

主題

인터넷 트래픽 전송기술

한국전자통신연구원 김재근, 채종억

차례

1. 고속 인터넷과 전송기술
2. 프레임 릴레이 전송기술
3. ATM 기반 IP 전송기술
4. Gigabit 이더넷 기술
5. IP 기반 광 전송기술
6. 광인터넷 전송기술의 전망
7. 결론

1. 고속 인터넷과 전송기술

인터넷을 이용한 정보의 제공이 보편화 단계를 넘어 기존 통신망의 패러다임까지를 바꾸고 있다. 지금까지 통신 기술자들은 각종 다양한 서비스들보다 효율적으로 제공하기 위한 통신망 인프라의 대안으로서 ISDN을 도입했고, 이어 통신의 광대역화와 멀티미디어화에 맞춰 B-ISDN을 도입했다. 동시에 통신 정보의 전달형태도 회선과 패킷 기반에서 이들을 적절히 조합한 ATM형태가 도입되었다. 그러나 IP기반의 인터넷이 접속의 용이성과 제공비용의 저렴성, 다양한 정보의 제공이라는 특징을 바탕으로 전세계에 급속히 침투되면서 지금까지 가장 확고한 위치를 차지하던 전화망까지도 위협을 받는 상황에 까지 이르고 있다. 이와 같이 인터넷의 급속한 확장은 현존하는 통신망 인프라는

물론 정보전달 형태까지도 인터넷 기반의 통신망으로 근본적인 변화를 요구하고 있는 상황이다.

이의 단적인 예가 VoIP(Voice over IP)의 등장이다. 현재의 IP음성은 저 품질로서 기존 전화 서비스와는 경쟁이 되지 않을 뿐만 아니라 단기적으로도 현 전화망의 음성 트래픽을 상당부분까지 잠식해 들어갈 것 같지는 않아 보인다. 그러나 전화 트래픽의 성장은 거의 정체된 반면에 전체 IP트래픽은 가파르게 증가됨에 따라 전체 통신 트래픽 가운데 전화가 차지하는 비율은 갈수록 미미하고 있다. 이러한 인터넷 트래픽 위주의 주도적 성장은 전화망사업자로 하여금 음성을 포함한 IP서비스의 수용 여부에 대한 선택을 강요하고 있다. 다시 말해서 80년대의 전화 트래픽 대 데이터 트래픽의 비율이 2000년대 초에는 완전히 반전되는 IP위주의 통신망이 될 것이며, 따라서 전화가 IP망에 흡수되게

되고 궁극적으로 전체 전화의 대부분이 인터넷을 통해서 전달되게 될 것이다. 이때는 IP 음성은 나름대로 가격과 품질면에서 충분히 효율적으로 처리될 수 있을 것이다. 따라서 전화망 사업자들은 초기에는 현재의 전화망에 IP음성을 수용할 것인가를 고민하다가, 나중에는 IP제공을 어떻게 최적화시킬 것인가에 열중하게 되고, 궁극적으로는 기존 회선교환기반의 전화망을 언제 철거할 것인가를 고민하게 될 것으로 보인다.

이와 같이 현재 통신망은 기존 전화 위주에서 인터넷 서비스 트래픽 위주로 급속하게 전환되고 있다. 이러한 추세는 인터넷을 통해 광대역 멀티미디어 정보를 제공하려는 경향이 보다 뚜렷해짐으로써 정보량의 폭증과 함께 더욱 가속화 될 것으로 보인다. 통신 트래픽 예측기관이나 통신망사업자 또는 정보제공자의 예측에 따르면, 인터넷 접속사업자의 트래픽 증가율은 연간 500%에서 1800%로 신장하고 있으며, 2000년도에는 기존 전화 트래픽을 추월할 것으로 보고 있다. 심지어는 빠르면 2002년경에, 늦어도 2007년에는 페타(1페타 = 1000테라) 급 대역의 백본 망이 필요할 것으로까지 예상하고 있을 정도이다.

한편 서비스별 가입자 수의 변화 추세를 보면,

(그림 1)에 나타난 바와 같이 전세계 인터넷 접속 가입자의 증가율은 다른 여타 통신 및 방송 서비스 가입자의 증가율보다 커서 2010년경에는 전세계 인터넷 접속 가입자가 유선 및 무선 전화 가입자와 같은 수준인 10억 정도에 이를 것이라는 예측이다. 또한, 자타가 공인하는 인터넷 선진국인 미국에서는 2001년경에 인터넷 트래픽이 음성 트래픽을 추월할 것으로 예측하고 있으며, 2002년경의 인터넷 트래픽 양을 35Tbps로 추정하고 있다.

이와 같은 전송대역의 증가는 전화서비스를 위한 기존 회선기반의 전송망을 그대로 활용하면서 고속화 시켜갈 수도 있겠지만, 망상의 트래픽이 기존 전화 트래픽과는 전혀 다른 전달 특성을 갖는 IP기반 패킷 정보의 비중이 높아 가면서 이들을 보다 효율적으로 전달할 수 있는 전송방식의 필요성이 가중되어 왔다. 80년대에는 X.25 패킷스위칭 기반으로 TDM 혹은 통계적 다중화 기능을 사용하는 사설망이 데이터 통신 시장을 지배하였다. 90년대 들어서서는 강력한 워크스테이션들이 급속히 보급되고 초대형 컴퓨터들이 서버로 구축되면서 기업의 통신 환경이 급속히 변화되었다. 또한 LAN의 이용이 활성화되고 인터넷 이용자의 폭발적인 증가로 인하여 원거리 LAN과의 상호 연결에 대한 요구가 증가되

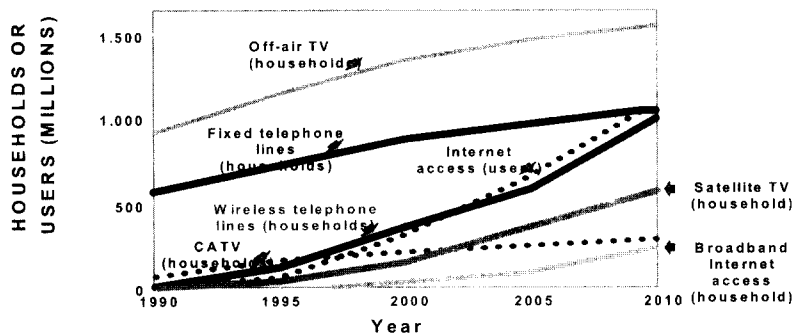


그림 1. 세계 통신 및 방송 서비스 수요

어 LAN과 LAN이 라우터나 브리지로 상호 연결되어 구축된 지역망이 등장하였다. 그러나 이와 같은 통신 환경의 변화나 상호 접속 요구를 기존의 패킷교환기술로는 감당할 수 없게 됨에 따라 프레임 릴레이(FR:Frame Relay), SMDS(Switched Multimegabit Data Service) 및 ATM (Asynchronous Transfer Mode), Gigabit 이더넷 등과 같은 고속 패킷 전달기술들이 등장하였다. 이러한 패킷 전달기술 중에서 프레임 릴레이는 기술적으로 우위에 있는 SMDS나 ATM 기술에 비하여 안정적인 기술로서 기존 투자에 대한 보호가 가능하며, 망 구축 비용이 저렴하다는 장점으로 인하여 WAN용 프로토콜로서 많이 사용되어지고 있다. 그러나 보다 고속의 데이터 전송뿐만 아니라 실시간 처리가 요구되는 음성, 동화상등과 같은 멀티미디어 정보의 전송에는 제한적이기 때문에 프레임 릴레이 기술은 향후 백본망으로 유력시 되는 ATM이나 Gigabit 이더넷 망으로, 광 인터넷 망으로 대체되기 전까지의 과도기적인 해결책으로서 활발히 보급될 것으로 보인다.

한편 90년대 중반부터는 고속 인터넷 시대에 적합한 다양한 초고속 인터넷 트래픽 전송방식들이

제안되어 실현되고 있다. 이들은 IP트래픽과 광전송의 결합을 통한 고속화에 초점을 맞추고 있다. 이들 중 일부는 기존 망으로부터의 점진적인 진화를 바탕으로 하고 있는 반면에, 일부는 전혀 새로운 접근으로 시도되고 있다. 이러한 접근들을 그림 2)로 표시하면 (그림 2)와 같다.

여기서 보면, 기존 DS_n(n=1,3)신호를 이용하여 HDLC프레임 구조와 유사한 형식의 데이터 포맷에 IP정보를 실어 나르는 FR(Frame Relay)로부터 IP를 기존 ATM기반의 B-ISDN에 실어 나르는 IPoA(IP over ATM), IP를 동기식 전송(SDH) 신호의 페이로드에 실어 나르는 IPoS(IP over SDH), 그리고 IP를 단순화된 데이터링크에 실어 직접 WDM(Wavelength Division Multiplex) 광링크에 접속시키는 IPoW(IP over WDM) 전송에 이르기까지 다양하게 진화 발전되고 있다.

향후 고속 인터넷 백본망은 이러한 광통신을 기반으로 하는 광 인터넷으로 진화될 것이며, 이때 IP트래픽 전송은 크게 ATM을 통한 광전송과 직접 IP를 광전송로에 접속하는 형태로 발전할 것으로 보인다. 본 고에서는 현재 고속 IP전송기술로서 널

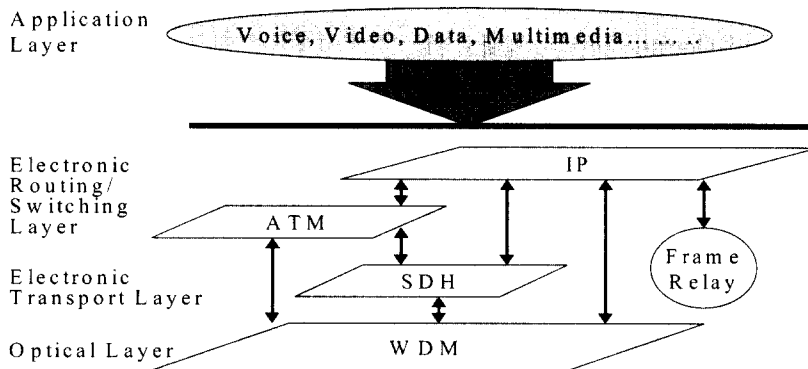


그림 2. IP 트래픽의 전송로 접근 방식

리 적용되고 있는 프레임 릴레이기술과 ATM전송 기술, Gigabit 이더넷 기술, 그리고 광인터넷 전송 기술에 대해서 기술적인 개요와 특징, 향후 발전 전망에 대해 간단히 살펴본다.

2. 프레임 릴레이 전송기술

프레임 릴레이 프로토콜은 OSI계층 중 데이터링크 계층에 해당하나 고속 전송에 큰 제약을 주었던 흐름제어와 에러제어 기능을 단순화시켜 전송효율을 높인 방식으로서 에러가 발생한 프레임은 제거 하되 폐기 프레임의 재전송은 상위 계층에서 이루어지도록 하고, 흐름/순서제어는 단대 단 단말간에 이루어지도록 구성하는 방식이다. 이때 물리계층은 ISDN, Nx 64Kb/s, DS1, DS3등을 적용하고, 데이터 링크 계층은 Q.921에 규정된 LAPD (Link Access Protocol-D)를 근간으로 작성된 LAPF(LAP for FMBS : Frame Relay Bearer Service)의 기능 중 오류 복구 및 흐름 제어 관련 기능 등은 수행하지 않는다. 프레임 릴레이의 연결을 제어하기 위한 신호 절차는 Q.933에 규정되어 있고 프레임 릴레이의 연결은 PVC (Permanent Virtual Connection)와 SVC (Switched Virtual Connection)의 형태로 이루어진다.

프레임 릴레이는 연결형 서비스를 제공하며, 서로 다른 네트워크 프로토콜을 사용하는 사용자들이 하나의 데이터 링크를 공유할 수 있도록 하기 위하여 상위 네트워크 계층 프로토콜을 구분해주는 DLCI(Data Link Connection Identifier)를 사용한다. 따라서 프레임 릴레이 망을 통하여 패킷을 전달하기 위해서는 제어 평면을 통한 VC(Virtual Connection)가 설정되어 있어야 한다. PVC 신호는 각 망장치에서 매뉴얼로 연결 설정되는 반면에 SVC 신호는 절차가 복잡하지만

망상에서 동적으로 연결 설정된다.

다중 프로토콜 인캡슐레이션은 네트워크 계층 프로토콜을 구분하기 위하여 NLPID(Network Level Protocol Identifier) 영역을 사용한다. NLPID는 ISO 및 ITU에서 관리되며 IP, CLNP(ISO 8473), Q.933 등과 같은 네트워크 계층 프로토콜에 유일하게 할당되어 있다. 다중 프로토콜 인캡슐레이션된 데이터는 데이터 전달 메커니즘을 사용하는 트랜스포트에 데이터링크 계층(예를 들면 Q.922)을 위한 서비스 데이터 유니트가 된다.

한편, 프레임 릴레이망과 ATM망간 연동을 보면, 데이터 계층 연동 프로토콜 인캡슐레이션(네트워크 인터위킹) 혹은 프로토콜 맵핑(서비스 인터위킹)을 사용하여 FRBS를 ATM 베어러 서비스로 맵핑할 수 있다. 전자는 프레임 릴레이 단말 간의 통신을 ATM망을 통하여 제공하는 기술이며, 후자의 경우는 프레임 릴레이 단말과 ATM 단말 간에 통신을 가능하게 하는 기술이다. 현재까지의 연동은 PVC 기반으로 데이터 전달 프레임 포맷 사이의 맵핑 및 인캡슐레이션을 지정하는 상태이며, SVC를 통한 연동은 현재 표준화가 진행 중에 있다. PVC를 통한 연동 기능 중 네트워크 연동은 FR Forum 규격 FRF.5에서, 서비스 연동은 FRF.8에 규정하고 있다.

근거리 통신망과 프레임 릴레이 망간 접속은 프레임 릴레이 액세스 장치(FRAD: Frame Relay Access Device)를 통하여 이루어진다. FRAD는 프레임 릴레이 포맷으로 다양한 망계층 데이터를 인캡슐레이션시킨 뒤 이들을 투명하게 전달하는 기능을 제공한다. FRAD의 특성은 응용에 따라 다르다. 예를 들면 프레임 릴레이를 통한 LAN간 상호 연결에서는 FRAD가 브리지, 라우터 혹은 다중기에 내장되며, 개별적인 단말, 워크스테이션 혹은 미니 컴퓨터를 원격 호스트에 연결하는 경우에는 서버와 공유 가능한 Stand-alone FRAD 혹은

카드형태로 장착된다. WAN에서는 프레임 릴레이 연결 기능을 스위치 혹은 백본 다중화기에 포함하고 있다.

가입자 접속을 위한 FRI(Frame Relay Interface)는 56Kbps, Nx64Kbps, 1.544Mbps (2.048Mbps), 45Mbps의 속도를 지원한다. 현재 프레임 릴레이는 대부분 LAN간의 연결 환경에 사용되며 브리지, 라우터와 같은 사용자 장비에는 FR 인터페이스가 제공되므로 프레임 릴레이 망에 쉽게 적용할 수 있다. 미국 및 유럽의 통신사업자들은 91년부터 프레임 릴레이 서비스를 제공하고 있으며, 국내 공중통신망 사업자들도 94년부터 프레임 릴레이 서비스를 사용하고 있다. 또한 ATM 백본망을 이용하여 FR 라우터 혹은 브리지간을 접속하는 연동기능도 서비스 중에 있다.

3. ATM기반 IP전송기술

ATM전송은 고정된 길이의 셀을 일정한 전송패킷의 프레임에 주기적으로 실어 보내거나 셀 자체만을 주기적으로 전송하는 방식으로 기존 패킷교환 전송과 회선교환 전송을 절충한 방식이라 할 수 있다. 따라서 시간적으로 가변길이 또는 고정길이 특성을 갖는 응용정보들을 효율적으로 전송할 수 있는 가장 적합한 방식으로 인식되어 ITU-T에 의해 B-ISDN의 기본 전달형태로서 채택된 바 있다. 특히 ATM방식은 WAN, MAN, LAN등에서도 활발하게 응용연구되어 오고 있다. 단말 대 단말간에 순수 Native ATM서비스의 제공을 바탕으로 할 경우에는 다양한 멀티미디어통신에 있어서 커다란 강점을 갖는다. 그러나 기존 망/서비스의 수용차원에서 보면, ATM방식은 고정길이 셀의 연결형 서비스를 기본으로 하기 때문에 기존 회선/패킷형 서비스와의 연동에는 많은 추가 기능을 필요로 한다. 특히 비연결형 서비스를 기반으로 하는 IP와의

연동시에는 더욱 복잡한 연결제어를 필요로 한다.

ATM망을 통한 IP서비스는 크게 ATM망 상에서 PVC 또는 SVC형태의 제공으로 나눌 수 있다. 두 가지 방식 모두 IP데이터와 ATM셀간의 정합을 위해서 IP와 AAL(Application Adoption Layer) 맵핑을 수행하게 되며, 이때 PVC일 경우에 ATM헤더의 VPI(Virtual Path ID)를 관리자에 의해 미리 설정된 값으로 사용하고, SVC인 경우는 IP주소에 따라 융통성있게 VCI(Virtual Channel ID)와 VPI값을 규정된 프로토콜에 따라 설정하여 이용한다. 이들 방식들에 대해 간단히 살펴본다.

IP와 ATM간의 연동에 대한 표준화는 크게 IETF(Internet Engineering Task Force)와 ATM Forum에서 주도하고 있다. 전자에서는 ATM 망상에서 IP를 운용할 수 있는 기술인 IPoA (Classical IP over ATM)기술을 연구하였고, 후자는 ATM 망 상에서 다양한 계층 2 및 계층 3 프로토콜들이 운용될 수 있는 LAN 에뮬레이션(LANE) 프로토콜을 정의하였다

IPoA는 IP 사용자들이 ATM 환경하에서도 기존 응용들을 변경 없이 사용할 수 있도록 하기 위하여 IETF RFC 1577과 Multiprotocol Encapsulation over AAL4(RFC 1483)을 제안한 방식이다. IPoA는 ATM 망을 같은 IP 망 주소와 망마스크를 갖는 기존의 서브넷, 즉 LIS (Logical IP Subnet)로 나누며, 기존의 IP 주소에 맵핑되는 ATM 주소를 해석해 주는 ATMARP (ATM Address Resolution Protocol)를 정의하였다. LIS 내의 ATMARP 서버는 IP 주소를 ATM 주소로 변환하기 위한 데이터 베이스를 가지고 있으며, LIS내의 호스트는 초기에 ATM-ARP서버에 연결을 설정하고 자신의 주소를 데이터베이스(주소 캐쉬)에 등록해야 한다. 한 호스트에서 다른 IP호스트로 패킷을 전송하기 위해서는 주소 캐쉬로부터 ATM주소를 알아낸 뒤 연결관리

기능을 수행하는 개체에 IP패킷과 ATM주소를 보내게 된다. 주소 캐쉬가 수신 IP 호스트에 대한 정보를 가지고 있지 않은 경우에 주소 매핑을 위한 메시지를 이용해서 ATMARP서버에 요청한다. 이러한 IPoA는 ATM 기반 IP 서브망에서의 동작을 정의한 것이며, 라우터를 경유한 서브망간 상호접속도 가능하도록 하고 있다.

LANE는 IPoA와는 달리 MAC(Media Access Control) 계층에서 동작하고 MAC으로서 ATM계층을 사용한다. 그리고 ATM망의 신호 프로토콜과 ATM스위치를 그대로 사용하기 위해서 Overlay Model을 적용하고 있기 때문에 어떤 연동 프로토콜이 필요하지 않다는 장점이 있다. LANE은 ATM 망을 여러 개의 Emulated LAN(E-LAN)으로 분할하며, 각 LAN은 서로 독립적으로 동작한다. 각 E-LAN은 LES(LAN Emulation server), LECS(LE Configuration Server)와 BUS(Broadcast and Unknown Server)로 구성된다. LECS는 ATM망 내에서 각 LAN의 구분을 위해서 망 구성정보를 유지하고 있으며, BUS는 모든 방송형 트래픽과 주소를 인식 못하는 트래픽을 관리한다. 또한 LES는 LE_ARP(Address Resolution Protocol)을 수행하여, MAC 주소를 ATM주소로 매핑하는 기능을 수행한다. 현재 LANE는 Phase 1이 구현이 되어 있으며, Phase 2에서는 계층적인 BUS구조와 여러 개의 BUS를 둘수 있도록 하는 LANE NNI(Network Node Interface)프로토콜을 정의하고 있다

한편 ATM-Forum에서 표준화되고 있는 MPOA(Multiprotocol over ATM) 프로토콜은 라우터를 거치지 않고 서브망간 ATM기반의 지름길을 설정하기 위해서 LANE와 NHRP(Next Hop Resolution Protocol)를 통합하여 LANE 환경에서 서브망간 유니캐스트 데이터 전송을 실현하고 있다.

현재 많은 벤더들이 IP와 ATM을 통합하기 위한 해결책들을 제안하고 있으며, 특히 IETF에서는 MPLS(Multiprotocol Label Switching) 방식을 표준화하고 있다. MPLS 모델에서는 패킷 단위의 전달 경로를 지름길로 할당하여 여기에 해당하는 고정길이의 라벨을 붙여서 패킷을 매우 빨리 포워딩 / 스위칭 하도록 이용하고 있다.

이상에서 설명한 바와 같은 IP기반 ATM신호는 기존 ATM전송로를 제한 없이 이용할 수 있다. 즉, 선로속도에 순수 ATM셀만을 실어보내거나 기존 광전송 기반 동기식전송로(SDH)의 페이로드에 ATM셀을 실어 보내는 방법으로 장거리 전송이 가능하다. 이때 적용될 수 있는 전송로로는 기존 DS_n(n=1,3), STM-N(N=1,4,16,64)신호 외에 100Mb/s 급의 TAXI, 25Mb/s 및 155Mb/s 급의 UTP등을 들 수 있다. 이때 적용되는 기술로는 IP over ATM over OF(Optical Fiber), IP over ATM over SDH over OF등이 있다.

4. Gigabit 이더넷 기술

Gigabit 이더넷은 고속 백본망 및 고속 서버 접속의 필요성에 따라 등장한 기술이다.

이는 기존의 LAN과 동일한 CSMA/CD프로토콜과 동일 프레임 포맷을 사용하고 있으며 (그림 3)과 같이 MAC계층, GMII(Gigabit Media Independent Interface)계층, 그리고 802.3z 및 802.3ab를 지원하는 물리계층으로 구성된다. 이는 기본적으로 스위치 기반의 전이중 방식과 매체 공유기반의 반이중 방식을 지원하며 전송매체에 따라 1000BASE-CX(STP), 1000BASE-LX(MMF), 1000BASE-SX(SMF, MMF), 그리고 1000BASE-T(UTP-5)로 나누어진다. IEEE 802.3z에서는 Gigabit 이더넷의 시장 진입을 위한 시간을 단축시키기 위해서 Fiber Channel을

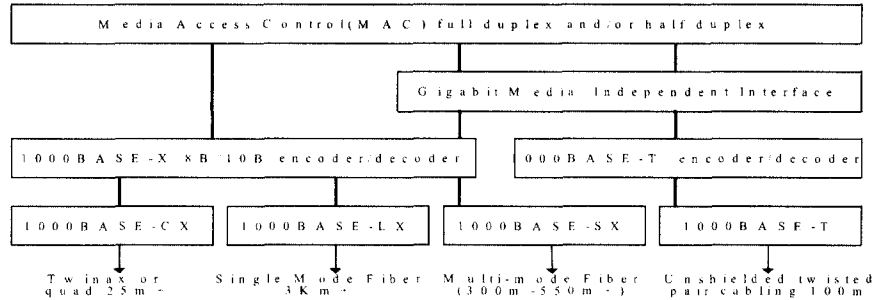


그림 3. Gigabit 이더넷 계층구조

적용하는 물리계층을 표준으로 채택하고 SMF (Single Mode Fiber)기반의 장거리 접속용 1000BASE-LX, MMF (Multi-Mode Fiber) 기반의 단거리 접속용 1000BASE-SX 및 동선 케이블을 사용하여 25m 접속용 1000BASE-CX를 표준화하였다. 또한 UTP-5기반의 100m 전송용 1000BASE-T도 표준화 중에 있다.

Gigabit 이더넷은 기존의 이더넷 프로토콜과 호환성을 유지하기 위하여 전이중 리피터(FDR: Full Duplex Repeater), Buffered distributor 혹은 Buffered Hub라고 불리는 새로운 기능을 사용하고 있다. 이는 양방향 멀티포트 허브와 유사한 기능으로서 1Gbps 이상의 속도로 두개 이상의 802.3 링크를 상호 연결시키는 기능을 수행한다. 이는 모든 입력 패킷을 모든 링크에 포워딩시키므로서 802.3 충돌 기반의 MAC 프로토콜과 호환을 유지할 수 있도록 하고 있다. 따라서 802.3 리피터와는 달리 각 링크에서 입력된 하나 이상의 프레임은 포워딩 전에 버퍼에 저장 된다.

Gigabit 이더넷은 고속의 접속기능을 제공하지만 QoS(Quality of Service), Automatic redundant fail-over, 혹은 상위 라우팅 서비스 등을 제공하지는 않고 있다. 그러나 Gigabit 이더넷 초고속 LAN 프로토콜인 HIPPI, Fiber Channel, ATM 에 비하여 표준화가 가장 늦었지

만 기존 LAN 프로토콜과 호환성 보장, 성능대비 가격의 저렴성 등으로 단기간동안에 매우 빠르게 확산되고 있다. 그러나 QoS 보장하지 못하는 문제점은 여전히 남아 있는 상태이기 때문에 지속적인 연구가 필요하다.

5. IP기반 광 전송기술

지금까지 인터넷의 고속화를 위한 핵심 대안으로 ATM 기술을 응용하는데 집중되어 왔으나, 이 ATM기술은 IP를 ATM에 정합해야 하는 추가 부담 때문에 인터넷 기간망에 부적합하다는 시각도 점증하여 왔다. 이에 따라 최근 들어 ATM 트래픽과 같이 QOS 서비스는 보장되지 않지만, IP를 직접 광전송로에 접속할 수 있는 광 인터넷 전송기술의 채용이 급진전되고 있다. 광 인터넷은 고성능 IP라우터 또는 스위치간을 광섬유를 통해서 상호 연결하여 TCP/IP기반의 인터넷 트래픽을 전달하는 망으로 정의할 수 있으며, 여기서 광 인터넷 전송은 라우터나 스위치의 광전송 접속기능을 포함하여 이들 전송신호들의 점대 점 또는 점대 다지점 전송 등 전송 네트워크를 바탕으로 하는 전송망이다.

광 인터넷 접속/전송 기술은 우선 크게 다음과 같이 나눌 수 있다. 이미 앞서 설명한 바와 같은

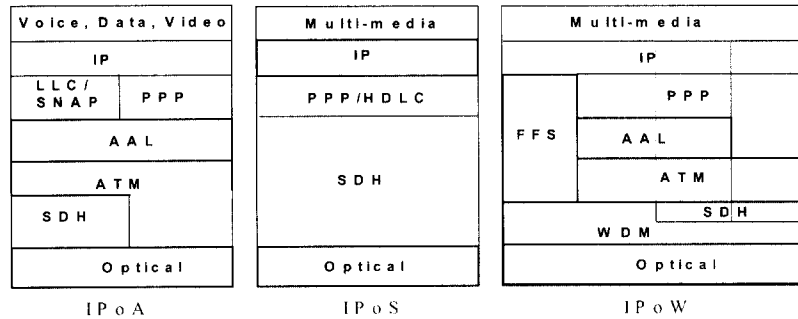


그림 4. 광 인터넷 접속 기술의 프로토콜 비교

ATM기반의 광전송기술 이외에 현존 음성전송기반의 SDH광전송망을 그대로 활용하여 인터넷 기간망을 구축하고자 하는 IPoS(IP Over SDH) 기술과 SDH 광전송망과는 물리적으로는 같은 광케이블을 사용하지만 WDM(Wavelength Division Multiplex)기술을 활용하여 IP데이터를 직접 또는 간접적으로 특정 광파장에 할당하여 별도의 전송로를 구축하고자 하는 IPoW(IP over WDM)기술 등이 있다.

IPoS는 주로 (그림5)와 같이 기존 SDH전송망을 활용하여 고속 인터넷 백본망을 구축할 수 있는 기술이다.

이는 IP계층과 SDH 전송계층 사이에 복잡한 ATM 프로토콜 대신에 PPP(Point to Point Protocol)/HDLC 프로토콜을 사용하여 기존

SDH전송망 위에 고속 인터넷 백본망을 구축하는 기술이다. 따라서 IP데이터를 SDH신호 포맷에 맵핑하는 기능을 제외하고는 기존 SDH전송망과 완전한 호환/수용성을 갖는다. 즉, SDH전송망 측면에서 보면, 동기식 신호단위인 VC(Virtual Container)내 페이로드 상에 맵핑된 정보가 이미 사용중인 POTS, ATM, FDDI/SMDS 등이든 새로운 IP정보이든 이들과는 무관하게 VC단위의 네트워킹을 실현한다. 다만, 라우터 대 라우터간 IP정보의 전달은 점대 점간에 PPP프로토콜을 통해서 제어된다. 즉 HDLC프레이밍과 유사한 구조를 이용하여 PPP패킷을 수용되고, 점대 점 링크 상에서 멀티 프로토콜 데이터그램에 대한 인캡슐레이션, 에러 검사, 링크 초기화 기능등이 수행된다. 여기에는 링크를 설정, 해제, 시험하는 링크제어 프

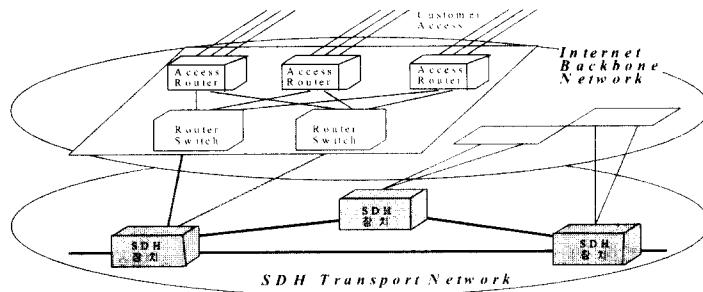


그림 5. IPoS 기반의 광 인터넷 전송망

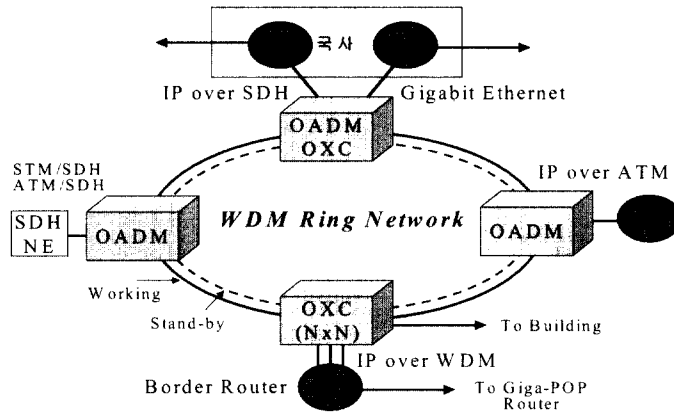


그림 6. 전형적인 광인터넷 망구성에

로토콜 기능과, 서로 다른 네트워크 계층을 구성할 수 있는 네트워크 제어 프로토콜 기능이 있다.

이 방식은 기존 ATM over SDH 기반 망에 비해서 25-30%정도의 throughput 개선 효과를 가지며, 따라서 ATM/SDH 전송로 보다는 라우터 대 라우터간 IP 전용로 구성시에 보다 널리 적용되고 있다. 그러나 다수의 라우터/스위치가 존재할 경우에 전송망 차원에서 전용로 구성이 아닌 다양한 네트워크링이 가능하도록 망구성의 유연성을 가져야 하나, 이 경우에는 IP단위의 네트워크링이 전적으로 라우터에 집중되기 때문에 응용상 한계가 있고, QoS 서비스를 위해서 해결해야 할 많은 난제들이 상존한다.

IPoS 표준에 대한 논의는 1994년에 IETF RFC 1619 "PPP Over SONET/SDH"에서 시작되었으며, 1997년에 미국의 T1위원회에서 차세대 인터넷 기간망 구축을 위한 T1X1.5/97-105 "IP Over SONET/SDH"으로 발전되었다. 현재 ITU-T 권고 G.707에는 T1위원회의 결과를 반영하여 표준화를 추진 중에 있다. IPoS의 물리계층 표준은 STM-1, STM-4, STM-16이며, 지금까지 STM-1/4레벨이 상용화되어 적용되고 있다.

SDH 전송망을 활용하여 고속 대용량의 인터넷

기간망을 구축하는 기술이 IPoS 라면, IPoW는 IP뿐만 아니라 서로 다른 QoS를 갖는 통신 트래픽을 각각 여러 파장에 할당하여 하나의 광케이블을 통해서 동시에 전송할 수 있는 WDM 기술을 사용하는 기술이다. 이렇게 함으로써 통신 트래픽 관리의 단순화와 통신망 노드의 저가격화와, 광통신선로의 구축 및 유지보수 비용의 절감을 기대할 수 있게 하는 방식이다.

IPoS 기술과 IPoW의 차이는 IP데이터 전송을 위해서 SDH 계층만을 들 것인가, 아니면 IP를 다른 여타 프레임을 적용할 것인가에 있다. IPoS는 IP의 전송을 위해서 SDH 계층만을 사용하지만, IPoW는 IP 뿐만이 아니라 서로 다른 QoS가 요구되는 통신 프로토콜을 보다 단순화해서 전송하기 위해서 SDH 이외에 다양한 프레임 프로토콜을 사용할 수 있다. IPoW 기술에서는 표준화가 진행 중인 것은 아직 없고, 현재 IP를 직접 WDM에 올리기 위해서 필요한 링크 계층의 프로토콜로 어떠한 것을 사용할 것인지에 대해서 활발하게 연구되고 있다. IPoW를 위해서 검토되고 있는 대표적인 프로토콜로는 Lucent technology에서 제안한 SDL(Simplified Data Link) SDL Data Link 가 있다.

IPoW 기술의 가장 큰 장점은 고속 대용량 광 인터넷 망의 구축 뿐만 아니라 ATM망 혹은 SDH 전송망의 구축을 위해 필요한 광 선로의 구축 비용의 절감에 있다.

6. 광인터넷 전송기술의 전망

IP트래픽을 위한 광인터넷 전송기술은 광케이블 상에 단일 광채널만이 존재하는 경우에 IP·over OF, 멀티 광채널의 존재 시에 IP·over WDM로 표현할 수 있으며, 매체전송로에 IP정보를 직접 수렴시키는 방법으로는 SDH프레임, ATM 셀 프레임, 이더넷 프레임, 프레임릴레이, 그리고 기타 단순링크 프레임 등 다양한 프레임들이 이용될 수 있다.

이들의 응용을 예상해 보면, 초기에는 단일채널을 바탕으로 기존 망과의 친화성 차원에서 기존 전송로를 충분히 활용할 수 있도록 개발될 것이다. 이의 대표적인 방식으로 ATM기반의 IP전용로 또는 SVC채널 구성이 가능한 IP over ATM over SDH over OF (또는 ATM over OF)가 있으며, 동시에 IP를 직접 SDH에 맵핑하는 IP over SDH over OF방식이 있다. 여기서 ATM을 기반으로 하는 방식은 기 구축된 ATM기반의 공중 백본망을 활용하거나 실시간 멀티미디어 서비스 또는 QOS서비스 제공을 목표로 구축된/될 ATM망에 주로 적용될 것이다. IPoS의 경우, 대용량 고성능 라우터/스위치간을 수백 Mb/s급 고속 전용선으로 구성하여 점 대 점간 전송에 적용되며, IP네트워킹은 전적으로 IP 라우터나 IP 스위치를 통해서 이루어진다. 따라서 각 IP패킷 데이터는 목적지별 물리 포트로 분리된 후 PPP프로토콜을 통해 전송되며, 임의 링크의 장애시 라우터/스위치를 통해서 우회 루트를 자동적으로 구성할 수 있다. 이들 두 방식들의 입·출력 광신호는 기존에 시설된 SDH 전송망

과 완전한 호환성을 갖기 때문에 동기식 단위 신호인 VC(Virtual Container)단위의 네트워킹이 가능하며, 따라서 기존 망이 갖는 망운용관리, 유지보수, 유연한 망구성 능력등을 그대로 활용하면서 기존 PSTN망의 서비스 신뢰성 수준으로 IP를 제공할 수 있다는 장점을 갖는다.

다음으로 라우터나 스위치가 수백 기가급에서 수 테라비트 급 정도로 초 대용량일 때는 WDM링크가 적용될 수 있다. 여기에는 IP·over WDM 방식이 적용될 것이며, 라우터와 WDM Link간 직접 접속방식으로 IPoW가 있고, 간접 접속방식으로 IP over SDH 또는 Gigabit 이더넷/플래임 릴레이기반의 광신호와 WDM 광링크간 접속을 들 수 있다. 이때 IP라우터나 스위치 입장에서 보면 IPoW만 라우터의 접속 링크로서 의미를 갖는다. 간접 접속방식인 경우에는 별도의 WDM 전송장치를 이용하여 각종 전송 프레임, 전송속도, STM/ATM정보, IP정보 등을 서로 다른 파장에 할당해서 통합전송하면서 동시에 전달의 투명성을 보장한다. 따라서 기존 PSTN 기반의 WDM전송망을 그대로 활용하여 IP정보를 전달할 수 있으며, 이때는 대용량 IP정보들을 포함해서 각종 트래픽들이 하나의 광케이블을 공유하기 때문에 경제적인 IP전송로를 구성할 수 있다.

이상에서 언급한 바와 같이 IPoW기술은 수백 기가급 이상의 초대용량 라우터/스위치의 광접속부에 적용시에만 광선로 비용의 절약차원에서 의미를 가지며, 이의 응용도 초기단계에는 대규모 기업망에서의 점대점 간 대용량 전송로의 구성 등과 같이 매우 제한적인 틈새시장만이 존재할 것으로 보인다. 그러나 수 테라급 IP라우터가 다수 존재하는 2000년대 초쯤에는 목적지 라우터별로 분류된 IP 데이터들을 라우터내 광접속부의 임의의 파장에 직접 할당하는 IPoW방식을 적용하는 것이 바람직할 것이다. 이때는 각 라우터간을 광케이블로 연결하는 OADM(Optical Add-Drop Multiplex),

OXC(Optical Cross-connect)를 사용하여 각 라우터로부터의 WDM신호를 목적지별로 파장단위로 동적인 분배를 할 경우에 좋은 망구성이 될 것이다. 또한 IPoW는 패킷처리형 광라우터/스위치 장치에서는 필수적인 유용한 광링크 구성방식이 될 것이다.

한편 Cisco의 기가 라우터, Argon Networks의 Giga Packet Node, NetCore System의 Everest Integrated Switch, Nexabit Networks의 NX64000, Avici의 Terabit Switch Router, Pluris의 Terabit Network Router 등 테라 라우터들이 개발되었으며, 여기서 광접속부는 광기반의 Gigabit 이더넷, 프레임릴레이, ATM이외에 IPoS가 적용되고 있고, 일부는 미표준의 IPoW 기술이 적용되고 있다. 이들 광 접속 기술들은 대부분이 기술적으로 성숙된 상태이며 최근에 활발히 적용되고 있는 IPoS 와 IPoW기술 또한 기존 공중망 용도의 SDH 전송과 WDM 전송 기술을 통해 그 핵심기술들이 이미 성숙된 상태이다. 다만, IPoW의 경우에 전기적인 신호처리부인 IP데이터의 WDM 접속방식에 대한 프로토콜의 표준화가 아직까지 연구되고 있는 상태로서 기술적인 난이도는 낮으나 향후 시장 전망은 매우 밝은 편이다.

7. 결 언

고속 인터넷 전송기술로서 현재는 물론 향후 적용될 수 있는 대표적인 방식들에 대해 간단한 기술적인 소개와 함께 특징과 향후 응용전망을 기술하였다.

현재 라우터간 고속 전송로로서 프레임릴레이가 가장 보편적으로 적용되고 있으나 인터넷 트래픽의 급증과 라우터의 고속화에 따라 이미 한계점에 이르고 있으며, 이의 대체 수단으로 유일한 IPoS의

구성이 한동안 주류를 이룰 것으로 예상된다. 그러나 인터넷 수요와 트래픽 증가로 인터넷 망이 보다 복잡하게 전개됨에 따라 전송망 차원의 네트워킹이 보다 절실해 질 것으로 보인다. IPoS의 적용시 IP 네트워킹을 위해서는 라우터/스위치의 능력에만 의존할 수 밖에 없으며, 따라서 점대 점 전송에 기반을 둔 전용선개념의 IPoS보다는 추가 오버헤드와 비용을 감수하더라도 셀 네트워킹에 기반을 둔 ATM이 고려되거나 또는, 데이터링크 또는 물리계층에서의 네트워킹을 통해 망구성을 유연하게 실현할 수 있는 또다른 방식이 도입될 수 밖에 없을 것으로 보인다. 동시에 초고속 IP전송을 위해서 IPoW를 이용한 광신호 단위의 네트워킹도 각광을 받을 것으로 보인다.

2000년대 초에는 인터넷을 기반으로 하는 새로운 통신망의 도래가 점쳐지는 가운데, 가장 확실한 것은 테라비트급 이상의 초고속 전송과 라우터/스위치가 일반적으로 적용될 것이며, 이는 광통신을 기반으로 하는 광인터넷이 그 역할을 맡을 것이라는 사실은 누구도 부인할 수 없을 것이다. 우리는 2000년대의 새로운 광인터넷 시대를 대비하기 위해서 고밀도 WDM 기술, 광 회선분배 기술, 광 인터넷 접속기술인 IPoS 기술과 IPoW 기술, 그리고 고속 광 패킷스위칭 기술 등에 대한 연구개발을 게을리하지 말아야 할 것이다.

※ 참고 문헌

- [1] 인터넷 광 섬유 전송 시스템, 1998.7.6. NIK KE COMMUNICATIONS.
- [2] IP: The Impact on Telco Services and Revenues, OVUM Ltd, 1998.
- [3] WDM: Global Strategies for Next Generation Networks, Ovum Ltd, 1998
- [4] Ting Wo Chung, et al, "Architectural

- and Engineering Issues for Building an Optical Internet." 1998.7.10.
- [5] Bill St. Arnaud, "Canada's National Optical Internet," 1998.5. <http://www.etie.cararie.ca/~bstarin/110598>
- [6] 김영탁, ATM통신망에서의 프레임릴레이 서비스 수용방안연구, 전자통신연구 제 6권 4호, 1992
- [7] 윤찬연, "CA*net III 에서의 WDM 기반 백본네트워킹", 정보통신기술, Vol.12, No.2, 1998.12.

김 재 근

- 1980.2. 고려대학교 전자공학과 졸업
1983.2. 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
1990.9. 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
1979.12. 현재 한국전자통신연구원 근무
책임연구원, 광통신연구부장

채 중 역

- 1986.2. 경북대학교 전자공학과 졸업
1988.2. 경북대학교 대학원 회로 및 계통공학과 졸업(석사)
1988.2. 현재 한국전자통신연구원 광분배망팀 근무, 선임연구원