광네트워크로서 하나의 광케이블이 스플리터를 통해 여러 가닥으로 분기하여 최대 64 대의 ONU/ONT가 동시에

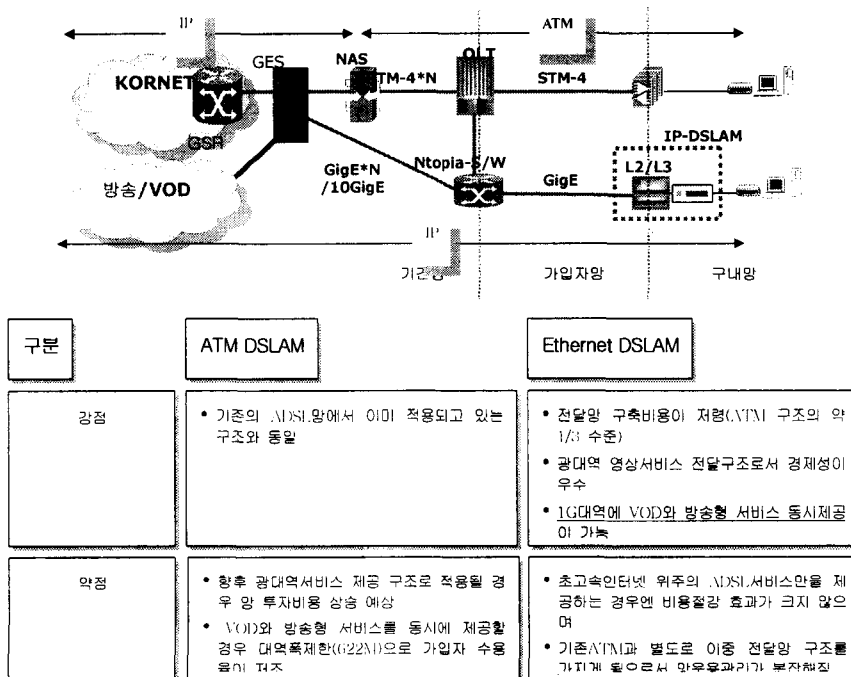


그림 3. VDSL 적용망 구조 비교



연결되어 사용할 수 있는 구조로 적용지역에 따라 다양한 크기의 ONU제공이 큰 특징이라 할 수 있는데, 국외 경우, 주로 FTTH를 목표로 장비가 출시되어 전용회선과 이더넷 인터페이스를 주로 제공하는데 반해 국내의 경우는 밀집지역의 FTTC 및 건물지역의 FTTH를 동시에 제공하는 것을 목표로 상용화준비 중에 있다. 현재 검토되고 있는 PON 서비스 대상 지역은 밀집 지역, 음영 지역, 분산(저밀집) 지역으로 나눌 수 있는데, (그림 4)처럼 PON은 이러한 지역 특성에 최적화된 망 topology를 설계하여, 위치에 제한 받지 않는 서비스 제공, 추가적인 광 선로 구축 시점에 가장 경제적인 망확장성 제공 가능한 점이 큰 특징으로 대두될 전망이다.

초기 국내 PON시장은 거의 상용화 완료단계에 있는 B-PON 위주로 기존서비스의 품질개선 및 망 고도화를 목적으로 구축될 가능성이 높으며, 국내 실정에 맞는 E-PON의 상용화시점에는 동시에 적용될 것이다. 시스템 관점에서 볼 경우, E-PON은 QoS 보장 기능이 강화되고, B-PON 수준의 보장된 서비스 품질 제공이 가능해질 것으로 보며, 두가지 방식이 모두 다양한 core망과 연동이 가능한 형태로 발전할 것으로 본다. 그 시점에서는 시스템 가격 및 도입 시기에 따라 특정 방식으로 PON 시스템 사양이 보편화될 가능성이 높을 것으로 판단된다. 방송 서비스가 활성화될 경우, 별도의 파장을 이용하여 overlay

방식의 서비스 제공 기능이 추가될 것으로 보며, FS-VDSL 표준을 반영한 VDSL을 이용한 서비스가 활성화될 것으로 전망된다. 또한 VDSL을 이용한 가입자 연결 방식과 차별화된 ONT를 활용한 FTTH 방식도 콘텐츠의 다양화 및 사용 대역 증가에 따라 보편화될 것으로 보이며, ONT를 가입자 대내 또는 가입자들이 밀집된 곳에 근접한 위치에 적절히 배치하여, Ethernet 인터페이스를 통한 서비스 제공 방안도 적용될 것으로 보인다. 또한, 가입자 지역의 curb까지 설치된 미사용 코아들을 소용량 PON으로 연결하여 가입자까지 광을 연결하는 FTTH 서비스의 형태도 조심스럽게 거론이 될 것이다. PON 기술은 궁극적으로 다수의 파장을 이용한 WDM-PON으로 발전할 것으로 전망되지만, 높은 대역을 제공하는 WDM-PON 서비스가 바로 가입자에게까지 제공되기 보다는, core 백본망측에 위치하여, 가입자망에 기구축된 PON과 연결되어 사용되고, 가입자단까지 점진적으로 보급될 것으로 전망된다.

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 직결될 것이며 다행스러운 것은 국내

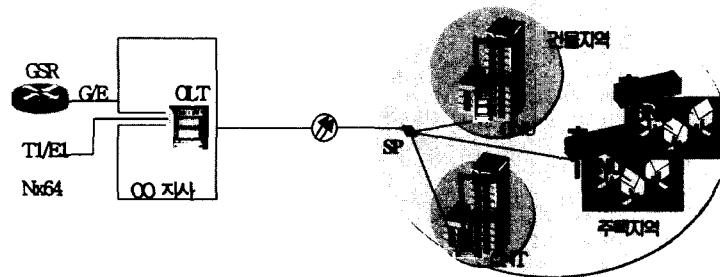


그림 4. PON 적용 구조

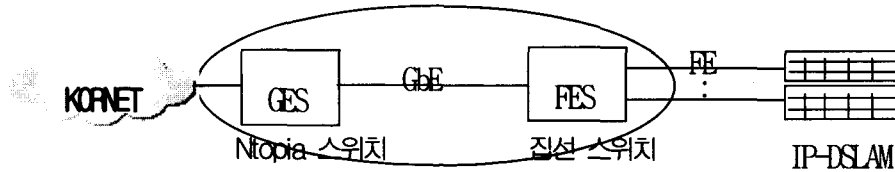


그림 5. Ethernet-VDSL 적용

에서도 PON용 트랜시버 개발이 본격화되고 있다는 것이다. 국내에서는 KT가 2002년 하반기중에 PON시범사업을 통해 국내적용에 대한 가능성을 검증할 계획으로 있으며 하나로통신에서도 건물지역에 E-PON시범사업을 추진하여 사업 가능성을 검토하고 있다.

### 3. 메트로 이더넷

2000년 11월 아파트단지만을 이더넷망으로 연결하고 아파트 관리사무소에서 인터넷 노드까지는 SDH망을 이용하는 사업을 시작으로 2002년 부터는 SDH장비를 사용하지 않는 완전 이더넷방식의 서비스 제공으로 진화하였다. 2001년 말부터 인터넷 PC방 대상의 인터넷접속 전용회선서비스가 시작되어 사업자별 상당한 수준의 가입자가 확보되어 있고 유치 경쟁도 치열한 상황이다. 또한, (그림 5)처럼 아파트와 같은 밀집지역 중심으로 FTTC장치로 Metro Ethernet스위치를 이용하고 IP-VDSL을 이용하여 초고속 인터넷 접속서비스 제공을 시작하였고 일반주택지역의 ADSL서비스 품질 향상을 위하여 초고속 인터넷 접속서비스 제공을 검토하고 있는 중이다.

또한, 이더넷의 주요 서비스 대상을 대형 업무용빌딩의 전용회선 수요자까지 확대하여 사용자에게 인터넷 접속, LAN to LAN 전용회선 서비스 제공을 준비중에 있다. 저렴한 가격, Mbps 단위의 다양한 속도, 빠른 서비스 개통을 제시하며 기존 SDH 기반

의 전용회선 시장을 잠식할 것으로 보인다.

메트로 이더넷사업은 초기에는 신규사업자를 중심으로 확산되었으나 최근에는 ILEC이 사업을 적극적으로 추진하기 시작하는 추세이며, 그 영역을 확장하기 위해서는 음성전화, 영상등 QoS보장이 요구되는 서비스 수용의 한계를 극복할 수 있는 방안마련과 이더넷기반의 네트워크 구축시 가입자보안 기능 및 망운용관리 강화등 제반기능들이 보장되어야 할 것이다.

### 4. MSPP

MSPP 적용구조는 진화단계별로 예측할 필요성이 있으나, 현재로서는 망의 적용성 및 사업성에 따라 그 진화의 범위가 조정되리라 예상되며, 초기 단계의 적용구조를 살펴보면 (그림 6)과 같이 COT-RT 구조로 COT는 전화국에 있고, 다양한 접속 인터페이스를 갖는 RT가 가입자의 빌딩 플랫폼 역할을 수행하면서 기존 전용회선, 전화, 인터넷등 멀티

서비스의 제공이 가능하다. NG-SDH 기술기반의 MSPP 시스템의 사업화 전망을 살펴보면 멀티서비스, 기능통합, 기존망과의 연동과 같은 특성으로 신규서비스의 창출과 망운용비의 절감 및 기존망의 활용등과 같은 장점으로 기업고객에게 다양한 서비스의 제공 및 신규사업모델의 도출로 비즈니스 액세스망의 고도화에 큰 역할을 수행하리라 예상된다.

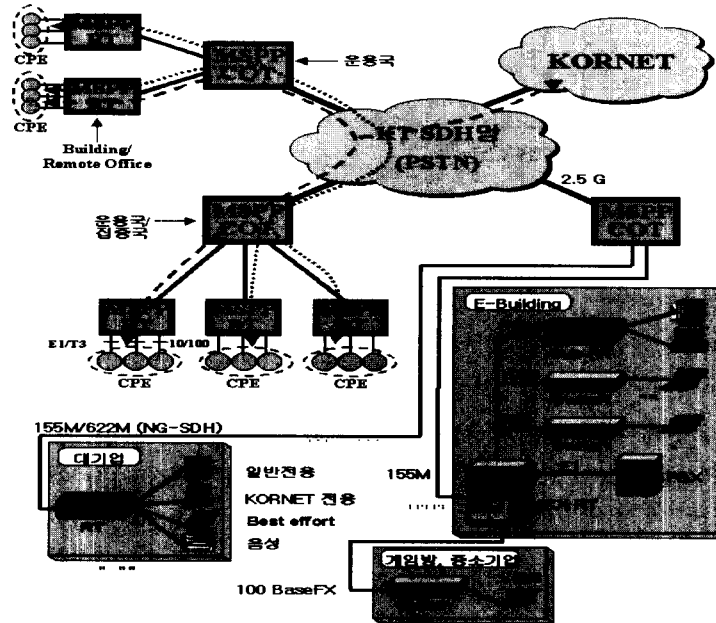


그림 6. MSPP 적용구조

## V. 결론

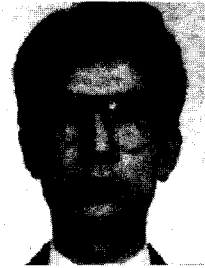
초고속 인터넷서비스 제공에 따른 여러가지 문제점 중 사용자의 가장 큰 불만은 품질로 조사되고 있으며 특히, 국사로부터 원거리 가입자들의 불만이 증가하고 있는 추세이다. 이는 초고속인터넷 서비스가 일반인들에게 보편적인 상품으로 인식되고 있다는 증거이기도 하다. 가입자들의 서비스 불만은 결국 서비스공급업체 변경으로 이어질 것이므로 통신사업자에게는 운용상의 품질 및 서비스개선이 시급한 과제라 하겠다. 본 고에서는 현재와 미래의 광가입자망 기술에 대해 간단히 살펴보았는데, 현재의 ADSL기술은 조만간 post-ADSL기술로 대체될 것이 예상된다. Post-ADSL기술중 Metro-ethernet과 MSPP기술은 대형 비즈니스지역을 중심으로, PON은 중소형 비즈니스지역을 중심으로 적용될 전망이며, 주거지역은 이더넷과 IP-VDSL의 결합방식과 PON기술이 적용되어 FTTC구조의 광가입자망 구축을 주도할 것으로 판단된다. 하지만, 이들 기술 중 절대적으로

유리한 방식은 존재하지 않기 때문에 이들 기술의 장점을 발휘할 수 있는 영역을 확보하고 적용하는 것이 중요한 과제라 하겠다. 분명한 것은 기존 통신사업자 중심의 기술 선택은 사용자중심의 기술 선택으로 바뀌고 있고 이는 광가입자망 기술 대안이 다양하고 사용자 입장에서는 그만큼 선택의 폭이 넓어졌기 때문이다. 사용자는 경제적이면서 고품질의 서비스를 요구할 것이며, 통신사업자는 경제적인 측면과 QoS측면에서 광가입자망 기술을 적용하여 기존 시장 방어 및 신규시장 개척에 총력할 것으로 전망된다.

## 참고문헌

- [1] KT 기술조사평가단, "FTTC 액세스장비 동향과 전망", 5월, 2002년
- [2] ITU-T Recommendation G.983.1, "Broadband Optical Access Systems Based on Passive Optical Networks (PON)," Geneva, Oct. 1998.

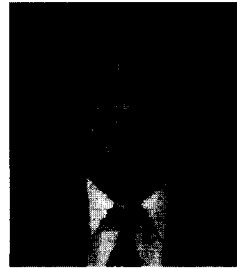
- [3] 남도현등, “멀티서비스 수용을 위한 통합액세스 전송기술”, 한국통신학회 논문집, 3월, 2002년
- [4] FS-VDSL Operators WG: FS-VDSL Part 1: Operator Requirements, FS-VDSL, May 2002
- [5] FS-VDSL System Architecture WG: FS-VDSL Specification Part 2: System Architecture, FS-VDSL, May 2002
- [6] IEEE, “Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for subscriber access network”, IEEE Draft P802.3ah/D0.9, June 2002



**조성대**

1987년 고려대학교 전자공학(학사) 1989년 KAIST 전기 및 전자공학(석사) 1999년 KAIST 전기 및 전자공학(박사) 1989년~현재 KT 통신망연구소 선임연구원 관심분야 : 광통신,

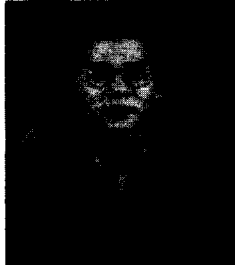
광가입자망, 광인터넷, 메트로 이더넷



**김운하**

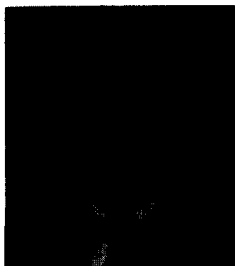
1980년 경북대학교 전자공학(학사) 1991년 한양대학교 전자계산학과(석사) 1980.4 ~ 1983.12 한국전자통신연구원 1984 ~ 현재 KT 통신망연구소 가입자전송연구팀장

관심분야 : xDSL, 광가입자망, 광인터넷



**김진희**

1987년 경북대학교 전자공학(학사) 1991년 경북대학교 전자공학(석사) 1991년 ~ 현재 KT 통신망연구소 선임연구원 관심분야 : 광가입자망, 광인터넷



**남도현**

1987년 한양대학교 기계설계공학과(학사) 1989년 한양대학교 기계설계공학과(석사) 1990년~현재 KT 통신망연구소 선임보연구원 관심분야 : 통합액세스 플랫폼, 광인터넷