

차세대 인터넷 기술 동향

충남대학교 김대영*

1. 머리말

이즈음 차세대 인터넷이라는 말귀가 유행어 처럼 여기저기에서 쓰이고 있어서 각자의 관심사나 보는 시각에 따라 다른 의미를 가질 수 있는데, 대개 세 가지 정도의 다른 측면을 얘기할 수 있겠다. 그 하나는 응용 서비스 차원에서 본 것으로서 차세대 인터넷이 되면 어떠한 응용이 가능한가 하는 것이고, 다른 하나는 미국의 소위 NGI(Next Generation Internet) 사업 등 차세대 인터넷 시험망 사업을 연상하는 것이다. 그리고 다른 하나는 차세대 인터넷에서 필요하고 적용될 새로운 프로토콜이 무엇인가 하는 것이다. 이렇게 같은 차세대 인터넷이라는 말로 서로 다른 기대를 할 수 있겠으나, 이 글에서는 주로 프로토콜 측면에서 차세대 인터넷을 기술하고자 한다.

본 글은 이 주제를 처음 대하는 독자도 이해할 수 있게 되도록 내용을 풀어가며 쓰되, 각 프로토콜의 구체적인 기술 내용보다는 비 전문가들이 오히려 궁금해할 지금까지의 관련 기술 동향, 앞으로의 전망, 문제점 등을 다루도록 하겠다.

2. IPng/IPv6[1, 2]

인터넷에서, 더 구체적으로 말하자면 인터넷 프로토콜 표준화 기구인 IETF(Internet Engineering Task Force)에서, 차세대라는 말이 처음 쓰인 것은 인터넷 망계층 프로토콜인 IP(Internet Protocol)의 개정을 위해 92년경

IPng-WG(IP-next-generation Working Group)을 결성하면서부터일 것이다. 그 당시, 그리고 아직도 쓰고 있는, IP는 IPv4로서 1980년 초에 안정화된 것이다. 그런데 개정을 필요성이 대두된 문제의 핵심은 IPv4의 주소 길이가 32비트밖에 안되어 폭발하는 인터넷 사용으로 조만간 IP 주소가 고갈될 것이라는 우려였다. IP의 주소는 A, B, C 등의 클래스로 분류되어 사용자에게 할여되는데, 보통 대개의 기관에게는 A 클래스(호스트 약 2^{24} 대 수용)는 너무 크고, C 클래스(호스트 약 $2^8=256$ 개)는 너무 작아서, 특히 B 클래스(호스트 약 2^{16} 개) 주소에 대한 수요가 많은데, B 클래스 주소는 모두 해야 약 2^{16} 개 밖에 없어서 1998년쯤이면 모두 소진되고 말 것이라는 걱정이었다.

IPng에서의 차세대 IP 프로토콜 선정 작업은 이제는 유명한 얘기가 된 뜨거운 열전이었는데, 너댓 개의 후보중 ISO OSI(Open Systems Interconnection) 표준의 CLNP(Connectionless-mode Network Protocol)에 근거한 TUBA(TCP/UDP with Big Address)와 SIPP(Simple IP Plus)가 최종까지 경합한 끝에 Xerox PARC의 Steve Deering이 주로 설계한 SIPP가 채택되었다. 그리고 이 프로토콜에 정식으로 IPv6(IP version 6)라는 이름이 붙여졌으며 정식 표준 채택을 위한 더 구체적인 작업은 IPng-WG에서 진행되어 오고 있고, 보급 활동은 ngtrans-WG에서 토론되고 있다.

IPv6에서는 주소 길이가 128비트(16바이트)로 커졌는데 보안 기능 등 IPv4에 비해 다소 개선된 기능들이 추가되었고, 특히 헤더 포맷이 대폭 달라졌다. 그런데 이렇게 대폭 달라진

*중신회원

헤더 포맷 때문에 IPv6는 IPv4와 역방향 호환성이 없으며 전혀 다른 프로토콜이다. 전세계 인터넷 망이 잘 운영되고 있는 마당에 호환성이 없는 프로토콜로 전환해 나간다는 것은 대단히 뼈아프게 힘든 작업일 수밖에 없다. Dual protocol stack, tunneling 등의 방법이 제안되어 시도되고 있지만 IPv4와의 비호환성은 IPv6로의 전환에 가장 큰 걸림돌이다.

IPv6 도입이 늦어지는 또 다른 이유는 과도기적인 방법으로 시행되고 있는 CIDR(Classless InterDomain Routing)이라는 방법으로 인해 IPv4 주소의 고갈 문제가 상당히 해소되었기 때문이다. CIDR는 말 그대로 종래의 A, B, C 등의 클래스를 사용하지 않고 호스트 주소 길이를 8비트의 배수가 아닌 임의의 비트 길이로 할 수 있게 비트마스크와 함께 주는 방법으로써, 기존 클래스 개념을 사용하여 IP주소를 분배할 때 생길 수 있는 주소 영역의 낭비를 막을 수 있다. 예를 들어서, 5개의 IP주소를 할당하고자 할 때, 기존 클래스를 사용할 경우, 256개의 주소를 할당할 수 있는 C클래스 하나 전체를 얻어야 하는데 반하여, CIDR을 사용하면, 8개의 주소만 할당받을 수 있다.

혹자들은 IPv6를 이용하면, 멀티캐스트, QoS, mobility 등의 모든 인터넷 서비스를 제공할 수 있다는 꿈에 부풀어 있는데, 사실상 이러한 문제는 IPv4나 IPv6나 같다는 것이다. 물론, IPv6의 경우 주소 영역을 128bit로 정의하고, 패킷 헤더들도 옵션으로 붙일 수 있기 때문에, 훨씬 여유가 있지만, IPv4에서 아직 해결하지 못한 숙제들을 IPv6로 바꾸자마자 자동으로 해결되는 것은 아니다.

다음절부터 언급되어지는 인터넷 서비스들은 IPv6도 고려하고 있지만, 구현 및 시험은 IPv4로도 가능하다는 것을 연상하길 바란다.

3. Mobile IP[3, 4, 6]

최근 portable computer의 대중화에 따라 많은 사람들이 사무실이 아닌 지역에서도 자신의 업무를 수행할 수 있게 되었다. 이들 사용자들은 인터넷을 사용하기 위하여 우선 타 지역의 네트워크 포트에 자신의 portable com-

puter를 연결시키고, 그 지역의 네트워크 매니저에게 자신의 IP를 제공받거나, DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)를 이용하여 자동으로 IP주소를 할당받는다. 그 후로부터는 자신이 마음껏 인터넷을 돌아다니며, 원하는 정보를 찾아보든지, 아니면 전자 우편을 읽을 수 있게 된다.

이동한 지역의 IP주소를 반드시 할당받아야 하는 이유는 다음과 같다. 인터넷에서 데이터를 목적지까지 전달하기 위해서는 IP 주소를 이용하는데, IP주소로써 목적지까지 갈 수 있는 것은, 디폴트 라우터가 라우팅 테이블에 설정되어져 있는 prefix를 참조하여, IP 데이터그램을 목적지 IP주소가 있는 인터페이스로 전달해주는 작업을 반복함으로써 목적지에 도달할 수 있는 것이다. 즉, 라우팅 테이블에 설정된 prefix에 준하는 IP주소를 갖고 있지 않다면, 결코 IP데이터를 받을 수 없다.

그런데, 이동한 장소마다 자신의 IP주소를 바꾼다는 것은 사실 성가신 일이 아닐 수 없다. 만일 자동차를 타고 다니면서 작업을 할 때라든지, 이동하고 있는 서버에 접속을 하려는 경우, 매번 호스트의 IP주소가 바뀐다면 원격작업이 아마 불가능해 질 것이다. 또한 원격 호스트에 접속되어져 있는 동안에 잠시 이동하여야 할 경우, 매번 호스트의 IP주소를 바꾼다면, 접속을 끊고, 새로운 IP를 설치한후, 재시동을 하는 등의 성가신 작업을 수행하여야만 한다. 이러한 문제점을 해결하고자 mobile IP에 관련된 방법이 IETF에서는 mobileIP working group을 설치하여 활발한 연구를 수행하고 있다.

mobile host가 자신의 고유 주소를 바꾸지 않고서도 이동간에 통신을 할 수 있는 방법은 다음과 같다. 즉, 새로운 지역으로 이동한 mobile host는 그 지역을 관할하는 FA(Foreign Agent)로부터 COA(Care-Of-Address)를 얻는다. 그 후, 자신의 HA(Home Agent)에게 자신의 COA를 등록하는데, 일단 등록이 되면, FA와 HA사이에 tunnel이 형성된다. 차후 mobile 호스트로 향하는 모든 패킷들은 HA로부터 FA로 IP-in-IP 패킷을 통하여 tunneling 됨으로써 mobile host와 접속하고 있는 호스트

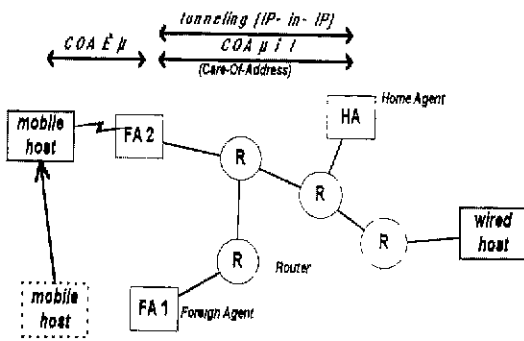


그림 1 Mobile IP

는 mobile host가 현재 자기 자신의 home network(예를 들어 사무실)에 있는 것처럼 통신할 수 있다.

그런데, 현재의 mobile IP는 원래 mobile IP의 의미보다는 portable IP의 의미가 더 강하다. 즉, 동적으로 이동하고 호스트(예를 들어 휴대폰)보다는, 이동한 장소에서 정지하고 있는 컴퓨터(노트북)를 염두에 두고 설계했기 때문인 것으로 판단된다.

또한 대개의 여행지에 FA(Foreign agent)가 설치되어 있는 경우는 드물고, 대개는 정적인 IP주소 배정 혹은 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)에 의해 IP주소를 부여받고, 자신의 main host에 접속하여 mail 처리 등의 작업을 하는 것이 보통인데, 현재의 상황에서 이동중에 다른 호스트에 접속하는 경우는 드물고, 대개는 새로운 지역에서 IP를 할당받은 후 접속하는 경우가 대부분이다.

또한 mobile 호스트의 가장 큰 문제점은 바로 보안이다. 가장 손쉬운 예로써 망으로부터 유용한 정보를 얻지 못하도록 하는 denial-of-service공격을 들 수 있겠다. 물론 wired 호스트의 경우에서도 이와 같은 문제가 발생할 수도 있지만, wired 호스트의 경우, 통신하는 두 호스트 사이에서(패킷 경로에 있는 경우)만 denial-of-service가능하지만, mobile 호스트의 경우 어디에서든지 이러한 공격이 가능하다.

물론 이러한 문제점에 대하여 많은 연구가 진행중에 있다. 연구들은 대체로 IP계층이나 응용 계층에서 수행되어지고 있는데, 아직까지

명쾌한 해답이 나와 있지는 않다. 결국 이러한 문제가 해결되기 전까지는 mobile IP의 사용이 그리 생각처럼 용이치는 않을 것이다.

4. IntServ/RSVP(Integrated Service/Reservation Protocol)[6, 7]

근래의 거의 모든 컴퓨터에는 사운드나 카메라 등의 멀티미디어 장비가 기본적으로 부착되어 있고 각종 멀티미디어 응용 프로그램들이 기본적으로 제공되어지고 있는 추세이다. 이것은 컴퓨터 주변기기의 가격이 많이 하락되었고, 프로세서의 고속화와 프로세서의 가격 또한 하락하였음은 물론, 개인 컴퓨터 사용자들의 기호도 멀티미디어 쪽으로 기울어진다는 것을 암시하는 좋은 예이다. 그 밖에도 인터넷 통신이 되지 않는 컴퓨터는 '반쪽 컴퓨터'라고 못 박으면서, 네트워크에 접속할 수 있는 인터페이스까지 기본적으로 제공해주고 있는 실정이다. 즉, 최근의 추세는 네트워크에 접속할 수 있는 멀티미디어 PC가 근간을 이룬다고 해도 과언이 아닐 것이다.

이들 멀티미디어 응용 프로그램들 중에는 인터넷 서비스를 이용한 화상 전화, 주문형 오디오/비디오 등이 포함되어지고 있지만, best effort 서비스만을 제공해 주는 현재의 인터넷 서비스가 이러한 멀티미디어 응용 서비스의 처리하기에는 아무래도 역부족일 수 밖에 없다. 이러한 현재 인터넷 서비스의 결핍을 보완하고자, IntServ라는 그룹이 IETF내에 구성되어졌으며, integrated service 기준 모델이 정의되어졌다. 이 기준 모델에 따라 인터넷에서 QoS를 제공해 줄 수 있는 방안을 제시한 프로토콜이 RSVP(Reservation Protocol)이다.

본 문에서는 IntServ에서 어떤 식으로 인터넷에서 QoS를 보장해 줄 수 있는지에 대하여 기술한 후, RSVP에 대한 설명을 하도록 한다.

IntServ에서는 라우터에서 integrated service를 지원할 수 있도록, 다음과 같은 기준 모델을 정의하였다. 각 라우터들에는 기존의 라우팅 이외에도 자원을 예약할 수 있는 모듈과 관리/수락 제어 모듈들을 각기 정의되어지고 있으며, 자원 예약 프로토콜을 사용하여 이들

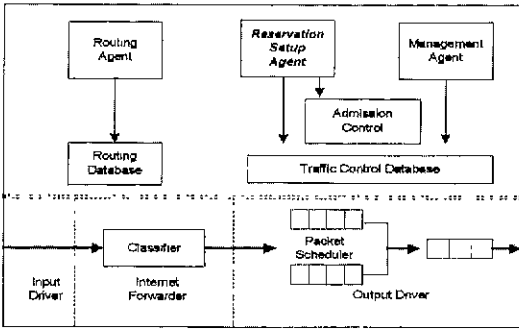


그림 2 IntServ 기준 모델

의 정책을 수립한 후, 이에 따라서, 라우터로 유입된 패킷들을 분류하고 각 플로우 별로 각기 다른 큐를 제공함으로써 자원의 할당을 보장한다는 것이다.

RSVP는 이러한 IntServ 기준 모델에 따라 구현하였는데, 특징으로써는 유니캐스트 환경 혹은 멀티캐스트 환경에서 자원을 단방향(송신자로부터 수신자로)으로 수신자가 중간 노드들(라우터들)을 경유하며 예약하며, 이때의 자원 예약 상태는 모든 라우터와 호스트에서 soft state로 유지된다는 것과 멀티캐스트의 경우 플로우 별로 예약한 자원을 공유할 것인지 독립할 것인지 등을 정의한 스타일이 있다는 것이다.

동작은 송신자가 자신의 플로우 특성을 알리는 패킷을 주기적으로 전송하며, 이 패킷에 대한 응답으로써 각 수신자는 자신이 원하는 자원을 송신자로 주기적으로 보내는데, 수신자로부터 송신자까지의 경로의 자원을 앞서 언급한 스타일에 따라 예약한다. Soft state라는 것은

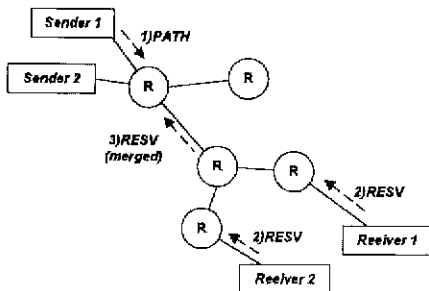


그림 3 RSVP 자원 예약 방법

바로 주기적으로 자신이 예약한 자원을 계속해서 알려줌으로써 라우터에게 자신에게 할당하는 자원을 계속해서 유지해 달라고 요청하기 때문에 생겨난 이름이다.

그런데, 다수의 수신자와 동적으로 변하는 그룹에 있어서 플로우에 해당하는 자원을 보장해 주려는 시도으로써 제안된 soft state 방법은 각 수신자들에게 자원을 예약해 주는 이점이 있는 반면에, 주기적으로 업데이트되는 상태 및 각 플로우별로 자원을 예약하기 위해서 라우터에서 할당하는 자원 등의 부담으로 말미암아 라우터의 성능을 저하시킨다. 따라서 수많은 플로우가 존재하는 인터넷 전체에 RSVP 방식이 적용되는 것은 불투명하지만, 적은 규모의 망에서, 소수의 플로우에 대한 자원을 예약할 경우, RSVP는 효과적일 것이다.

그러나 근본적으로 자원보장이 되지 않는 shared media 방식을 사용하는 Ethernet에서 자원을 보장받으려는 시도에는 앞으로도 많은 난관에 부딪칠 것으로 보인다.

5. DiffServ(Differentiated Service) [8, 9]

앞서 RSVP에서 언급한 바와 같이, 모든 인터넷 라우터가 각각의 플로우에 대한 자원을 보장해주려면, 모든 플로우마다 각각의 큐를 할당하고, 유입되는 패킷을 분류하고 스케줄링해야 한다. 그런데, 이러한 작업들은 결과적으로 라우터 성능이 저하시키게 되므로, 인터넷 전체에 이러한 자원 보장 방법을 사용하는 것은 바라직하지 않다.

따라서 라우터의 부담을 줄이면서, 비록 모든 플로우마다 완벽한 자원을 보장해 주지는 않더라도, 아무 것도 보장을 하지 않았을 때와는 차별화 되는 서비스를 제공해 줄 수 있는 방법에 대한 많은 연구가 진행되어져 왔다. DiffServ는 이러한 요구사항에 따라 생성된 서비스 방법으로써, 플로우의 개념보다는 패킷 그 자체에 대하여 상호 차별을 하도록 함으로써, 라우터의 부담을 줄이고, 비록 모든 플로우에 대한 절대적인 자원 보장을 하지 못하는 대신, 비교적으로 차별되는 서비스를 제공해 줄

수 있다.

DiffServ의 주요 내용은 모든 패킷마다, 라우터에서 동작하는 방법을 정의하는 PHB(Per Hop Behavior)를 IP헤더에 세팅함으로써, 패킷별로 차별된 서비스를 제공해 주자는 것이다. 따라서 DiffServ를 사용하는 라우터에는 RSVP라우터에서처럼 상태 정보를 필요하지 않는다.

이들 차별된 서비스는 라우터에 유입되는 패킷의 양이 적을 경우, 모두다 좋은 서비스를 받지만, 패킷의 양이 많아서 어쩔 수없이 패킷 손실을 유발시킬 경우, 어떤 패킷에게 우선적인 서비스를 제공할 것인가를 정의한다. 따라서, DiffServ에서 제공해 주는 서비스 방법은 QoS라기보다는 CoS(Class of Service)라고 하는 것이 더 옳은 표현일 것이다.

동작 방법으로서 모든 DiffServ 망으로 유입/유출되는 패킷들은 ingress/egress node를 경유하도록 한다. Ingress node에서는 유입되는 패킷에 대하여 미리 계약한 바에 따라 패킷이 도달하는지를 판단하여 interior node로 패킷을 전달하고, egress node에서는 연결된 다른 망으로 TCA(Traffic Condition Agreement)에 따라 패킷을 전달한다.

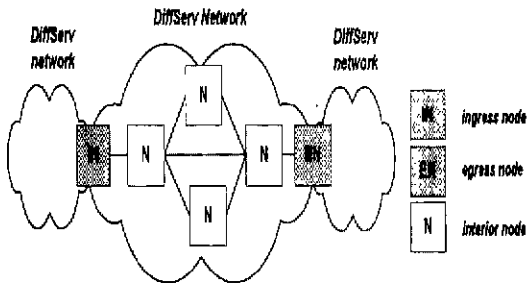


그림 4 DiffServ 망 구성도

DiffServ의 서비스에 관한 한가지 예로써, 올림픽과 같은 경기(즉, 유입되는 패킷의 양이 많은 경우)에서 우승자에게 금, 은, 동메달을 수여하는 경우를 들 수 있는데, 이때 금메달을 받기 위해서 얼마나 빨리 달려야 하는가를 고려하기보다는 참가한 선수들 중에서 누가 가장 빠른가에 초점을 맞추는 것과 같은 개념으로

볼 수 있다.

앞서 언급한 바와 같이, 라우터의 부하를 줄이기 위하여, 모든 플로우마다 보장을 해주기 보다는 각각의 패킷에 대하여 CoS를 보장하는 방법을 사용함으로써, 플로우에 대한 절대적인 보장을 할 수 없다. 또한 CoS도 QoS의 수치적인 값이 아니라, 사전에 서비스 제공자와 맺은 계약을 이행하는지에 대한 이원적인 값이기 때문에 진정한 QoS보장은 제공할 수 없다. 또한 각 DiffServ망마다 각기 다른 정책을 사용할 수 있기 때문에, CoS도 DiffServ망의 특성마다 각기 다를 수 있다. 하지만, 복잡한 state를 관리할 필요가 없는 간단한 구현과 비교적 빠른 성능으로 말미암아 backbone과 같이 고속/광범위한 사용에 적합하며, 빠른 구현으로 인한 시장 진입이 조속한 시일내에 가능할 것으로 보인다.

6. RTP/RTCP(Real Time Protocol/Real Time Control Protocol)[10]

최근 가정에서 사용하는 일반 개인용 컴퓨터에도 인터넷망에 접속이 가능하며, 멀티미디어가 기본으로 장치되어져 있는 경우가 많은데, 최근 사용자들은 비디오나 오디오 파일들을 다운로드하지 않은 상태에서 인터넷 망을 통하여 실시간으로 다운로드하면서 재생하기를 원한다. 이러한 요구사항은 월드웹 추구와 같은 세계적인 경기를 녹화 중계로 보기보다는 생중계로 보길 원하는 경우와 일맥상통한다.

그런데 실시간으로 비디오나 오디오를 전송받으려면, 물론 빠르면서 패킷의 손실이 없다면 금상첨화겠지만, 그것보다는 비록 패킷이 약간 손실되더라도 빠르고, 순서에 맞고 일정한 지연 간격의 전송과 데이터의 압축 형태에 대한 정보가 필요가 있다면, 충분히 비디오나 오디오를 감상할 수 있을 것이다.

이렇게 실시간 비디오 혹은 오디오를 재생하기 위하여 어떤 전송 프로토콜을 사용해야 할 것인가에 대한 의문을 할 수 있다. 현재 인터넷망의 전송 프로토콜에는 TCP/UDP가 있는데, TCP는 데이터의 순서 및 신뢰성을 보장해주지만 재전송 및 복잡한 흐름제어를 수행하기

때문에, 빠른 전송을 요구하는 실시간 응용에 사용하기에는 부적합하다. UDP의 경우 프로토콜에서 수행하는 일이 비교적 없기 때문에 빠른 전송을 가능케 하지만, 데이터의 순서가 뒤바뀌어 올 수도 있다.

따라서 빠른 전송이 가능한 UDP에 순서를 보장해 줄 수 있는 방법을 첨가한다면, 실시간 응용을 위한 프로토콜로써 그 역할을 할 수 있는데, RTP는 바로 순서를 보장하기 위한 방법과 데이터의 압축 형태에 대한 정보를 첨가한 프로토콜이라고 볼 수 있다.

RTP의 가장 큰 특징으로서는 순서를 보장하고 불규칙적으로 도달하는 데이터들을 정렬하기 위하여 timestamp를 사용한다는 점, 또한 ALF(Application Level Framing)개념을 사용함으로써, 완벽한 프로토콜 그 자체가 아닌 각 응용들의 라이브러리로서 동작되어진다는 것이다. ALF개념을 사용함으로써 얻을 수 있는 장점은, 모든 응용들을 자신의 압축/해제 알고리즘에 따라 버퍼의 크기를 임의로 선택할 수 있는 장점 즉, 응용 프로그램에 가장 자연스러운 형태를 가질 수 있다는 것이다.

한편 UDP를 사용하는 RTP는 멀티캐스트 환경에 자연스럽게 적용되어질 수 있는데, 멀티캐스트 환경에서는 모두가 똑같은 품질을 요구할 수는 없다. 고성능의 프로세스를 가진 사용자는 보다 선명한 화질을 원할 수도 있으며, 그렇지 못한 사용자는 의미만 알 수 있는 화질만으로도 만족할 수 있다. 이러한 멀티캐스트 환경에서 다수의 수신자들에게 고품질 서비스 품질을 만족시키기 위하여 일정한 데이터 포맷을 변환시키는 임무를 수행하는 translator와, bandwidth의 사용을 줄이기 위하여 유사한 데

이타 플로우들을 하나의 데이터 플로우로 바꾸어 보내어 줄 수 있는 mixer라는 중간 노드들이 정의되어진다.

한편, 최대한 QoS를 제공해 줄 수 있도록 만들기 위하여, 손실률, 지연변화, 순서 번호, 타이밍, 및 source description등의 정보를 포함하는 RTCP를 그 제어 프로토콜로 사용한다.

RTP는 비교적 그 하는 일은 적지만, 비연결형/best-effort 프로토콜인 UDP에 실시간 응용에 있어서 매우 중요한 기능인 timing을 제공해 주기 때문에, 현재 인터넷에서 사용되어지는 Mbone용 응용프로그램인 vic이나 vat에서는 RTP를 포함시켜서 구현하고 있다. 앞으로 나올 차세대 WWW-browser에서는 live video 혹은 audio stream을 재생시키기 위해서 RTP를 WWW-browser의 일부에 포함시킬 것으로 기대된다.

물론 RTP가 실시간용 응용에 매우 유용하지만, 그 자체로써는 자원 예약이나 QoS 보장과 같은 일을 하지 못하기 때문에(즉, 지연이나 지터등을 방지하는 임무) 실시간 동영상을 감상하기에는 RTP 그 자체만으로써는 아직 해결해야 할 숙제들이 남아 있다.

7. RTSP/Active Streaming[11, 12]

최근 인터넷을 Web-browser를 통하여 손쉽게 접속함으로써, 오디오나 비디오를 Web-browser를 통하여 실시간으로 전송하기 위한 방법으로써, RTSP나 Microsoft의 Active Streaming과 같은 Streaming기법에 나타나게 되었다. 이들은 Web browser를 통하여 파일을 선택하면, 파일을 자신의 bandwidth에 알맞게 조각으로 나눈 후, 그 조각들을 순서대로 보내어주는 방법을 사용한다.

그런데, 현재 대부분의 응용들은 개발자에 따라서 데이터의 크기를 줄이기 위해 사용하는 coder/decoder의 방법이 다른데, lossy compression방법을 사용하는 coder/decoder에 있어서 각기 다른 데이터의 품질은 필수불가결함으로, 타 응용과의 상호 운용성이 크게 떨어진다. 물론 각 응용들은 제각기 장점을 갖고는 있

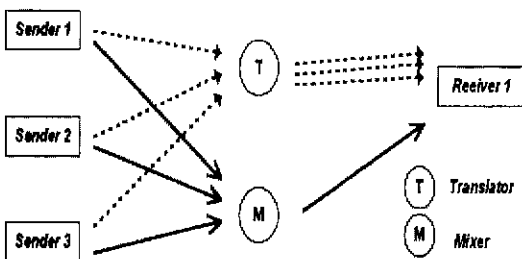


그림 5 RTP의 mixer/translator

지만, 상호간의 호환에 대한 문제는 미지수이다.

8. RM[13, 14, 15]

지난 몇 년 사이에 크게 발전한 멀티캐스트 기능은 많은 인터넷 사용자들을 매료시키기에 충분하였다. 단 한번의 데이터 송신으로 다수의 수신자들에게 전달할 수 있다는 것은 망 자원의 낭비를 방지할 수 있는 것은 물론, 많은 업무에서 보다 효율적으로 처리를 할 수 있다. 예를 들어, 원거리의 신입사원들에게 교육을 시켜야 할 경우, 소프트웨어의 갱신, 원격 진료, 라우팅 프로토콜과도 같은 경우, 멀티캐스트를 사용한다면, 그렇지 않을 경우에 비해서 훨씬 효과적인 것은 사실이다.

그러나 현재의 인터넷 멀티캐스트에서는 전송 프로토콜로서 UDP를 사용하기 때문에 데이터 전송에 대한 신뢰성은 보장하지 못한다. 따라서 신뢰성을 보장해 주어야 하는 파일의 전송 등에는 아직까지도 다수의 TCP연결을 통하여 가상 멀티캐스트를 수행할 수밖에 없다. 따라서 지난 몇 해 동안 세계 여러 기관에서 멀티캐스트 환경에서도 신뢰성을 보장해 줄 수 있는 프로토콜에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있으며, 제안되는 프로토콜의 종류도 여러 가지이며, 각기 독특한 특징을 갖는다.

전송 프로토콜에서 신뢰성을 제공해 주기 위해서는 제어 패킷의 사용이 반드시 수반되어야 한다. 그러나 다수의 참가자가 있는 멀티캐스트 환경에서 제어 패킷을 사용할 경우 제어 패킷에 의한 implosion의 위협이 도사린다. 또한 전송에서의 흐름 및 체증제어에 대한 방법도 고려되어야 하는데, 이들 프로토콜들은 제어 패킷의 implosion을 해결하여 scalability를 제공해 주는 방법 및 흐름/체증 제어 방법에 따라서 분류되어진다.

각 멀티캐스트 전송 프로토콜들은 오류가 발생하였을 경우, 누가 오류를 검출하는가에 따라서, sender-based, receiver-based 방식이 있으며, 제어 패킷의 implosion을 억제함으로써 scalability를 제공해 주기 위한 방법으로 local recovery group, tree-based, token ring-based 방법이 대표적으로 제안되고 있

다. 또한 데이터의 flow/congestion control을 하기 위한 방법이 연구중에 있으며, 이러한 방법들 중 TCP-friendly congestion control, rate control 방법 등이 제안되고 있다.

오류를 복구하는 방법에 따라서, 신뢰성을 보장해 줄 수 있는 멀티캐스트 전송 프로토콜들을 분류하면 다음과 같은 대표적인 것들을 들 수 있다.

Local recovery group 방법을 사용하는 LBL의 SRM, tree-based 방법을 사용하는 Bell lab 의 RMTP, Bremen Univ.의 MTP-2, token ring-based 방법을 사용하는 NASA RMP 등을 들 수 있다. 그밖에 TASC의 RAMP 은 Internet RFC로 등록이 되어져 있으며, 많은 구현물들이 발표되고 있다.

그러나 이들 여러 멀티캐스트 전송 프로토콜들 중 scalability 등과 같은 문제를 고려하였을 때, 모든 요구 사항을 만족시키는 프로토콜은 아직까지 없는 상황이다. 또한 각각에 대하여 독특한 특색이 있기 때문에, 차세대 인터넷 멀티캐스트 전송 프로토콜로서 어떤 것이 채택 될지는 현재로서는 미지수이다.

한편, 현재의 멀티캐스트 전송 프로토콜은 망 계층(IP 계층)의 멀티캐스트 기능을 직접 사용하면서, 모두 신뢰성을 전송계층에서만 해결하려고 하는데, 본래 인터넷에서 손실이 생기고 congestion이 생기는 곳은 망 계층이다. 따라서 멀티캐스트 환경에서 신뢰성을 완벽하게 보장하기 위해서는 망 계층의 서비스도 고려되어야 할 것이며, 최근에는 망 계층에서 신뢰성을 보장하려는 방법에 대한 방안이 제안되고 있는 추세이다.

9. MPLS(Multiprotocol Label Switching)[16]

현재의 인터넷 라우터는 소프트웨어적으로 라우팅을 해주는 방식을 사용한다. 따라서, 비록 링크의 속도가 아무리 높더라도, 라우팅 테이블에서 주소를 일일이 찾아서 올바르게 라우팅 해주는 프로세싱의 속도에 따라 링크 전체의 속도가 저하되게 된다. 이러한 문제점을 해결하고자 하드웨어적으로 스위칭을 하는 방법

에 대한 제안되었는데, CISCO의 tag switching과 IBM의 ARIS(Aggregate Route-based IP Switching)이 바로 그것이다. MPLS는 이들을 근간으로 탄생하게 되었다.

현재 MPLS는 빠른 링크를 제공해주는 ATM 상에서 IP routing을 지원하기 위한 움직임이 진행되고 있는 상황이다.

MPLS는 그 특성상 2.5 layer switching으로 불리우지는데, 그 이유는 망계층의 헤더와 데이터 링크 계층의 헤더 사이에 MPLS헤더(MPLS label)가 존재하기 때문이다. MPLS 망으로 유입되는 IP패킷에 대하여, MPLS ingress node는 MPLS labeling을 수행한다. MPLS망에서는 이 label에 따라서 고속 하드웨어 스위칭(IP 주소를 이용하지 않는다)을 수행하게 되며, MPLS망을 빠져나가는 egress node에서는 MPLS label을 삭제한다.

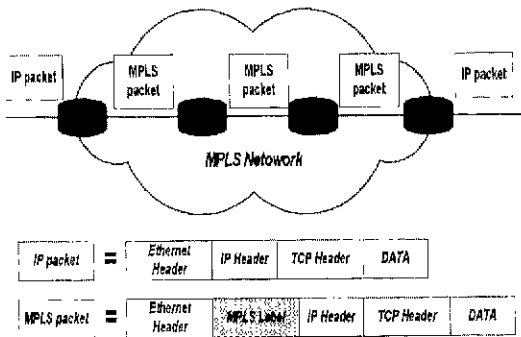


그림 6 MPLS

MPLS 스위칭에서는, label에 따라 하드웨어적으로 스위칭을 하기 때문에, 속도 뿐만 아니라, policy를 쉽게 적용할 수 있다. 그러나 MPLS망은 내재하는 모든 라우터들이 MPLS switch로 교체되어야 한다는 중요한 문제점이 제기된다. 만일 MPLS망 내에 기존의 장비를 갱신하지 않았을 경우, 그 라우터는 MPLS망에서 아무런 동작을 하지 못한다. 따라서 MPLS switch가 인터넷에 사용되어지기 위해서는 막대한 예산이 필요시 되므로, 시장성이 불투명한 상태이다. 또한 MPLS 스위치와 기존 인터넷 라우터와는 호환이 되지 않기 때문에, MPLS망은 기존 인터넷 망으로부터 고립

된 형태를 가져올 수 있다.

또한 MPLS switch의 장점은 하드웨어로 스위칭을 하기 때문에 빠른 속도를 제공해줄 수 있다는 것인데, 현재 개발되어지고 있는 인터넷 gigabit router와 비교시 그리 큰 차이점을 갖지 못한다. 따라서 앞으로의 시장 판도는 MPLS switch 혹은 gigabit router와 diffserv(혹은 RSVP)의 가격 경쟁이 될 것으로 전망된다.

10. 그룹 통신 프로토콜[17, 18]

앞 절에서는 신뢰성을 보장해 주는 멀티캐스트 통신 환경에 대하여 언급하였다. 그러나 신뢰성만을 보장한다고 해서 그룹통신에 적합한 통신 환경이라고 할 수 없다. 그룹 통신에는 앞 절에서 언급한 신뢰성 이외에도 몇 가지 더 필요한 사항이 있기 때문이다.

그룹 통신은 대개 몇몇의 참가자들이 원거리에서 음성과 영상을 제공받는 워크스테이션에 앉아 화상회의를 하는 것을 연상할 수 있다. 이때 제공되는 음성과 영상은 의사를 주고 받는데 있어서 전혀 불편하지 않으며, 그룹 통신을 하는 도중에 관련 없는 이로부터 방해받길 원하지 않는다.

혹은 BGP와 같이 많은 양의 정보를 이웃 AS로 안전하게 보내어야 하는 경우, 현재는 TCP연결을 통하여 데이터를 보낸다. 이러한 데이터는 신속하고 안전하게 전송되어야 할 것이다. 만일 전송 속도를 보장해 주면서 신뢰성을 보장해 줄 수 있는 그룹 통신 환경이 제공된다면, 라우팅 갱신 정보의 신속하고도 안전한 전송이 한번에 이루어질 것이다. 한편 각 BGP 라우터들 중에서 자신이 데이터를 보내서는 안 될 BGP라우터들에게는 정보의 유출을 방지시킬 수 있다.

이러한 그룹 통신 환경은 데이터 전송에 QoS와 신뢰성이 동시에 보장되어야 할 것이며, 그룹에 참가하는 이들에 대한 엄격한 관리 또한 이루어져야 할 것이다.

현재까지의 그룹 제어 방식은 light-weight 그룹 제어 방식으로써, 아무나 세션에 참가할 수 있으며, 또한 그룹에서 탈퇴할 수 있게 되

어 있는 open ended/ loosely 그룹 제어 방식을 사용하였다. 하지만 앞에서 나열한 예에서와 같은 경우, 관련되지 않은 참가자의 참여는 그룹 통신에 걸림돌이 될 수도 있다.

또한 현재까지의 화상 회의와 같은 그룹통신에서는 응용 프로그램에서 버퍼를 관리함으로써 지터나 지연 등에 관련된 서비스 품질을 보장해 주었다. 또한 그룹 멤버의 관리도 응용 프로그램이 직접하는 것이 고작이었다. 하지만 응용 프로그램의 개발자에게 QoS관리나 그룹 관리에 대한 부분을 제공해 준다면, 보다 쉽게 그룹 통신 응용 프로그램을 개발할 수 있을 것이다.

아직까지 그룹 통신을 위한 QoS를 지원하는 멀티캐스트 전송 프로토콜에 대한 제안이 아직까지 IETF에는 없었지만, ITU-T/ISO에서 FDIS 13252: ECTS(Enhanced Communications Transport Service)가 표준으로 채택되었으며, 이를 프로토콜로 구체화 시킨 ECTP(Enhanced Communications Transport Protocol)은 현재 표준화 작업 및 개발중에 있다. 한편, 1998년 12월에 있었던 43차 IETF 회의에서는 ECTS의 소개 및 ECTP응용의 데모가 있었다.

11. 결 론

고속화되는 프로세스 속도와 링크의 발달에 힘입어 차세대 인터넷에서 결국 속도는 지속적으로 증가할 것으로 보인다. 또한 망의 자원중 대부분을 다양한 환경(고속망, 맥내망, 이동망 등)에서의 멀티미디어 데이터가 차지할 것으로 보인다. 비록 망의 속도가 빨라지기는 하겠지만, 이들 서비스는 단순한 속도문제로 해결될 수 없을 것이다. 즉, 고급화되는 사용자들의 구미에 맞는 실시간 전송 및 서비스 품질을 보장, 또한 각종 위협으로부터 데이터를 보호를 해 줄 수 있어야만 진정한 차세대 인터넷 망으로써 그 임무를 수행할 수 있을 것이다. 그러나 아직까지도 속도 이외의 multicast/QoS/mobility/security 분야에 대한 해결책을 제시하지 못하는 상황이므로, 차세대 인터넷 서비스가 범 세계적으로 수용되어지는 시기는 아직까지도 미지수이다.

즉, 진정한 차세대 인터넷망은 단순히 링크의 속도만을 올린다고 이루어지지는 않을 것이며, 그 밖의 주요한 문제를 해결하여야 하는데, 그 시점은 생각처럼 수년내에 이루어지지는 않을 것이다.

참고문헌

- [1] Deering, S. and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6(IPv6) Specification", RFC 2460, December 1998.
- [2] Hinden, R. and S. Deering "IP Version 6 Addressing Architecture", RFC 2373, July 1998.
- [3] Charles Perkins. IP encapsulation within IP. RFC 2003, October 1996.
- [4] Charles Perkins, editor. IP mobility support. RFC 2002, October 1996.
- [5] Charles Perkins. Minimal encapsulation within IP. RFC 2004, October 1996.
- [6] Braden, R., Clark, D., and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", RFC 1633, ISI, MIT and PARC, June 1994.
- [7] Braden, R., Ed., Zhang, L., Berson, S., Herzog, S., and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol(RSVP)-Version 1 Functional Specification", RFC 2205, Sept. 1997.
- [8] Nichols, Kathleen, et al., Definition of the Differentiated Services Field(DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers. RFC 2474. December 1998.
- [9] Blake, Steve, et al., An Architecture for Differentiated Services. RFC 2475, December 1998.
- [10] Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R. and V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", RFC 1889, January 1996.
- [11] Schulzrinne, H., Rao, A., and R. Lanhier, "Real Time Streaming Protocol (RTSP)", RFC 2326, April 1998.

[12] Microsoft Corporation, "Advanced Streaming Format(ASF) Specification", September 1997.

[13] Floyd, S., Jacobson, V., Liu, C., McCanne, S., and Zhang, L., "A Reliable Multicast Framework for Lightweight Sessions and Application Level Framing", ACM SIGCOMM '95.

[14] Lin, John C. and Paul, Sanjoy, RMTP: A Reliable Multicast Transport Protocol, IEEE INFOCOM '96

[15] Koifman, A and Zabele, S, RAMP: A Reliable Adaptive Multicast Protocol, IEEE INFOCOM '96, San Francisco, CA., March 1996.

[16] "A Framework for Multiprotocol Label Switching", R. Callon, P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette, G. Swallow, A. Viswanathan, draft-ietf-mpls-frame-

work-02.txt, November 21, 1997.

[17] "Enhanced Communications Transport Service Definition", D. Y. KIM, draft-kim-jtc1-sc6-ects-04.txt, 30 Jun. 1998.

[18] <http://ccl.chungnam.ac.kr/ECTSP>.



김 대 영

1975 서울대학교 전자공학과(공학사)
 1977 KAIST 전기 및 전자공학
 과(공학석사)
 1983 KAIST 전기 및 전자공학
 과(공학박사)
 1983~현재 충남대학교 전자공
 학과, 정보통신공학
 과 교수, APAN-
 KR NOC 의장, 한
 국통신학회 대전 중
 남지부 지부장

관심분야: 멀티미디어 그룹통신, 차세대 인터넷 기술
 E-mail: dykim@ccl.chungnam.ac.kr

● 제26회 임시총회 및 춘계학술발표회 ●

- 일 자 : 1999년 4월 23일(금)~24일(토)
- 장 소 : 목포대학교
- 문 의 처 : 한국정보과학회 사무국
 Tel. 02-588-9246, Fax. 02-521-1352
<http://kiss.or.kr>
 E-mail : kiss@kiss.or.kr