

초고속 광가입자 정합을 위한 광홈네트워크 기술

박 광 로, 김 재 명, 이 형 호

한국전자통신연구원 네트워크연구소

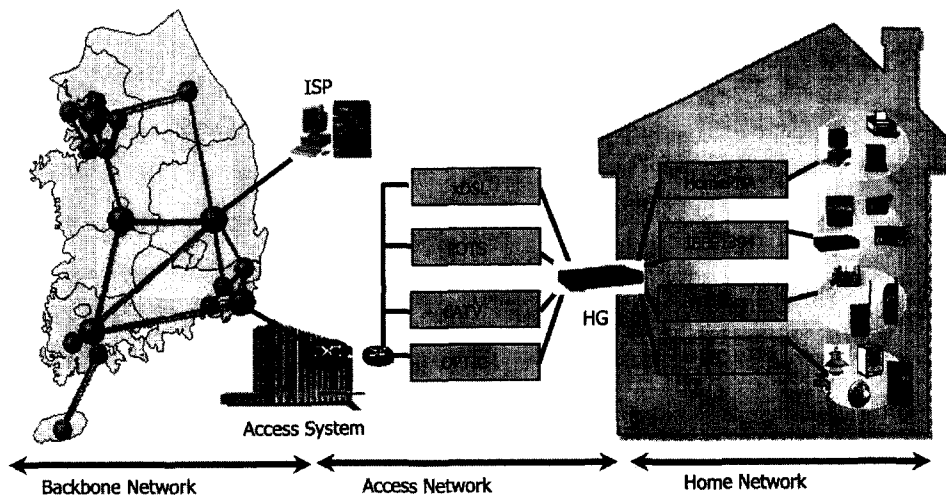
I. 서 론

90년대 중반이후 국가사회 전반에 걸쳐 범정부적으로 추진해온 정보화 촉진 정책의 결과, 우리나라는 세계 최고의 정보통신 인프라를 구축하는 등 괄목할 만한 성과를 달성하였다. 우선 지난 수년간 국내 인터넷 인프라가 지속적으로 확충되어, 2001년 총인구 수 4,734만 명의 51.5%에 달하는 2,438만 명이 인터넷을 이용하고 있으며 2005년에는 3,200만 이상으로 증가할 것으로 전망되는 등 인터넷 이용자가 급속히 증가하고 있다.

또한 정보통신 인프라의 디지털화와 광네트워크화는 기간통신망 사업자들에 의해 백본망(Backbone or Core Network)으로부터 시작하여 이를 가입자와 연결하는 액세스망(Access Net-

work)에서 급속한 발전을 이루고 있으며, 이러한 추세는 이제 정보수요자의 최종 단계이며 네트워크의 싹틔줄인 홈네트워크로 확산되고 있다. 네트워크 구성은 크게 백본 망, 가입자망 및 홈네트워크로 구분되며, 백본망과 가입자망을 연결하기 위한 액세스시스템과 홈네트워크를 액세스망에 상호 접속하기 위한 홈게이트웨이 시스템으로 연결하게 된다. <그림 1>은 전체적인 네트워크 구성도를 나타내고 있다.

수년 전부터 여러 대의 PC를 가진 가정이 늘어나고 네트워크 접속기능을 가진 정보가전 기기가 등장함에 따라 홈네트워크에 대한 요구가 증대하고 있다. 홈네트워크 기술은 기존의 맥내 배선 체계가 아니라 고속의 인터넷 통신 및 디지털 가전기기를 수용할 수 있는 새로운 개념의 맥내 통신 기반을 지칭하는 용어로서, 초고속 정보통



<그림 1> 네트워크 구성도

신 서비스에서 최대의 병목 구간으로 부상되고 있는 가정 내부의 통신 기반(Infrastructure)을 개선하고자 하는 것이다. 홈네트워크를 구성하기 위해서는 새로운 맥내 배선을 설치하지 않고 기존에 설치된 배선을 최대한 활용하여야 하고, 가정에서 누구나 손쉽게 정보가전 제품을 사용할 수 있도록 미들웨어 기능을 지원해야 하며, 개인의 사생활 보호를 위한 보안기능 및 기기의 안전성이 확보되어야 한다. 또한 향후의 멀티미디어 서비스를 쉽게 수용할 수 있는 네트워크 인프라 구조를 수용하여야 한다.

또한, 홈네트워크 기술의 산업화는 사용자층이 광범위한 가전산업과 맥을 같이하므로 국가 산업 전체에 미치는 파급효과가 클 뿐 아니라, 고품질의 다양한 통신 및 방송 서비스를 제공하여 정보 문화의 확산 및 지역간 계층간 정보격차의 해소가 가능하고 국민의 삶의 질을 획기적으로 향상시키는 기술 분야로 인식되고 있다.

본 고의 2장에서는 가정정보화를 위한 광홈네트워크의 필요성 및 서비스에 대해 언급하고 3장에서는 초고속 광가입자망 및 광홈네트워크 접속 장치와 연관된 광홈네트워크 소요 기술에 대해 살펴보고자 한다. 그리고 4장에서는 선진 각국의 광홈네트워크 서비스 제공현황을 살펴보고 5장에서 결론을 맺고자 한다.

II. 광홈네트워크의 필요성

지금까지 ADSL 및 Cable Modem을 활용한 초고속 정보통신망은 중저속의 하향의 비디오 데이터와 저속의 상향 데이터를 성공적으로 제공하여 왔으나, 경제발전예 따른 소득 및 여가시간의 증가, 다양한 개인적 가치관의 확산 등에 의해 양질의 문화에 대한 욕구가 증대하고 있으며, 인터넷의 확산으로 사이버공간이 새로운 문화의 공간으로 자리잡게 됨에 따라 인터넷을 통한 고품질의 문화 콘텐츠 제공이 중요하게 인식되고 있다. 향후에는 다음과 같은 가입자의 변화 욕구를 만

족시키기 위해 더 큰 대역폭을 필요로 하는 새로운 정보통신 서비스 제공에 대한 요구가 커질 것으로 전망된다.

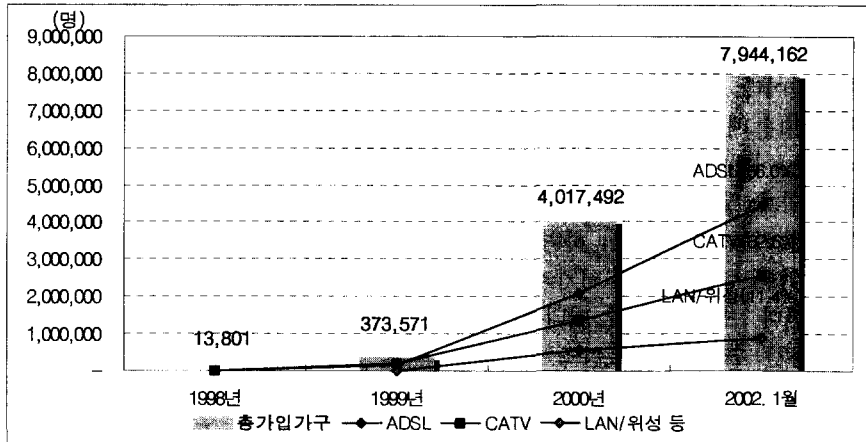
첫째, SOHO 등 소규모 가입자들의 양방향성 데이터 통신에 대한 요구이다. 이는 고품질 영상회의 등 수십 Mbps의 전송속도를 요구하고 있으며, 기존의 전용선으로 제공되는 것보다 아주 값싸게 보편적인 서비스 제공을 요구하고 있다.

둘째, 고성능 PC의 보급, DVD 장치의 보급 및 IEEE1394와 같은 고속 장치를 접속할 수 있는 기술의 발달과 더불어 일반 가정가입자도 VoD(Video on Demand) 서비스와 같은 멀티미디어 데이터 처리가 가능한 엔터테인먼트 서비스를 요구하고 있다.

셋째, 매스컴의 대표적인 TV는 디지털화와 더불어 HDTV, 양방향 TV 등의 출현으로 새로운 방송으로 전환이 시도되고 있으며, 한 가정에서도 여러 채널의 시청이 동시에 가능하도록 요구하고 있다.

과거 수 년 동안 통신사업자는 장거리, 고 대역폭의 네트워크 구축을 해 왔으나 가입자 측 선폰은 동선으로 되어 있어 통신사업자가 제공하는 고 대역폭의 전송선로를 이용할 수 없었다. ADSL과 같은 광대역 기술이 나와서 어느 정도의 초고속 인터넷 서비스는 제공하고 있으나, 상기와 같은 서비스의 제공을 위해서는 병목지점이 가입자 쪽에 있게 되었다. 따라서, xDSL, BWLL(Broadband Wireless Local Loop), FTTH, 메트로 이더넷, 케이블 모뎀 등 수 많은 가입자망 기술이 SOHO 가입자에게 저가의 광대역 접속을 제공하기 위해 경쟁하고 있다. 한국인터넷정보센터(www.nic.or.kr)의 통계자료에 의하면 국내 접속방식별 초고속인터넷 현황은 <그림 2>와 같다.

광대역 네트워크 및 광대역 홈네트워크를 구축에 필요한 주요 서비스로는 비디오 클립, 방송, 자료 등의 복합정보 제공을 위한 정보포털 혹은 교육포털, 양방향 비디오/오디오 처리가 가능한 영상전화, 4Mbps 이상의 영상 스트림이 필요한 인터넷 방송 서비스, MPEG2 혹은 MPEG4 비디오 스트림 처리에 필요한 VoD 서비스, DVD



〈그림 2〉 접속방식별 초고속인터넷 현황

급 영화 1편 즉 1.5 기가 바이트의 영화, 프로그램, 게임 등의 개인간 공유를 위한 P2P 서비스 등이 있다. 이러한 요구사항을 분석해 보면 멀티미디어 서비스를 편리하고 쉽게, 환경에 맞게 유익하게 사용하고자 하는 것이며, 이러한 가입자를 만족시키기 위한 대표적인 서비스가 디지털 콘텐츠를 활용하는 서비스로 Digital TV, IP TV, HDTV, VoD, VoIP 등이 있다. 이러한 서비스들은 100Mbps급의 광대역폭을 필요로 하므로 방송의 용화가 가능하게 될 것이다.

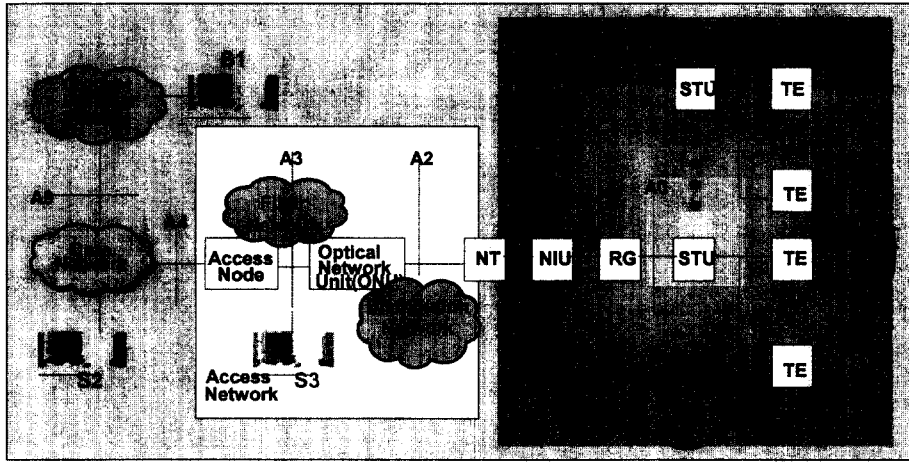
광대역 인터넷 액세스를 기반으로 새로운 형태 TV 기반 응용 서비스는 IP기반 광대역 접속 및 백본 네트워크, 고가용성 및 저지연 콘텐츠 서버, 대화형 TV 응용과 미들웨어 기술, 대화형 TV 사용자 인터페이스를 생성하기 위한 웹 기술 및 정교한 데이터베이스 기술의 발달로 가능하게 되었고, 결국 사용자의 가장 큰 요구사항인 가격의 문제를 해결하기 위한 기술로는 저렴한 광가입자망과 광홈네트워크를 구축함으로써 해결 가능하게 된다. FTTH 광 인프라는 초기 투자 부담은 크지만 시간이 지남에 따라 채산성은 개선될 가능성이 있고, xDSL과 고정 무선 접속의 전개에 따라 광대역 접속시장에서의 FTTH의 점유부분은 장기적으로 크게 늘 것으로 추산하고 있으며, 2002년 3월 InStat 보고서에 따르면 FTTH를 수용한 홈게이트웨이 시장은 2001년 4.7만대에

서 2003년 32.2만대, 2006년에는 191.6만대로 증가할 것으로 전망하고 있다.

III. 광홈네트워크 소요 기술

저렴한 광대역 초고속 서비스를 제공하기 위한 기술로는 첫째, xDSL 혹은 Ethernet-to-the-Home 기술을 광대역 IP 네트워크와 결합하여 가정의 가입자에게 TV 기반 엔터테인먼트 서비스 제공하는 초고속 광가입자망(액세스망) 부분, 둘째, 공중망으로부터 입력되는 외부망을 맥내망과 정합시키기 위한 네트워크 접속 장치 부분, 셋째, 가정으로 인입된 광대역 초고속망을 맥내 및 맥외망과 연동하기 위한 홈네트워킹 부분으로 나눌 수 있다.

〈그림 3〉은 DAVIC(Digital Audio Visual Council) 및 ATMF RBB(ATM Forum Residential Broadband) 워킹그룹에서 제안하는 기준 모델이다. 액세스 노드와 ONU(Optical Network Unit) 간에는 이미 광전송이 되고 있는 상태이고 ONU와 가입자의 CPE인 NIU(Network Interface Unit) 간 분배 네트워크는 광이더넷 등을 활용한 FTTH 망으로 전개될 것이다.



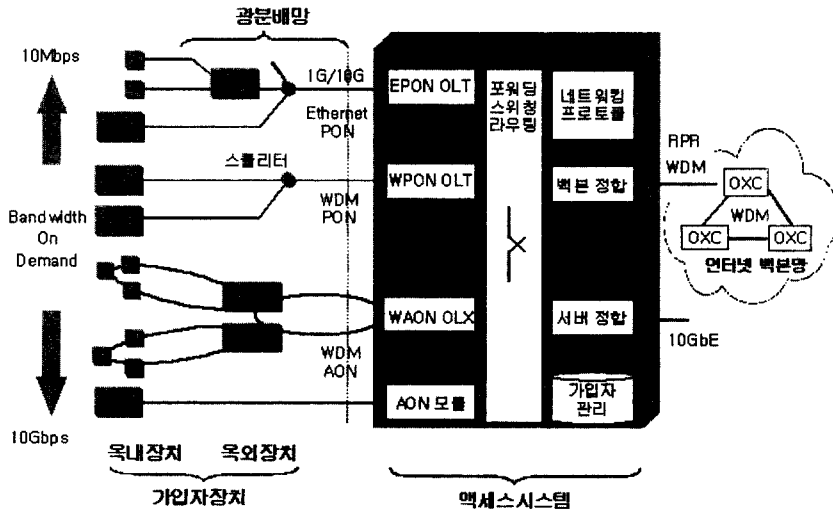
〈그림 3〉 RBB 네트워크 기준 모델

1. 초고속 광가입자망(엑세스망)

인터넷 트래픽의 급격한 증가에 따라 기존의 전화선을 이용한 xDSL 이후 가입자망의 고속화에 대규모로 소요될 광가입자망 원천기술을 개발하여, 광케이블을 이용하여 고속, 고품질 인터넷 서비스를 경제적으로 제공하는 초고속 광가입자망 기술개발 사업이 현재 정부의 국책사업으로 추진 중이다. 여기서는 가입자당 최대 10Gbps의 접속 속도를 제공하며, 시스템당 최대 1.2Tbps 까지 신축적 용량확장이 가능한 액세스 시스템의

핵심 기술을 개발하고 음성, 영상 등 실시간성 지원 및 QoS 보장(GMPLS), IPv6, IP 이동성 등을 제공하는 차세대 인터넷 프로토콜의 지원, 보안성 보장(VPN), 고신뢰성, 고가용성 네트워크 기능(RPR) 및 단순하면서 고효율의 이더넷 기반 가입자 접속(E-PON, ngDSL)을 1차적으로 제공하는 것을 목표로 하고 있으며, 〈그림 4〉는 상기 사업의 개발 범위를 나타내고 있다.

가입자의 관점에서 실제적인 라인 접속 추이는 초기에는 VDSL을 통한 광대역 접속이 주류를



〈그림 4〉 초고속 광가입자망의 개발 범위

이를 것으로 예상된다. 즉 FTTB/FTTC (Building/Curb), FTTCab(inet), FTTEx (Exchange)를 통한 형태별 트래픽 용량을 수용하는 옥외 ONU(Optical Network Unit)를 중심으로 광대역 서비스가 제공될 것이다. 중소기업 등의 기업 가입자는 메트로 이더넷을 통한 옥내 ONU를 중심으로 데이터 서비스가 주류를 이룰 것으로 예상되며, 광기술의 발달, 사용자의 요구의 증대 등으로 인해 구현 비용의 하락으로 궁극적으로는 가정에까지 광선로가 공급되어 광홈네트워크로 연결이 예상된다.

2. 네트워크 접속장치

서비스 제공자와 사설망 혹은 사용자와의 분계점인 되는 네트워크 접속 장치에 연결될 CPE(Customer Premises Equipment) 장치는 중소기업의 경우 LAN 접속점 또는 사설교환기(PABX)이고, 일반 가정의 경우 PC, TV, STB 등의 멀티미디어 단말 역할을 하는 홈서버 또는 맥내망과 맥외부망을 연결하는 장치인 홈게이트웨이가 될 것이다.

2000년말부터 2002년까지 국책사업으로 진행되고 있는 인터넷 정보가전 1단계 사업을 통해 홈게이트웨이, 홈서버, 정보단말 및 미들웨어 소프트웨어 등 정보가전분야의 핵심 기반기술 및 표준화 기술을 개발하였으며, 앞으로 전개될 광가입자망과 광홈네트워크를 접속하기 위한 인프라 기술에 대한 투자가 필요한 시점이다.

광홈네트워크 구축을 위한 네트워크 접속장치를 위한 핵심기술은

- 홈게이트웨이 시스템 기반 광정합 기술
- 맥내의 다양한 정보가전 접속을 위한 인터페이스 기술
- 차세대 IP 지원 브리징 및 라우팅 처리 기술
- 맥외부망과 내부망의 데이터 전달을 위한 트랜스코딩 기술
- 실시간 멀티미디어의 품질 보증을 위한 제어 QoS 기술
- 광-전, 전-광, 광-광 변환을 위한 미디어 컨

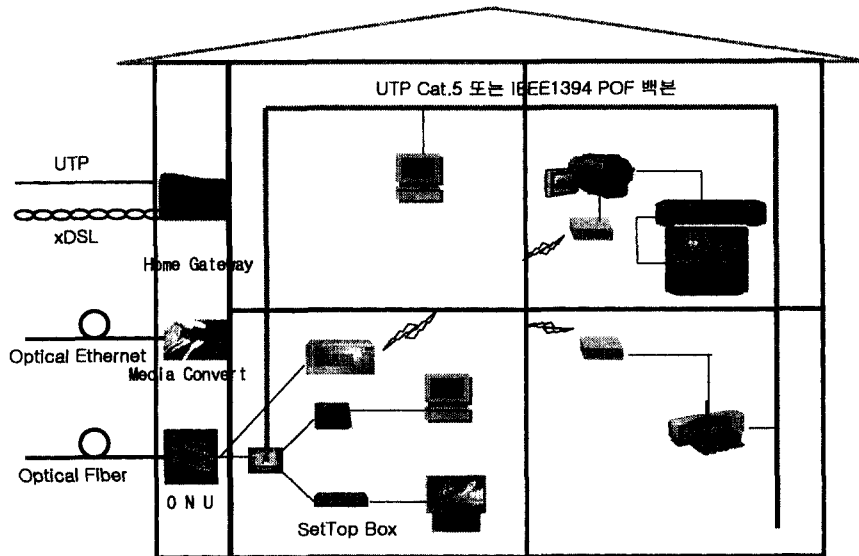
버터 기술 등이 있다.

3. 광홈네트워킹

맥내 인프라를 구축하기 위한 광홈네트워킹 기술은 맥내의 네트워크 접속 장치와 다양한 맥내망 인터페이스를 처리하는 기술로 크게 두 가지로 구분이 가능하다. 하나는 맥내에서의 배선방법에 대한 기술이며, 다른 하나는 다양한 인터넷 정보가전들을 접속하는 기술이다.

배선방법으로는 대부분의 주택용 건물에는 STP로 배선이 되어 있어서 10Mbps급 전화선 모뎀을 활용한 HomePNA 기술이 적용 가능하고, 최근 들어서는 UTP Cat5를 스타형으로 배선함으로써 100Mbps급의 Fast Ethernet 접속이 가능하다. 멀티미디어의 요구와 더불어 실시간 데이터를 처리할 수 있는 IEEE1394 접속 기술이 활용 가능하도록 POF(Plastic Optical Fiber)를 통한 백본 구축도 고려될 수 있다. 일본의 경우 맥내에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 기가 비트급의 멀티미디어 데이터 전송이 가능한 광케이블과 커넥터를 사용하여 최대 3.2Gbps의 전송률을 지원하면서 100m 이상의 장치간 거리를 가능하게 하고 IEEE1394-1995와 1394-2000 규격과 호환이 되는 POF 기반 광 IEEE1394 기술 개발을 완료하고 제품 출시와 보급 활성화하고 있다.

UTP 케이블을 이용한 이더넷 기술은 멀티미디어를 위한 QoS 제공이 미흡하여 IEEE1394 기술이 각광 받을 것으로 예상되며, 유선 1394의 문제점인 맥내에 새로운 케이블 포설, 장치 간 4.5m의 케이블 길이 제한등의 문제를 해결하기 위해 제시된 무선 IEEE1394도 하나의 대안으로 유무선 복합 브리지를 통한 광가입자망 백본을 제공함으로써 배선에 무관하게 초고속 멀티미디어 처리가 가능하다. 일본의 경우 2000년 1월에 NEC사가 상호 가시거리에 있는 1394 장치간에 12미터 거리에서 400Mbps로 통신 가능하고 내부벽이 있는 경우 7미터 거리에서 100Mbps로 동작하는 무선 1394 기술을 개발을 완료하고 활발하게 보급중인 무선 LAN 표준인 802.11x



〈그림 5〉 광홈네트워크 구성도

기술과 호환이 되도록 표준화를 추진하고 있다.

현재 광접속을 위해 필요한 대역폭과 QoS를 확보하기 위해서는

- POF, 개량 GOF를 활용한 광배선 기술
- 100Mbps 전화선 모뎀 기술
- 무선 1394 접속 기술

등의 기술이 필요하다.

〈그림 5〉는 광가입자망 접속에 소요되는 네트워크 정합장치와 광홈네트워크를 구현하는데 가장 유력한 대안인 POF 기반 광 1394 홈네트워킹과 무선 1394 브리지를 활용한 홈네트워크 구성을 나타내고 있다.

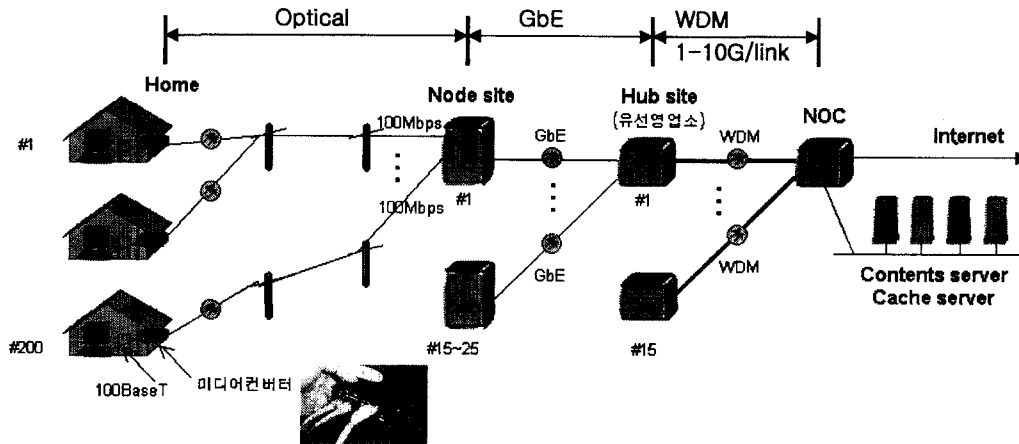
IV. 서비스 제공 현황

광홈네트워킹을 구현하기 위한 FTTH 서비스 제공자는 일본, 미국, 유럽 등 여러 사업자가 시범사업 혹은 초기단계의 상업 서비스를 제공하고 있다.

일본의 경우 이더넷과 EPON을 기반으로 한 100Mbps급의 NTT B FLET서비스, 이더넷을 기반으로 맥내까지 100Mbps FTTH 서비스를 제공하는 Usen의 Home 100 서비스가 대표적이며, KDDI, Speednet, BitCat 등 대부분이 이더넷 기반의 FTTH 서비스 시험사업을 하고 있거나 서비스를 제공하고 있다. 그리고 SANYO의 경우, FTTH 망을 이용한 토털 고품자 채택 건강관리 시스템을 구축하여 2000년 인구 3,491명, 고품 비율 44.7%인 지역과 인구 22,327명, 고품 비율 23%인 두 지역을 선정해 채택 건강관리 시스템을 운용하였다.

미국의 경우 Marconi사의 장비를 사용하여 WDM-PON 기반의 FTTH 서비스를 연구하는 Palo Alto 연구소 등이 있으며, 유럽의 경우 네덜란드의 Gigaport, 스웨덴의 Bredbandsbolaget (B2), 영국의 Yes Television 등이 FTTH 서비스를 제공하고 있다.

일본의 Home 100 서비스는 광가입자망 제공과 광대역 콘텐츠를 제공하는 세계 최초의 개인 및 기업용 FTTH 서비스를 제공하였으며, 100Mbps (상하향 대칭)의 광 액세스 회선을 통해 인터넷 및 전용 콘텐츠에 접속할 수 있는 서비스



〈그림 6〉 Usen의 FTTH 서비스 구조

를 제공하고 있다. 이용료는 월 6,100엔(접속 요금 4,900엔+미디어 컨버터 임대료 900엔+기본 콘텐츠 이용료 300엔)을 받고 있다. 서비스의 특징은 100 Mbps의 고속 액세스 제공하고 사용자 전용의 콘텐츠 서비스를 제공한다. Usen에서 제공하는 서비스에 대한 시스템 계층 구조는 〈그림 6〉과 같다. 여기서 가입자 측에 장착되는 미디어 컨버터는 외부로부터 입력되는 입출력 두 가닥의 광케이블을 대내의 Fast Ethernet에 접속가능하게 하는 브리지 개념의 장치이다.

V. 결 론

1994년 정부가 초고속통신망 구축을 통해 21세기 정보화 선진국 진입을 목표로 기술개발을 추진한 이래로 ADSL, Cable 모뎀 등을 기반으로 한 초고속 정보통신망을 대폭 확충하고 네트워크 인프라를 고도화함으로써, 전자정부 및 디지털 경영 기반을 구축하였다. 그리고 국가사회 전반의 생산성 및 투명성 제고, 정보격차 해소, 건강한 지식정보사회 건설 및 통신서비스 산업의 경쟁력을 강화를 통해 세계 IT 산업을 선도할 수 있는 글로벌 리더로서의 e-Korea 건설 등 괄목할 만한 많은 성과를 이루었다.

그러나 수년 내 급속히 전개될 가정의 멀티미디어 요구를 원활히 수용하고 안정성과 신뢰성이 보장되는 고품질의 미래형 초고속 인터넷 서비스를 언제 어디서나 자유롭게 이용할 수 있도록 하고, 2005년까지 DTV, HDTV급의 고품질 동영상 서비스가 제공될 수 있도록 추진하기 위해서는 초고속 정보통신 인프라의 지속적인 고도화가 필수적이다. 따라서 향후 가정을 중심으로 도래할 가정 정보화 인프라를 구축하기 위한 광홈네트워크 시장은 기술적 대안의 난립에도 불구하고 막대한 시장 잠재력으로 인해 낙관적이며, 대부분의 기간망이 분배점 혹은 캐비닛까지 광섬유 선로가 구축될 것이기 때문에 초고속 광가입자망 사업과 연계한 광홈네트워크 기술개발이 필요하다.

2005년에 전개될 초고속 광가입자망을 통한 FTTH 서비스를 실현하기 위해 광홈네트워크 관련 제품을 조기에 공급하고 선진국과 경쟁이 가능한 기술개발을 추진하기 위해서는 차세대 홈네트워크 기술 개발에 연구 역량을 집중해야 할 것이다. 또한 개발 결과를 국제표준화를 통하여 국가 경쟁력을 확보하고, 국제표준화의 흐름을 조기에 반영할 수 있도록 추진하여 가정정보화를 통한 국가 경쟁력을 향상하고 세계시장의 교두보를 마련할 수 있도록 해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- (1) 민재홍, VDSL 기술동향, 전자통신동향분석 제16권 제3호 2001. 6.
- (2) Steve Hawley, "TV-The Next Phase for Broadband," HomeToys, 2001. 12.
- (3) S. Teger and D.J. Waks, End-user perspectives on home networking, IEEE Communications Magazine, Volume : 40 Issue : 4, April 2002, pp.114-119.
- (4) 이상훈, 차세대 인터넷 서비스를 위한 네트워크 진화전략, KIOW2001, 2001. 11.
- (5) 정보통신부, 초고속 광가입자망 기술개발 추진계획(안), 2002. 1.
- (6) 정보통신부, 인터넷 정보가전 기술개발 2단계 계획(안), 2002. 5.
- (7) K. Shimada, H. Sasaki and Y. Noguchi, The home networking system based on IEEE1394 and Ethernet technologies, ICCE. International Conference on Consumer Electronics, 2001, pp.234-235.
- (8) K. Nishimaki, K. Hirohashi, S. Toguchi and M. Hara, "A study for the optical wireless module based on IEEE1394," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 46 Issue 3, Aug. 2000, pp. 839-846.
- (9) Study Group on FTTH (Fiber-To-The-Home), <http://www.netmanias.com/>

저 자 소 개



朴 光 老

1982년 경북대학교 전자공학과, 1985년 경북대학교 대학원, 1984년~현재: ETRI 네트워크연구소 홈네트워크팀장 (책임연구원), <주관심 분야: 홈네트워킹 기술, 홈게이트웨이기술, VoIP>



金 載 明

1983년 2월 학사(부산대), 1985년 2월 석사(한국과학기술원 전자학과), 1994년 9월~1985년 8월: 정보통신부 초고속기획단 파견(사무관대우), 1985년 2월~현재: ETRI 네트워크연구소 홈네트워크팀(책임연구원), <주관심 분야: 임베디드시스템, 분산 컴퓨팅, 통신 프로토콜>



李 榮 豪

1977년 2월 학사(서울대), 1979년 2월 공학석사(한국과학기술원 전기 및 전자공학과), 1983년 8월 공학박사(한국과학기술원 전기 및 전자공학과), 1984년 12월~1986년 11월: 미국 AT&T Bell 연구소 방문 연구원, 1996년 9월~1998년 8월: 충남대학교 공과대학 전자공학과 겸임교수, 1991년 1월~1998년 12월: 대한전자공학회 회지편집위원장, 1991년 1월~1998년 12월: 대한전자공학회 전자교환연구회 전문위원장, 1996년 1월~1999년 12월: IEEE ComSoc APB MDC의장, 1999 1월~2001년 12월: 한국통신학회 교환 및 라우팅 연구회 위원장, 1998년 1월~현재: 대한전자공학회 상임이사, 1998년 1월~현재: 통신위원회 전문위원, 2000년 4월~현재: 한국 이더넷 포럼 의장, 2002년 1월~현재: IEEE 대전 Section 의장, 1983년 8월~현재: 한국전자통신연구원 네트워크연구소 액세스기술연구부장(책임연구원), <주관심 분야: 광 가입자망 기술, 고속 LAN 및 라우터 기술, 인터넷, 패킷통신, BISDN, ATM 교환, 무선 및 이동 망>