

백본망 기술의 현황 및 전망

송민규*, 변도영*, 한석태*, 오세진*, 김광동*, 노덕규*, 이보안*
한국천문연구원 전파천문연구부
e-mail:mksong@trao.re.kr

The Status & Future Prospect of Backbone Network Technology

Min-Gyu Song*, Do-Young Byun*, Seog-Tae Han* Se-Jin Oh*, Kwang-Dong Kim*, Duk-Gyoo Roh*, Bo-Ahn Lee*
*Div. of Radio Astronomy, Korea Astronomy Observatory

요 약

차세대 인터넷은 'Internet is Life'를 그 모토로 하고 있으며 인터넷의 Cyber Space를 실생활과 연결시켜 일상생활 속에서 인터넷이 구현되는 생활속의 인터넷 구현을 그 목표로 하고 있다. 차세대 인터넷은 사용자에게 언제, 어디서나 고품질 멀티미디어 서비스를 유무선 관계없이 안전하게 초고속으로 제공하는 방향으로 발전될 것으로 전망되고 있는데 이 과정에서 대용량의 데이터를 안정적으로 전송할 수 있는 백본망 기술이 절실히 요구되고 있다. 인터넷 백본망 구현 기술로 1990년대 후반에는 IPoA나 IPoS 기술이 주로 사용되었으나 2000년대에 들어서는 IPoW 기술이 많이 사용되고 있는 추세이며 2002년 이후로는 DWDM 방식이 IP를 전송하는 백본망 기술로 많이 활용되고 있다. 향후 이러한 백본망 기술의 발전은 메트로망, 가입자 망 기술과 통합되어 초고속 네트워크 구축의 핵심 기능을 제공할 것으로 예상된다. 본 논문에서는 이러한 백본망 기술의 현황 및 앞으로의 발전 방향에 대해 살펴보고자 하며 이를 통하여 차세대 인터넷의 로드맵을 개략적으로 그려보고자 한다.

1. 서론

최근 인터넷이 급속히 확산됨에 따라 고속 인터넷 서비스를 위한 트래픽 전달의 백본 역할을 수행하는 기간망 기술에 대한 중요성이 매우 커지고 있다. ATM 망 기반의 서비스 품질 보장 능력, 그리고 IP 기반망의 접속 용이성과 SONET, WDM망 기반의 초고속 전송능력 등을 채용하여 IPoA(IP over ATM), IPoS(IP over SDH), IPoW(IP over WDM) 등의 방식이 제안되고 실제로 사용되고 있다. 이들 기간망 고속화는 기간망을 구성하는 기반 기술을 포함하여 라우터를 고속, 고기능화하는 방향으로 발전하고 있다. 기존에는 전화망, 데이터망, 방송망, 인터넷이 통합된 형태로 발전한 점을 고려하여 ATM 망이 통합망 구성을 위한 방법으로 사용되었지만 향후 대규모 고속 백본망 적용측면에서는 IPoS, IPoW가 적합하다고 할 수 있으며 장기적으로 초대용량의 고

속 서비스 제공과 비용측면에서 IPoW가 대세를 이룰 것으로 전망되고 있다.

본 논문에서는 이러한 백본망 적용 기술의 현황 및 전망에 대해 좀더 세부적으로 살펴보고자 하며 각 기술의 장단점 파악 및 비교 분석을 통하여 앞으로 차세대 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 백본망 기술로 무엇이 적합한지에 대해 기술하고자 한다.

2. 차세대 인터넷의 개요

기존의 IP 기반 인터넷은 최선형(Best Effort)서비스만을 제공하고 있으며 이러한 인터넷 환경은 새롭게 등장하는 실시간, 멀티미디어, 그리고 멀티캐스팅 서비스를 제공하기 위한 응용 프로그램들을 지원하기에는 적당하지 않다. 또한 양질의 서비스를 받고자 하는 사용자들의 요구 역시 만족시키기 어렵

다. 이를 해결하기 위하여 차세대 인터넷의 개념이 등장하였고 차세대 인터넷에서 추구하는 대표적인 특징들을 나열하면 다음과 같다.

- 고속의 전달
- QoS 보장
- 무선 인터넷에 대비한 이동성 지원
- 보안의 향상

이러한 차세대 인터넷 기술들로 IETF의 IntServ WG(Working Group)과 DiffServ WG에서 통합 서비스 모델과 차등화 서비스 모델을 각각 정의하고 있으며 MPLS WG에서는 빠른 스위칭이 가능한 링크 계층에서의 교환전송 방식인 MPLS를 연구하고 있다.

3. 차세대 인터넷 구축 기술

현재 인터넷에서 도출된 문제점을 해결하는 것이 차세대 인터넷의 최종목표라 할 수 있기 때문에 차세대 인터넷은 이러한 문제점을 해결해 나가는 방향으로 진화될 것이다. 차세대 인터넷 기술은 빠르고 다양해진 정보전달 능력으로 통신거리나 접속방식에 구애받지 않고 초고속,대용량의 정보전달 기능을 실현하고 IP의 이동성이나 이동 IP(Mobile IP)에 의한 무선 인터넷 접속 기능을 구현하게 된다.

차세대 인터넷 사용자는 디렉토리, 콘텐츠 검색 등 고도화된 네트워킹 미들웨어의 강화, 대용량 멀티미디어 데이터베이스 관리 및 제공 기능, 그리고 웹 기반의 영상회의 공동 문서편집이나 설계 등 네트워크를 통한 가상 공간내의 공동작업, 전자출판 지원 기능 등에 의해 폭넓은 서비스를 제공받을 수 있게 된다.

3.1 차세대 인터넷 구축 전략

차세대 인터넷 실현을 위해서는 인터넷 전달망의 고속화기술, 고도화된 서비스 제공을 위한 고성능 네트워크 기술, 그리고 미래 정보사회에서 요구되는 다양한 응용을 지원할 수 있는 네트워크 서비스 기술과 혁신적인 응용/기반 기술 등이 종합적으로 필요하다. 네트워크 구성은 그 구조 및 기능 면에서 크게 백본망, 메트로망, 구내통신망의 3가지로 분류할 수 있는데 메트로망과 구내통신망은 백본망의 후단에 위치한 네트워크로서 라우터 및 스위치를 통하여 서로 연결되어 전체적인 초고속 네트워크를 형성

하게 된다. 차세대 인터넷을 위한 3가지 네트워크 요소에 해당하는 백본망, 메트로망, 구내통신망이 각각 처리 용량 및 성능이 차이가 있지만 이것이 결합되어 전체적인 초고속 네트워크를 구축한다는 점에서 각 서브 네트워크의 대용량, 고성능화가 수반되어야 할 것이다. 하지만 차세대 인터넷에서 대용량 데이터 전달이 가장 큰 비중을 차지하고 백본망에서의 트래픽 편중이 상당한 부분을 차지할 것으로 예상됨에 따라 백본망의 역할이 향후 차세대 인터넷 구축에 있어서 핵심 부분을 차지할 것으로 예상된다.

3.2 백본망 기술에 대한 개략적 개요

인터넷 백본망은 다양한 방법으로 구성될 수 있는데 IPoA(IP over ATM), IPoS(IP over SONET), IPoW(IP over WDM)등이 그 대표적인 예에 해당한다. 본 절에서는 각 백본망 기술의 구성방법 및 특징에 대해 기술하고자 한다.

3.2.1 IPoA(IP over ATM)

기존의 네트워크는 데이터를 위해서는 프레임 릴레이 또는 ATM, 사설망을 위해서는 전용선, 음성전화를 위해서는 SONET/SDH, 방송 비디오를 위해서는 D1 등 각 종류의 트래픽 및 서비스에 따라서 서로 다른 네트워크를 구축하였다. 이러한 관점에서 ATM은 동일한 네트워크에서 다양한 서비스들을 통합할 수 있는 장점과 가상 사설망에 대한 용이한 구현 기능을 바탕으로 통합 네트워크 기술로서 발전할 수 있었다.

또한 ATM 기술은 구현의 복잡성을 제외한다면 네트워크 엔지니어링 및 설계에 유연성을 제공하고 있고, IP 계층에서의 부족한 트래픽 엔지니어링기능을 VC/VP를 이용한 명시적인 경로로 효과적으로 제공할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 IPoA는 네트워크 백본망으로서 활용함에 있어 근본적 한계를 갖고 있는데 이를 요약하면 다음과 같다.

- SONET이나 ATM이 아닌 타 종류의 인터넷 트래픽을 위한 보다 효율적인 전달망 구조의 필요성
- IP와 ATM의 비호환성
- IP의 VC로의 확장에 대한 문제점 발생
- ATM 오버헤드로 인한 대역폭 낭비

트래픽의 발전 추세에 의하면 인터넷 트래픽이 압도적으로 많아지고 있고, 음성 및 비디오 등의 많은 서비스들이 IP 상에서 지원됨에 따라 IP에 최적인 망을 구현하는 것이 중요해졌다. 최근의 라우터 구현 기술이 포트당 40Gbps(OC-768)로 증가함에 따라 고속 스위칭 기능을 하는 ATM의 역할도 줄어들게 되었다. 또한, 대용량의 대역폭을 지원할 경우 SVC 셋업 시간 동안 많은 데이터를 버퍼에 저장하여야 하므로, SVC 셋업 시간으로 인한 처리율 손실

또한 무시할 수 없다. 이러한 이유로 인하여 IPoA 차세대 인터넷 백본망 기술로서 적합하지 않다고 할 수 있다.

3.2.2 IPoS(IP over SONET/SDH)

SONET 또는 SDH(Synchronous Digital Hierarchy)는 51Mbps(OC-1)에서 9.8Gbps(OC-192)까지의 전송능력을 제공하는 광 인터페이스의 속도, 포맷, 광 인자 형식에 관한 표준으로서 효과적인 운영 및 유지(OAM : Operations And Maintenance)기능, 높은 복구 능력 및 상호 호환성등의 기능을 제공하고 있다. IPoS 기술은 SONET 링크 사용률을 높일 수 있다는 점과 ATM 계층에서의 SAR로 인한 병목현상을 극복할 수 있는 확장성 및 링크 또는 노드 손실에 대처할 수 있는 빠른 복구성을 제공한다는 점이 가장 큰 장점이다. SONET/SDH의 또 하나의 장점으로 전체 네트워크 개체들을 동기화시킴으로써 얻을 수 있는 안정성을 들 수 있다. IP over SONET은 이미 설치되어 있는 망을 사용한다는 장점이 있지만 장비가 꽤 고가이고 최근들어 저렴한 WDM(DWDM) 기술의 등장과 10GbE의 출현으로 한창 논쟁중에 있다 특히 10GbE은 기존의 인터넷 프로토콜과 가장 궁합이 잘 맞으며 그 가격이 저렴하다는 것으로 인해 LAN/MAN 뿐 아니라 WAN으로까지 확장될 것으로 전망된다.

3.2.3 IPoW(IP over WDM)

WDM(Wavelength Division Multiplexing)이란 입력되는 신호(1310nm 단일 공용 파장상으로 전달)를 Transponder를 통하여 1500nm 대의 각기 다른 파장으로 변환한 후 이를 다중화하여 단일 광케이블로 전송하는 기술이다. 현재 100개의 채널이 하나의 광섬유에 다중화되는 것이 가능하고 이것을 DWDM(Dense WDM)이라고 한다. 현재의 WDM 기술이 점대점 방식이고 SONET/SDH를 사용하고 있지만, 이러한 중간 계층을 제거하여 IP를 직접 WDM 계층으로 매핑하는 연구가 급속하게 진행되고 있다. WDM 기술을 사용하면 WDM 장비만으로도 여러개의 광케이블을 포설한 것과 같은 동일한 효과를 얻을 수 있기 때문에 동일한 광섬유에 데이터를 다중의 파장으로 전송함으로써 전송속도의 고도화가 가능하다. 뿐만 아니라 DWDM의 또 다른 장점으로 높은 효율성 및 성능 대비 높은 경제성을 들 수 있다. SONET의 경우 80Km마다 신호 재생기를 설치해야 하지만 DWDM은 100Km마다 설치해되기 때문에 타 기술보다 훨씬 저렴한 비용으로 관리할 수 있다. 현재 WDM 방식을 통하여 활용되고 있는 대역폭으로는 OC-48(2.5Gbps), OC-192(10Gbps)를 들 수 있다.

3.2.4 10GbE(10Gigabit Ethernet , 메트로 이더넷)

이미 이더넷은 LAN 환경의 표준으로 자리를 잡았다 할 수 있는데 기가비트 이더넷, 10기가비트 이더넷의 등장과 더불어 LAN 뿐만이 아닌 MAN, WAN

의 영역으로까지 그 이용이 확장되고 있다. 이는 매체 공유적인 특성에서 벗어나고 광통신 기술을 적용하면서 용량과 거리면에서 괄목한 기술 발전을 하였기 때문에 가능하게 된 것으로서 앞으로의 백본망 기술로 10기가비트 이더넷은 상당한 잠재성을 인정받고 있다. 10기가비트의 속도는 SONET/SDH의 OC-192에 해당하는 속도로서 도심 전송역할을 하기에 충분하며 전송거리도 싱글모드 선로에서 100Km 이상 가능한 기술들이 상용되고 있으며 100~200km 정도의 거리가 별도의 장비없이 전송 가능하다.

MAN/WAN 구간에서 이더넷 망을 구축할 때의 장점은 다음과 같다.

먼저 SONET과는 달리 패킷 교환방식이므로 링크 대역폭을 공유를 통해 효율적으로 사용할 수 있으므로 링크당 가용 사용자수가 전용회선을 제공하는 SONET에 비해 매우 많기 때문에 대역폭당 비용이 저렴하다. 뿐만 아니라 기존의 SONET과 ATM을 사용하지 않고 이더넷 스위치(L2/L3)를 다크파이버를 통해 직접 연결하여 통신망을 구축함으로써 SONET 장비와 ATM 장비의 오버헤드가 제거되기 때문에 망구축 비용이 절감되고 운영이 용이하게 된다. 현재 10기가비트 이더넷 제품이 출시되고 있으며 2년 이내에 100기가비트 이더넷 제품이 출시될 것으로 예상되고 있는데 망용량 증설에 있어서 새로운 기술을 도입할 필요없이 자연스러운 망용량 확장이 가능하다.

Metro Ethernet

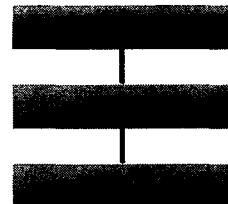


그림 1 메트로 이더넷 프로토콜 스택

그림 1에 메트로 이더넷 프로토콜 스택을 나타내었다. 그림에서 보듯이 기존의 SONET망은 필요없이 이더넷 스위치에 WDM 모듈을 추가하고 이를 다크 파이버로 연결함으로써 네트워크 구축을 쉽게 수행할 수 있다.

4. 전망

본 논문을 통하여 현재 사용되고 있는 백본망 기술로서 IPoA, IPoS, IPoW, GbE 등을 개략적으로 살펴보고 각각의 특징 및 장단점에 대해서도 알아보았다. 세계의 초고속정보통신망을 살펴보면 이미 WDM(Wavelength Division Multiplexing)이 네트워크의 백본으로서 자리를 잡은 상태이고 향후 이것이 더욱 발전하여 DWDM으로 향상될 것으로 예상된다. 이에 따라 IP over WDM은 현재 활발히 연구가 진행 중에 있다.

이미 오래전부터 네트워크에서 IP 패킷이 차지하

는 비중은 절대적이었고 음성/프레임릴레이 등이 IP로 통합됨에 따라 고속의 대용량 전송로를 통해 IP 트래픽을 보다 더 효과적으로 전송할 수 있는 기술이 등장하게 되었고 이것이 IPoA, IPoS, IPoW 그리고 10GbE으로 나타나게 된 것이다. 본 논문을 통하여 우리는 이러한 기술들을 비교 분석해 보았으며 이를 통하여 장기적으로 초대용량의 고속서비스 제공기술로서 IPoW가 백본망의 주력으로 자리잡을 것이라는 것을 확인할 수 있었다. 이와 더불어 10GbE의 발전 가능성을 주목하지 않을 수 없는데 전송거리의 확장 및 더욱 고성능화된 이더넷 스위치의 등장, 그리고 MPLS 프로토콜의 구현에 따른 QoS의 증대에 따라 현재 LAN/MAN 뿐만 아니라 WAN 백본으로서 상당한 가능성을 내재하고 있다고 할 수 있다. 이에 따라 백본망 기술의 발전 및 향후 기술발 방향을 IP 패킷 전송의 발전 동향과 연관시켜 진단해보면 다음과 같이 도식화 할 수 있다.

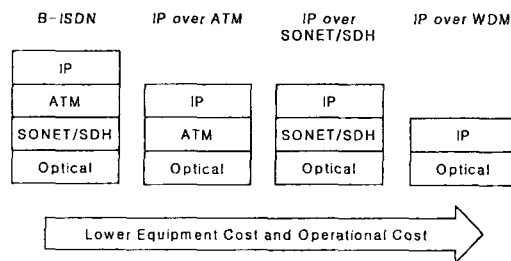


그림 2. IP 패킷 전송기술의 발전 과정

참고문헌

- [1] 차세대 인터넷 기술 한국전산원
- [2] 최준균, "광 인터넷 기술표준화 개요" 정보통신 및 표준 기술 동향, TTA저널 제 76호
- [3] 김대영, "초고속 정보통신망 개요 및 발전방향"
- [4] B. Rajagopalan et. al, "IP over Optical Network: A Framework", November, 2000
- [5] Daniel O. Awduche et.al, "Multi-Protocol Lambda Switching : Combining MPLS Traffic Engineering Control with Optical Crossconnects", July, 2000
- [6] Osama S. Abould-Magd et. al. "Signaling Requirement at the Optical UNI", October, 2000