대역예약 프로토콜(RSVP) 기술

Resource Reservation Protocol

허충호(C. H. Hur)　　컴퓨터연구단 사업개발실 선임연구원

ATM망이 백본으로 구성되고 여기에 라우터들이 접속된 통신망 환경 또는 인접한 라우터간에 ATM망이 접속된 통신망 환경에서, 자원예약 프로토콜의 일종인 RSVP(resource reservation protocol)를 지원하기 위해 필요한 사항들을 검토한다. 수신측에서 보낸 예약 메시지를 ATM망에서의 리소스 확보방식과 RSVP 자원예약을 실시하는 환경에서 가상 커넥션을 설정하는 방식에 대한 내용을 다룬다.

I. 서 론

IP 프로토콜이 "사용자-망 접속"형태로 구성된 라우터에서는, 기본적으로 통신시에 서비스 품질(QoS) 설정에 대한 기능을 갖지 않는다. 즉, IP 프로토콜 자신은 QoS 설정을 위한 파라미터를 갖고있지 않기 때문에 QoS 설정 파라미터를 가진 ATM과 "사용자-망"을 연결할 때에는 네트워크 전체에 대한 QoS를 고려하여야 한다. 이를 위한 방안으로 단-대-단(end-to-end)간에 IP의 상위 프로토콜로 QoS 설정 기능을 가진 RSVP(resource reservation protocol)가 최근에 표준화로 제안되어 개발중이다. 본 고에서는 IP 라우터와 ATM망이 접속한 인터넷 환경에서 RSVP를 실행시, IP 라우터에서 필요한 기능들과 기술 개발동향을 분석하였다.

RSVP의 기본 기능은 단말과 라우터가 협력하여 단-대-단 간의 전송대역을 확보하는 기능을 제공하며, RSVP와 접속한 라우터에서는 대역 확보에 대한 기능을 갖는다. 프로토콜을 처리하는 모듈은 트래픽 관리 모듈을 제어하여 응용 계층과 대역 확보를 실시한다. 이러한 기능을 사용하는 분야는 ATM만이 아니다. 사용자들이 ATM을 널리 이용하지 않는 이유중의 하나는 라우터 에서의 패킷 우선전송 기능과 RSVP에서의 QoS 설정이 가능하기 때문이며, 또 다른 이유는 이더네트 스위치와 100M 이더네트, 기가비트 LAN 등 기존 LAN의 성능이 향상되고 있기 때문에 상대적으로 값이 비싸고 설치와 운영이 복잡한 ATM에 대한 필요성이 적기 때문인 것이 대부분의 개발자와 사용자들의 공통된 생각이다. 실제로 네트워크 분야의 전문가와 개발자들이 이들 통신망에 대한 실제 전송속도를 실험한 결과, 이더네트(Fast Ethernet, gigabit LAN)이 ATM보다 높은 전송속도를 보이고 있어 앞으로의전망은 ATM이 고속 LAN(fast ethernet, gigabit LAN)등의 다른 기술로 대치될 가능성이 많다. 또 다른 이유로는 지속

적인 표준화 작업 진행에도 불구하고, 대부분의 ATM 사용자들이 기존의 사용하고 있는 네트워크와 ATM을 통합할 수 있는 적당한 방법을 찾지 못하고 있기 때문이다. 현재, ATM상에서 LAN으로 데이터 트래픽을 보내는 프로토콜에는 ATM 포럼의 "LAN emulation(version 1.0)"과 IETF의 "IP over ATM(RFC1577)"등 2가지가 존재한다. 즉, ATM을 이용할 수 있는 인터네트워킹은 2가지 방법이 있는데, 하나는 ATM 포럼이 중심이 된 "LAN emulation"이고, 다른 하나는 IETF에서 논의되고 있는 ATM 네트워크 상에서 동작하는 "IP over ATM"이다. 후자는 "native mode ATM"이라고도 한다. 이러한 방법은 기존에 있는 인터네트워킹 프로토콜을 ATM 네트워크상에서 이용하는 것이 목적이다. 따라서, 기존 네트워크과의 상호운용에 대한 보장이 ATM 채택시 아주 중요한 문제이다.

native mode ATM과 LAN emulation의 차이는 다음과 같다. native mode ATM은 IP와 IPX 등의 네트워크층 프로토콜이 직접 ATM상에서 동작하는 것이며, LAN emulation은 네트워크층 프로토콜과 ATM 프로토콜간에 Ethernet 등 기존 LAN의 데이터 링크층에 있는 MAC 프로토콜을 변경하지 않고 ATM에서 통신할 수 있도록 조정하는 것이다. 이들에 대한 내용과 최근의 기술 동향을 기술한다.

II. LAN Emulation

ATM상에서 LAN 통신을 실시하는 방법중의 하나인 LAN emulation은 ATM 포럼에서 '95년에 스펙 작성이 종료되어, 프로토 타입을 제공하고 있다. LAN emulation에 따라 ATM 네트워크상에서 기존의 LAN 애플리케이션을 쉽게 이용할 수 있으며, VLAN (virtual LAN)도 실현할 수 있다. 그러나 현 단계의 스펙은 LAN 세그먼트간 라우팅 등에 대한 기술사항이 없기 때문에 개발자가 독자적으로 수정하여 사용하는 것이 대부분이다.

'95년초에 발표된 ATM 포럼의 "LANE(LAN emulation) 버전1.0"에 기술된 LANE은 ATM을 이용하는 인터네트워킹 방법중의 한 가지이다. 1 : 1 통신을 기본으로 하는 ATM 네트워크에서, 기존 LAN의 응용계층이 동작하려면, LAN의 특징인 브로드캐스트 기능이 필요하다. ATM 포럼에 나타난 LANE 스펙은 ATM 네트워크과 연결되는 기기에 필요한 기능들을 정의하고, 그들 간에 데이터를 주고 받는 것을 기술하고 있다. LANE은 지금까지는 개념들만 선행되어 왔으나 현재 관련 제품이 나오고 있다.

1. ATM에서의 고속 Virtual LAN 실현

LANE은 기존 LAN을 이용하여 VLAN(virtual LAN)을 구성하고, 고속 통신로를 제공하는 백-본의 성능을 향상시키는 것이다. LANE은 ATM 교환기에 접속된 브리지의 LAN 포트를 논리적으로 분할하는 기능을 한다.

LANE에 따르는 LAN을 ELAN(emulated LAN)이라고 한다. 그리고 VLAN(virtual LAN)은 ELAN과 같은 의미로 사용한다. VLAN은 현재 보급되어 있는 인터네트워킹 프로토콜을 ATM 네트워크상에서 활용할 목적으로 개발되었으며 LANE Protocol(LAN emulation protocol)을 사용한다.

LANE 프로토콜은 Ethernet, Token-ring을 ATM 네트워크상에서 동작하도록 한다. LANE 프레임은 Ethernet, Token-ring 프레임에 2바이트의 LANE헤더를 첨부한 것이다. 그 결과는 기존 LAN에 접속된 사용자들 간에 ATM 망을 백본으로 하는 통신과, 사용자가 직접 ATM 인터페이스를 이용하여 ATM 망과 접속하는 두가지 형태의 통신이 가능하다. LANE 프로토콜은 네트워크층의 상위 프로토콜을 데이터 링크층에 위치한 LAN의 MAC 프레임에 전송하는 서비스 인터페이스를 정의한다. 그러나 Ethernet의 CSMA/CD와 Token-ring의 Token passing에 따라 MAC 프로토콜이 동작하는 것이 아니며, 네트워크층의 상위 프로토콜을 변경하여 고속 ATM 통신을 실시하는 것이다.

2. LAN Emulation

LANE은 클라이언트와 3가지 서버에서 실시한다. LANE의 기능적 구성 요소에는 클라이언트와 서버가 있다. 구체적으로는 통신을 실시하는 LEC(LANE Client)와 이 통신을 유지 및 관리하는 LANE 서버가 있다. LANE 서버에는 LECS(LAN emulation configuration server), LES(LAN emulation server), BUS(broadcast and unknown server)등 3가지 종류가 있다. 각 서버의 구분은 기능적으로 다르다.

LEC(LANE client)은 워크스테이션과 브리지, LAN 스위치 등 ATM 카드를 내장한 단말 시스템이다. LEC는 데이터 전송을 목적으로 MAC 어드레스에서 ATM 어드레스를 취득하여 LW ARP(LAN emulation ARP)를 실시한다. 상위의 네트워크층에 대해서는 MAC 프로토콜 인터페이스를 제공한다.

3. 서버 기능 설치장소

서버 기능 설치 장소에 대한 규정은 없다. 3가지 서버 기능은 ATM 망과 접속한 워크스테이션에 설치한 것과 라우터와 브리지(LAN switch)에 설치한 것이 있다. 설치 장소에 대해서는 포럼에서는 아무런 규정이 없으나, 실제의 제품에서는 라우터와 LAN 스위치에 설치한 것만 있고, 워크스테이션에서 동작하는 LANE 서버에 대한 소프트웨어는 보이지 않는다.

3종류의 서버 기능을 구체적으로 살펴보면, LES는 LE ARP를 제어하고 주로 MAC 어드레스에서 ATM 어드레스로 매핑을 실시한다. ELAN 하나에 대해, 하나의 논리적인 LES가 존재한다. BUS는 행선지가 불분명한 트래픽과 멀티캐스트 트래픽, 브로드캐스트 트래픽을 세그먼트내의 LEC에 전송하는 멀티캐스트 서버이다. 하나의 ELAN에 대해서 하나의 BUS가 존재하여 전체 LEC와 논리적으로 연결된다. 3번째 LECS는 각각의 LEC를 특정 ELAN에 기입하는 기능을 갖는다. LECS는 LEC에 대해 LES의 어드레스 외에 emulation하는 LAN 타입(Ethernet, Token-ring), 전송하는 최대 프레임 길이, ELAN 명을 알린다. 관리 도메인(LAN emulation을 실행하는 물리적인 망) 하나에 대해 논리적으로 하나의 LECS가 존재하고, ELAN 전체의 LEC에 서비스를 제공한다.

III. IP over ATM

기존의 IP 네트워크에 ATM을 연결하는 또 다른 방법으로 “IP over ATM”이 있다. 이는 IP 네

트워크 외에는 적용할 수 없다는 단점이 있으나, 다른 방법에 비해 구성이 간단하고 높은 성능을 얻을 수 있다는 이점이 있다. 새로운 방법에 대한 개발이 진행되고 있으나, 당분간 이용 가능한 해결 방법으로 IP over ATM을 선호하고 있다. 표준화의 진전에도 불구하고, 많은 ATM 이용자들이 기존 네트워크와 ATM을 통합하는 적당한 방법을 찾아내지 못하고 있다. ATM상에 LAN 데이터 트래픽을 보내는 프로토콜에는 IETF의 "IP over ATM (RFC1577)"과 ATM 포럼의 "LAN emulation(version 1.0)" 등의 2가지가 존재한다는 것은 이미 앞장에서 기술하였다. LAN emulation은 앞장에서 언급한 바와 같이 MAC층에서 동작하며, 응용계층에 변경을 가하여 Ethernet 또는 Token-ring이 ATM망에서 동작하는 것에 반하여, IP over ATM의 경우에서는, ATM 망에 IP 트래픽을 흐르도록 한다. LAN emulation도 IP 네트워크에서 동작하지만, IP 프로토콜을 사용할 경우에는 IP over ATM이 더 높은 성능을 얻을 수 있다. IP over ATM의 이용이 가능하면, IP 환경에서 고성능을 얻을 수 있어, 기존 ATM 망에서 유용하게 이용할 수 있다. 대부분 ATM 어댑터와 ATM 매핑 라우터 등은 RFC1577을 지원하며, 상호 운용성 시험 결과에 따라 다른 메이커가 개발한 제품간에도 호환성을 보장할 수 있다. IP over ATM은 일반적인 망과 백-본 망에서 이용한다. 양쪽에서는 모두 IP 프로토콜을 사용하며, IP over ATM은 기존의 프로토콜(TCP, UDP 등)과 응용계층(WWW, FTP, NFS 등)을 ATM에서 직접 지원할 수 있다.

1. IP Address/ATM VC 매핑

IP over ATM의 가장 좋은 점은 단순화이다. 비연결형(connectionless)형태의 데이터그램 프로토콜인 IP가 연결형(connection)형태의 ATM망에서 동작하려면, IP 어드레스를 ATM 어드레스 혹은 VC 식별자와 매핑시켜야 한다.

PVC 망에서는 IP 어드레스를 VC에 매핑시킨다. 사용자는 각 단말의 로컬 어드레스 테이블을 설정하여, VC가 ATM 망의 각 IP 어드레스와 매핑되도록 지정한다. 이러한 방법은 어드레스 테이블을 수동적으로 유지, 관리하여야 하기 때문에, 소규모 망 이외에는 관리가 어렵다. 그러나 현재의 대부분의 ATM-WAN에서는 PVC 외에는 지원을 하지 않기 때문에 ATM 망에서는 이 방법 이외에는 다른 대안이 없다.

IP 패킷은 AAL5의 PDU로 운용되며, 각 PDU는 1) LLC/SNAP 헤더 2) 데이터 3) AAL5 trailer로 구성한다. IP over ATM의 패킷 길이는 디폴트값이 9,180 바이트이다. 즉 이는 Ethernet, Token-ring, FDDI, SMDS의 각 패킷을 분할하지 않아도 된다. 패킷 길이가 클 경우에는 파일전송 성능이 향상되기 때문에, 서브넷에서 전체의 단말은 커다란 길이를 갖는 AAL5의 최대 패킷 길이인 64K 바이트를 사용한다.

SVC에서 단말은 IP 어드레스를 ATM 어드레스와 VC에 자동 매핑되도록 한다. 각 LIS(logical IP subnetwork)에는 ATMARP 서버가 필요하다. ATMARP 서버는 기존 LAN에서 ARP와 같은 기능을 ATM상에서 실시하며, 각 LIS를 ATM 어드레스와 매핑시 데이터베이스를 관리한다. SVC를 사용하는 IP over ATM 망에서 LIS내의 각 단말은 자기 자신을 등록하여야 하기 때문에, 먼저 ATMARP 서버에 ATM 커넥션을 설정한다. 단 RFC1577은 ATMARP 서버의 어드레스 검출 방

법을 정의하지 않았기 때문에, 보통 수동적으로 설정한다. ATMARP 서버는 호출을 받으면, calling측 단말에게 반대로 ATMARP 요구를 보내고, calling측 IP 어드레스 정보를 로컬 어드레스 테이블에서 관리한다. 테이블은 최근의 상태를 유지하며, 필요한 사이즈로 최소화한 다음, 서버는 주어진 시간 동안만 참조한 후 어드레스 엔트리를 삭제한다.

2. IP 패킷의 라우터간 전송

IP over ATM을 이용할 때, 기존에 사용하고 있는 라우터는 변경하지 않는다. 패킷은 종전의 IP 형태로 라우팅한다. 즉, 송신자에서 라우터로 전송되어, 다음 라우터에서 다음 라우터로 그리고 최종 목적지인 수신자에게 도달할 때까지 전송을 반복한다. 이 도중에 IP 헤더, 상위층 프로토콜, 데이터는 기본적으로 변하지 않는다. MAC층 캡슐화는 각 라우터에서 hop-by-hop시 개별적으로 헤더 타입을 두는 것과는 대조적이다. IP는 ATM을 단순히 하나의 서브넷 형태로만 본다. 그렇기 때문에, 사설망 백본에서 쉽게 ATM으로 가입할 수 있다. 망의 ATM 부분과 비 ATM 부분으로의 송신은 라우터를 경유하게 된다. 각 LIS내에서 시스템 형태는 point-to-point의 VC로 통신한다. IP 패킷은 ATM 망에서 AAL5 PDU에 캡슐화된다. PDU중의 ATM 셀은 ATM 망의 스위치를 경유하여 전송되며, ATM 망을 건너 상대방 단말에서 다시 IP 패킷으로 조립한다. IP에서 보면 ATM망은 경유하는 ATM 스위치 수가 많지만 단일 hop으로 보인다. 이것은 회선상에 있는 교환기, 다중 장치들의 수와는 무관하고, 라우터가 통신회선을 한개의 hop으로 보기 때문이다.

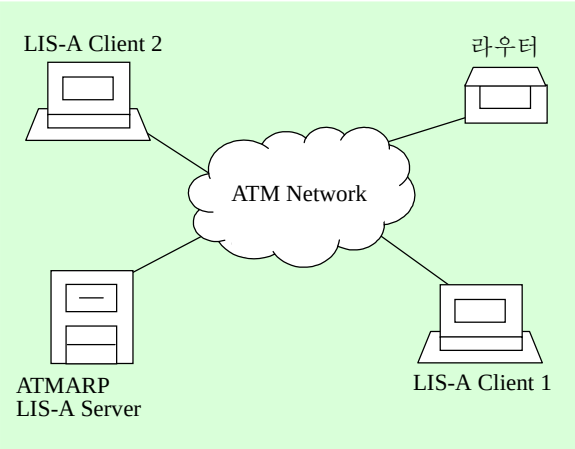
3. IP 서브넷 구성의 자유도 개선

ATM 망은 point-to-point형태 혹은 point-to-multipoint형태의 VC로 구성된다. 이 VC에서는 거리 제한이 없다. 기존 LAN에서 IP 서브넷이 지리적으로 제약을 받는 것과는 그 형태가 다르다. 즉, ATM 단말에서 point-to-point 구성으로 2대 이상의 다른 단말과도 통신이 가능하다는 것을 의미한다. 이 경우, 서로 상대방의 트래픽을 인식할 필요가 없다. 동일한 물리 미디어에서의 서브넷은 이렇게 분리하며, 복수의 논리 서브넷에서는 하나의 어댑터로 종료시킨다. 즉, 복수의 Ethernet 어댑터를 하나의 ATM 어댑터로 대치한다. 100BASE-T 어댑터에서는 이것이 불가능하다. ATM망의 LIS는 사용자 요구를 근거로 사설망 백본과 인터넷의 위치를 묻고, 단말과 라우터를 임의로 구성할 수 있다. 망 관리자는 서브넷에 데이터 속도와 QoS 보증을 위한 기능을 설치하여 대역폭을 제어할 수 있다.

4. SVC 통신의 핵심

SVC 통신의 요점은 ATMARP 서버에 있다. 다음은 ATM 망의 접속을 IP over ATM 망에서 연결한 형태를 보인다(그림1).

LIS(IP subnet)-A 클라이언트 1이 같은 LIS-A 클라이언트 2에 데이터를 송신할 때, 클라이언트 1의 IP over ATM 소프트웨어 모듈은 먼저 ATMARP 요구를 ATMARP 서버로 송신한다. 서버는 클라이언트 2의 IP 어드레스를 테이블에서 검색하여 대응하는 ATM 어드레스을 클라이언트 1로 리턴한다. 클라이언트 1은 이 ATM 어드레스를 사용하여 클라이언트2와의 사이에 SVC를 설



(그림 1) IP over ATM의 커넥션 설정 절차

정한다. 클라이언트 2에서는 IP 패킷을 클라이언트 1로 대응할 때 동시에 ATMARP 서버에게 요구와 응답을 전송한다. 클라이언트 2는 클라이언트 1의 ATM 어드레스를 수신하고, 호 설정 시 이를 검출하여 별도의 호를 설정하지 않는다. 양쪽의 클라이언트는 접속을 인식하면, IP 표준 프로토콜을 사용하여 직접 SVC에서 통신을 실시한다. 파일 서버와 전자메일 서버의 커넥션 수는 클라이언트 수에 따라서 단시간에 수백개를 초과하기 때문에, 일정시간 (디폴트는 15~20분)이 지나면 사용하는 VC를 자동으로 삭제한다.

5. LIS간 통신 방법

IP over ATM 프로토콜은 ATM망의 LIS에서 동작하도록 정의되어 있다. 이 제한을 없에는 작업이 진행 중이며, LIS간 통신에는 2종류가 있다. 서로 다른 LIS의 ATM 단말 2대가 통신시, 각 서브넷에는 1개의 ATMARP 서버가 필요하며, 1개의 ATMARP 서버는 복수의 LIS를 구성할 수 있다. 임의의 LIS의 단말이 다른 별개의 LIS에 존재하는 단말에 IP 패킷을 전송할 경우, 송신측 IP 소프트웨어는 목적지의 어드레스가 “off net”(자기 네트워크 범위 밖)에 있는 것을 인식하게 되면, 패킷을 LIS의 디폴트 게이트웨이(라우터)로 전송한다. 이에따라 라우터는 ATM 어드레스를 검출하기 위해 ATMARP 요구를 송신하면, 송신측에서 라우터에 대한 호를 설정한다.

라우터는 송신측에서 IP 패킷을 수신하고, ATMARP 요구를 송신하며, 목적지 단말의 ATM 어드레스를 검색한 다음, 목적지에 호를 설정한다. 이러한 절차에 따라 ATM 망에는 2개의 VC가 설정된다. 하나는 송신측 단말에서 라우터의 ATM 인터페이스로, 다른 하나는 라우터에서 목적지 단말이다.

송신측의 단말이 IP 패킷을 셀로 분할하여 ATM 망으로 전송하고, 라우터에서 다시 패킷을 조립한다. 라우터는 IP 패킷의 헤더 정보에 따라서 전송 경로를 결정하고, 다른 하나의 VC로 송신하기 위해 다시 패킷을 분할하여 최종 목적지의 단말로 송신한다. 이 경우, 구내 ATM 망과 WAN 등 망 종류가 다른 부분은 security filtering 기능을 제공할 수 있다. 그러나 보안 문제가 없을 경우는 ATM의 고속성과 저지연 특성을 발휘할 수 있다. 파일서버등 자원을 제공하는 시스템은 복수의 LIS를 멤버로 한다. 단말은 자주 사용하는 자원과 동일한 LIS에 속한다. 라우터를 바이패스하면 불필요한 hop을 줄이고, 고성능을 얻을 수 있다. 망관리자는 분리된 서브넷에 응용계층을 매핑시켜 응용 계층에서 QoS, 우선순위, throughput를 설정할 수 있다.

6. 라우팅 제한을 없애는 기술

IP over ATM은 단일 서브넷에서는 정상적으로 동작하나, 복수의 ATM망이 존재하는 IP 서브넷에서는 트래픽을 스위칭할 수 있는 방법이 없다. 현재 IETF에서는 ATM, 프레임 릴레이, SMDS를 포함한 대규모 망에서의 IP 라우팅 방법을 연구중이다.

ATM 포럼의 MPOA(Multi-Protocol over ATM) 그룹은 ATM에서 멀티-프로토콜(IP, IPX/SPX, Apple talk 등)을 라우터를 통해 전송하는 방법을 연구하고 있다. 결과는 "routing database"를 ATM에서 VC 설정시에 이용하기 때문에, ATM망에서 최적 라우팅이 가능하다. 현재 검토하고 있는 제안 사항에는 IETF에서 연구중인 NHRP가 있는데 이것은 ATMARP 방식과는 다르다. 목적지 IP 어드레스와 매핑되는 ATM 어드레스(ATM망 단말인 라우터의 ATM 어드레스)를 탐색할 때까지, ATM 어드레스 해결 요구를 ATM 라우터에서 ATM 라우터로 전송한다. 작업중인 분야에는, ATM의 IP 멀티캐스트가 있다. 현재 IP 멀티캐스트를 사용하는 여러종류의 응용서비스와 프로토콜이 있다. ATM 포럼의 LAN Emulation은 멀티캐스트 서비스는 포함하지만, RFC1577에서는 이러한 기능을 포함하지 않는다. IETF는 현재 멀티캐스트 어드레스 해결 프로토콜에 대한 사항들을 작업중이다.

IV. ATM과 인터넷의 공존가능성

ATM 전문 전람회 "ATM Year '97"에서는 "TCP/IP와의 인터페이스"에 대한 논의가 중점적으로 이루어 졌는데, 그 중에서 인터넷 환경에서 ATM과 비슷한 역할을 하는 것이 무엇인가에 대한 논의가 집중되었다. 특히, 통신품질(QoS: qualitiy of service)을 ATM과 IP중 어느곳에서 실시할 것인가에 대하여 많은 논의가 있었다.

1. ATM 사용에 대한 비판

미국에서는 ATM이 사용자들에게 잘 알려진 기술이 아니며, 그 이유중의 하나가 Ethernet 스위치와 100M Ethernet, HIPPI등, 기존 LAN에서 발달한 기술이 계속 등장하기 때문에 ATM에 대한 필요성이 많지 않은것이 대부분의 공통된 의견이다. 향후의 전망을 보면, ATM이 다른 기술과 대치될 가능성도 그다지 높지 않다. ATM은 단지 대체 가능한 하나의 하위 프로토콜로 취급될 것이라고 IP 개발자들은 보고 있으며, 2000년에는 IP가 100Mbps Ethernet, SONET, HIPPI, Fibre Channel, ATM등의 상위층에서 동작할 것이라고 전망한다. ATM 개발자들의 의견도 대부분 ATM이 만능이라고는 생각하지 않고 있으며, 2000년에 ATM이 성공한다고 하여도 품질과 망 종류는 ATM과 비ATM이 혼재할 것으로 전망한다.

2. IP와 ATM의 QoS 비교

ATM은 개발 초기부터 QoS를 의식하여 설계되었으나, IP 상위의 RSVP와 RTP 등, 저비용과 고효율의 QoS를 지향하는 프로토콜이 개발되고 있다. 여러가지 개별적으로 진행되고 있는 프로토콜을 상호 연동하는 사항들이 보고되고 있는데, 미국의 장거리 전화회사 Sprint에서는 ATM과 RSVP의 QoS 기능을 연계하는 "RSVP over ATM"

시제품을 만들어 Gbps급의 "MAGIC"에 설치하겠다는 계획을 발표하고 있다. 일반적으로, RSVP와 ATM의 효과적인 연계는 그다지 간단하지 않다. 이것은 이들 프로토콜의 특성이 서로 다르기 때문인데, "RSVP가 receiver-oriented 형태의 프로토콜인데 반하여, ATM은 sender-oriented 형태의 프로토콜이기 때문이다". 즉, 양측 프로토콜의 정합성을 높이려면, 현재의 RSVP와 ATM을 개량할 필요가 있음이 지적되고 있다. 따라서, IETF에서는 "ISSLL"이라는 워킹그룹을 '96년 4월에 결성하여 RSVP over ATM에 대한 검토를 시작하였다.

V. ATM에 차세대 고속라우터를 설치

미국의 Ipsilon에서는 '96년 중반에 IP스위치 ATM1600을 발표하였는데, IP스위치 ATM1600은 ATM 스위치와 IP 전용 라우터를 결합하여 하나로 단일화시킨 것이다. 기능은 라우팅 외에 패킷 전송 기능을 ATM 스위치에서 고속화시킨 것이다. Cisco에서도 새로운 고속화 기술을 내놓고 있다. 독자적인 고속화 기술은 "NetFlow Switch"이며, IP스위치 등장 직후에 발표되었고, IP의 통신에 커넥션 절차를 넣어 패킷 전송처리의 효율화, 고속화를 실시하는 방법이다.

1. MPOA를 채용하지 않은 입실론

입실론의 IP 스위치 1600에 많은 주목이 집중되고 있다. 이는 지금까지 표준화 조직에서 검토한 라우터를 고속화시키는 방법과는 다른 독자적인 방법을 채택하고 있기 때문이다. IETF에서는 차세대의 라우팅 방법으로 "NHRP," ATM 포럼에서는 "MPOA"를 표준화하고 있다. 이들의 공통점은 ATM망 내부의 단말에 라우터를 삽입시켜 직접 ATM 커넥션과 결합하도록 한 것이다. 그러나 NHRP와 MPOA는 구성이 복잡하여, 처리에 대한 오버헤드가 많은 것이 문제점으로 지적되어, NHRP와 MPOA와는 별도의 해법을 제안 중이다.

2. 라우터는 펜티엄 PC

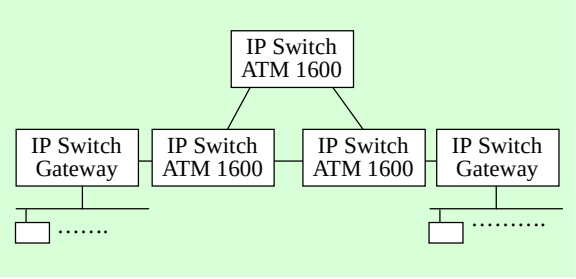
IP 스위치 ATM 1600의 특징은 통신 도중에 라우터 부분에서 프로세싱을 세그먼트, ATM 스위치에서 이를 최단 거리화하여 전송속도를 고속화하는 것이다. 여기서 최단 거리화는 가까운 근접거리를 찾는 것이다.

입력 패킷은 라우터로 전송되지 않고, ATM 스위치에서 출력 포트로 중계된다. 단말에서는 IP 스위치의 최단 거리화 처리 과정과 ATM 스위치 처리 과정이 보이지 않기 때문에, 단말은 기존의 IP 라우터망을 이용할 때와 동일하게 인접한 IP 스위치(IP 라우터)에게 IP 패킷을 송신한다. 상대측 단말의 물리층 어드레스(ATM 어드레스)를 얻을 필요가 없다. 라우터는 경로 계산과 패킷 전송에 필요한 처리를 소프트웨어로 처리한다. 이에 비해, ATM 스위치에서는 하드웨어로 패킷을 전송(cell 전송) 처리한다. 처리가 지연될 경우에는 소프트웨어 부분을 분산 처리하여 전송 처리를 고속화한다. 라우터의 실체는 펜티엄을 실장한 PC이다. 여기에서는 라우터 소프트웨어를 가동시켜, ATM 스위치와 접속한다. 펜티엄을 채택한 이유는 2배의 성능향상이 가능하기 때문이며, 성능향상에 필요한 기간 단축이 ATM 스위치의 성능향상과 신속히 일치시킬 수 있기 때문이다. ATM 스위치의 처리속도는 몇년 후에는 지금의 5~10배로 향상될

것이다. 이렇게 IP스위치 소프트웨어의 처리속도를 높일 수 있기 때문에, 앞으로도 대폭적인 처리속도 향상을 기대할 수 있는 CPU를 채택한다.

3. RFC에서 공개한 IP Switch 프로토콜

IP 스위치 망을 구성하는 기기는 ATM1600 이외에도 2가지 종류가 있는데, IP 스위치 게이트웨이 "와 "IP 스위치 소프트웨어를 탑재한 ATM단말이 있다. IP 스위치 게이트웨이는, ATM 1600과 Ethernet을 결합한 라우터로서, ATM과 Ethernet의 포트를 갖는다. IP스위치 망에서는 인접한 기기간에 독자 프로토콜을 주고받는다(그림2).



(그림 2) Ipsilon의 IP 스위치 구성

독자적인 프로토콜은 IP 어드레스와 ATM의 가상채널 번호를 주고 받는 프로토콜 (IFMP: ipsilon flow management protocol)이다. 그 이외에, 라우터에서 ATM 스위치에 발송하는 설정명령(GSMP: generic switch management protocol)과 IP 패킷을 ATM에 전송하는 기능을 트래픽 종류로 규정한 패킷 포맷("The Transmission of Flow Labelled IPv4 on ATM Data Links")도 정의하고 있다. 현재 IP 스위치는 ATM 스위치를 하드웨어로 채택하고 있다. 그러나 입실론은 IP 스위치의 스위칭 부분을 ATM 스위치에다 한정시키는 방법을 채택하지 않았다. 앞으로 프레임 릴레이와 Ethernet 스위치에 매핑시키는 IP 스위치가 등장할 가능성이 많다. 또, IFMP는 RFC1953, 패킷 포맷은 RFC1954로 공개되고 있다. 앞으로, 이러한 IP 스위치에 프로토콜을 설치한 ATM 기기가 개발될 전망이다.

4. 응용 계층별 처리판단

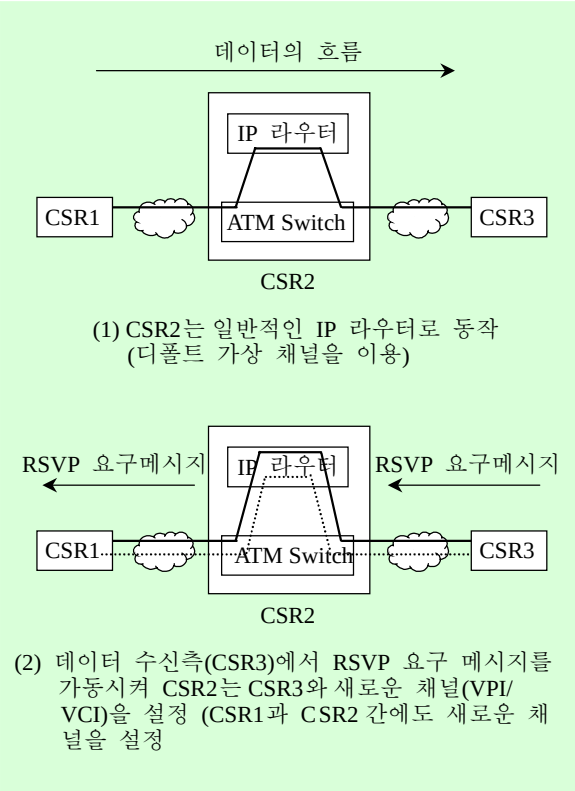
IP 스위치에 입력된 패킷은 ATM 인터페이스를 경유하여 라우터로 넘겨진다. 라우터는 패킷 경로를 결정하여 해당 포트로 출력한다. 이 때까지는 보통의 라우터와 동일하다. 라우터는 이들을 세그먼트하여 입력 패킷의 종류를 판단한다. 트래픽량이 많지 않은 통신에서는 세그먼트에 걸리는 시간이 오버헤드가 되지 않지만, 전체의 통신흐름 측면에서 볼 때에는 처리가 지연될 가능성이 있다.

데이터 통신이 장시간 연속되지 않는 프로토콜, 예를들면 전자메일 프로토콜(POS3 & SMTP)과 망 관리 프로토콜(SNMP)의 패킷은 세그먼트를 실시하지 않는다. 세그먼트를 실시하는 응용 계층에는 파일전송(FTP)과 WWW access(HTTP), Telnet 등이 있다. 응용 계층의 종류는 패킷에서 얻는다. 즉, TCP 패킷과 UDP 패킷의 헤더부분에 저장되어 있는 목적지의 포트 번호로 식별한다. 포트 번호는 상위 프로토콜과 매핑함으로써, 응용 계층을 지정할 수 있다.

5. ATM 스위치와 공존하는 CSR

CSR(cell switch router)은 ATM 스위치에서 최단 거리화를 실시하는 라우터이다. 내부적인 구성

은 IP 스위치 ATM 1600과 동일하나, CSR간에서 실행되는 프로토콜의 스펙이 서로 다르다. IP 스위치 ATM 1600과 다른점은 2대의 CSR간에 "ATM망" 연결이 가능하다는 점이다(그림 3). IP스위치에 비하여 망 설계에 대한 자유도가 높다고 할 수 있다.



(그림 3) 셀 스위치의 라우터 구성

ATM망이 개입된 경우에는 CSR과 CSR간에 ATM 커넥션을 길게 할 필요가 있다. CSR에서는 이 커넥션을 고정적으로 설정(PVC: permanent virtual circuit)하기도 하고, ATM의 호설정 순서를 이용하여 다이나믹하게 설정(SVC: selective virtual circuit)하기도 한다.

후자인 경우에는 CSR에 입력된 IP 패킷에서 선행 IP 어드레스의 IP over ATM 방식을 이용하여 송신측 CSR의 ATM 어드레스를 얻는다. 그러나 SVC 동작시에는 커넥션 확립에 대한 처리가 발생하므로, 최단 거리화를 실행하기까지 처리 시간이 길다. IP 스위치와 다른점은 최단 거리화를 실시하기 위해 송신측의 CSR 프로토콜의 가동을 RSVP가 지원한다. RSVP는 데이터 수신측이 송신측에게 QoS 요구를 보낸다. 이 요구를 송신측이 수신하면, 그것을 동작시켜 CSR 프로토콜을 가동한다. 업체에서는 '97년 가을 ATM 스위치 확장 옵션으로 CSR을 출하할 예정이다. 초기 버전에서는 RSVP를 지원하지 않았으나, 앞으로는 RSVP 기능을 소프트웨어에 설치할 예정이다. 그러나, 셀 스위치 라우터에서 해결하여야 할 문제로 TTL(time to live) 문제가 있는데, 이는 IP 패킷의 헤더에 경로 정보를 넣어, 앞서 처리된 IP 어드레스까지 통과한 라우터의 수를 표시한 것이다. 일반적으로 라우터에서는 IP 패킷을 전송할 때 이 TTL값을 줄여서, 경로 장애(예: 무한 루프 발생)시 트래픽 증가를 방지한다. 셀 스위치 라우터에서는 최단 거리화에 라우터 처리를 실시하지 않는다.

6. ATM을 사용하지 않는 NetFlow 스위치

Cisco의 NetFlow 스위치는, ATM을 사용하지 않고 라우터를 고속화하는 방법을 사용한다. 여기에서는 기본적으로 커넥션에서의 처리 정보를 캐쉬화한 것이 특징이다. 입력 IP 패킷의 IP 어드레스와 포트 번호를 읽어 이것을 하나의 커넥션으로 하고, 캐쉬에는 커넥션과 그 커넥션에 대한 정보

를 저장한다. 저장한 정보에는, 그 커넥션의 경로 정보와, 접속 리스트 등이 포함되어 있다. 캐쉬에 등록된 커넥션에 흐르는 패킷은 순식간에 전송할 수 있다. 이 방법은 라우터의 내부 버스가 bottleneck인 경우에는 효율적인 해결 방법이 아니다. 라우터의 종류는 많으나, 개개의 인터페이스 카드를 고속의 공유 버스와 접속, 그 버스를 경유한 인터페이스 카드간에 패킷을 전송한다. 156Mbps의 고속카드를 삽입, 구성하여 throughput를 확보하는데, 여기에는 고속의 공유버스를 탑재, 공유버스를 이용하는 메커니즘이 필요하다.

7. ATM의 QoS설정

ATM에서는 QoS를 설정하지 않는다. QoS 보증은 사용자-응용계층이 망에 요구하는 "품질"을 망에서 보증하는 것이다. QoS 보증 실시는 ATM 스위치와 라우터 등의 네트워크 노드가 가진 트래픽을 제어하는 메커니즘이다. ATM의 특징인 QoS 설정은 IP의 상위 프로토콜에서 실시하기 때문에, IP 망을 구성할 때 ATM의 존재가 상대적으로 적어지는 점을 부인할 수 없다. 이러한 추세로 볼 때 라우터-망의 고속화를 그대로 ATM 망으로 이행하려는 시나리오는 신중히 고려되어야 한다.

8. RSVP의 QoS설정

사용자-망 인터페이스로 구성된 라우터에서, IP 프로토콜은 기본적으로 서비스 품질(QoS)을 설정하는 기능이 없다. IP 프로토콜 자신은 QoS 설정 파라미터를 갖지 않기 때문에, QoS 설정 파라미터를 가진 ATM을 사용자-망과 접속하려면, 망 전체에 대한 QoS 를 고려하여야 한다. 이러한 요구에 따라 최근 단-대-단(end-to-end)간에 QoS를 설정하는 기능을 IP의 상위 프로토콜에서 실시하는 RSVP가 개발되었다. RSVP의 기본 기능은 단말과 라우터가 협력하여, 단-대-단 간의 전송대역을 확보한다. RSVP와 매핑하는 라우터는 대역확보 기능을 갖는다. 프로토콜 처리 부분이 트래픽을 관리하는 부분을 제어하며, 응용 계층과 대역 확보를 실시한다. 이 기능들은 ATM만을 전제로 하지 않기 때문에 라우터가 가진 패킷 우선전송 기능과 RSVP가 가진 QoS를 보장하는 것은 불가능하지 않다.

VI. 멀티미디어화를 위한 TCP/IP의 대역관리용 프로토콜

IETF에서는 멀티미디어 데이터 통신 기술을 발전시키는 새로운 기술로 TCP/IP를 위한 대역관리 프로토콜인 RSVP를 개발하였는데, '95년 9월 미국의 애틀란타에서 개최된 "Networld + Interop" 에서 처음으로 이에 대한 상호접속을 위한 데모를 실시하였다. RSVP는 실시간 통신을 앞당길 수 있는 하나의 해결 방안으로서, 본 프로토콜은 '96년초에 표준화를 대략적으로 끝마치고 '96년 말에 프로토 타입이 등장하였다. RSVP는 동화상과 음성 등을 포함한 실시간 멀티미디어 통신이 가능한 프로토콜이다. 현재 TCP/IP 등 인터넷 관련 통신 프로토콜에 대한 표준화를 진행하고 있는 IETF (Internet Engineering Task Force)에서 스펙을 작성하여, 라우터에 RSVP를 탑재한 프로토 타입이 등장하였다.

1. 상호접속 데모

최초의 데모는 '95년 9월말에 미국 애틀란타에서 개최된 Networld + Interop의 "Solution Showcase"에서 실시되었는데 참가한 업체는 라우터 업체인 미국 Cisco System와 Bay Networks 외에 Intel, Sun Micronics, SiliconGraphics, Starite Networks, Syzygy가 데모에 참가하였다. RSVP를 실제로 이용한 상호접속 데모는 이것이 처음이며, 데모환경은 동일한 망과 서버, 응용 서비스로 구성되며, 클라이언트의 하드웨어 환경도 같다. 차이점은 RSVP의 존재 유무와 동화상의 움직임이다. RSVP를 이용한 동화상은 대역을 확보하였기 때문에 동화상의 움직임이 상당히 자연스럽다.

2. 라우터와 응용계층의 설치

RSVP는 라우터와 응용계층의 소프트웨어에 설치한다. RSVP를 이용하여 주로 대역을 예약하는 부분은 WAN이며, RSVP를 이용할 때는 WAN에 직접 설치하지 않고 라우터를 통하여 매핑시킨다. 라우터는 RSVP를 이용하여 대역을 예약한다. 그러나, Ethernet, Token-ring 등의 LAN은 RSVP 설치를 위한 주된 대역예약이 아니다. LAN은 switching hub와 고속 Ethernet 등의 별도의 고속화가 진행되고 있다. 현재 대역 예약에 대한 필요성은 WAN쪽이 더 높다. Cisco는 "Cisco4500," Bay Networks는 "ASN"에 RSVP를 설치하였다.

3. 목표는 화상회의와 비디오

현재 RSVP를 이용하는 응용 서비스들은 인텔의 TV회의 시스템 "ProShare," Sun의 "NV(Network Video)," Starite의 "StarWorks" 등의 실시간 비디오 통신이다. 여기에는 음성과 동화상을 포함한 실시간 멀티미디어 통신과 응용 계층들이 RSVP와 접속한다. 화상 회의에서 실시간으로 전달이 중요한 데이터인 경우, 데이터 송수신시에 throughput와 지연을 일정하게 유지할 필요가 있다. 이 때, 다른 트래픽의 영향을 받을 경우 안정된 통신 상태를 유지할 수 없기 때문에 영상의 움직임이 늘어지게 되며, 음성도 늘어지게 된다. 따라서 대역폭을 미리 확보하여 통신을 실시하면 움직임에 영향을 받지 않는 동화상과 음성 통신이 변하지 않는 일정한 품질을 통신을 기존망에서 실시할 수가 있다. 실시간을 원하는 응용분야는 멀티미디어 통신에만 한정되지 않으며, 증권회사의 텔레-뱅크 시스템에서는 동화상을 사용하지 않지만, 지연 시간이 적은 데이터를 수신하여야 하는 응용 서비스이다.

4. RSVP용의 미들웨어

안정된 대역을 필요로 하는 응용계층은 직접 RSVP와 연결할 필요가 있다. 응용계층 상에서 사용자가 대역폭을 설정해야 할 경우, 먼저 라우터와 대역을 예약한다. Intel, Sun, Starite 등에서는 응용계층에도 RSVP를 탑재할 계획이며, Syzygy에서는 응용 계층에 관점을 두지 않고 RSVP 요청 처리와 예약 확인을 미들웨어인 "NQSS(network quality of service solution)"에서 제공한다. NQSS는 범용 소프트웨어로 응용계층의 서비스 종류와는 무관하다. NQSS는 기존의 기기에서 응용계층의 서비스로 RSVP를 이용할 수 있다. Starite를 선두로 응용 서비스 업체들과 기술제휴하여 NQSS를 제공하고 있으며, '95년말에는

IBM AIX, '96년에는 윈도용이, Sun Solaris, SGI IRIX에서 이미 설치가 완료되었다.

5. IP Network에서의 RSVP 이용

RSVP는 IP의 상위층에 위치하는 프로토콜이다. 즉 현재의 IP 프로토콜 위에서 이용할 수 있기 때문에 TCP/IP 프로토콜을 변경할 필요가 없으며, LAN에서도 변경할 사항들이 없다. IP 확장에는 ST-II(Stream Protocol Version 2)라는 프로토콜이 있으나, ST-II는 기존의 IP 프로토콜과는 달리 ST-II 전용 프로토콜 스택을 사용한다. ATM에서도 같은 형태의 대역 예약을 고려중이나, ATM 망 구축에는 고가인 ATM 스위치와 ATM 어댑터 카드가 추가로 필요하다. 따라서, 기존 망을 이용할 수 있는 것이 RSVP의 커다란 장점이다. RSVP가 이용할 수 있는 네트워크 프로토콜은 IP이지만, RSVP는 네트워크 프로토콜에 의존하지 않고 설계할 수 있기 때문에 Netware등, 다른 프로토콜에서도 이용하도록 확장할 수 있는것이 RSVP의 장점이다.

6. 라우터의 우선제어 효과

통신시에 다른 트래픽의 영향을 받지 않는 해결기술은 아직 없다. 예를 들면, 라우터의 우선제어(priority queueing)를 들수있다. 우선 제어의 의미는 Telnet을 이용하는 데이터가 FTP를 이용하는 데이터보다 우선적으로 전송되는 기능이다. 라우터 개발자들은 우선 제어 기능을 라우터에 두고 있다. RSVP는 이러한 우선 제어에서 일보 전진한 기술이다. 실시간이 요구되는 응용계층 데이터를 우선적으로 설정시 순간적으로 전송 지연이 발생한다. RSVP는 응용 계층에서 동적으로 대역을 지정한다. 이러한 점에서 Cisco는 일보전진한 우선제어 기술을 사용자에게 소개하였다고 생각한다.

7. 응용계층의 예약 유지

RSVP의 실제 동작을 살펴보면, 응용 계층에서 대역예약 요청을 보낸다. 응용 계층에서는 요구 가능한 최대한의 대역을 설정하고 그 값을 요구한다. 송신측 단말에서는 응용 계층에서 대역 요구를 수신하면 경로를 통해 다른 라우터로 이것을 송신하고, 수신측의 단말까지 RSVP의 요구를 보낸다. 수신측 단말은 RSVP 요구에 대해, 대역 예약에 대한 응답을 한다. 이 때, 라우터에 연결된 망이 저속이거나, 다른 예약 때문에 필요한 대역을 확보할 수 없는 경우, 라우터는 단말로 에러 정보를 되돌려 보낸다. 단-대-단의 대역예약 확보를 위해 응용 계층은 망에 정기적으로 예약 상황을 확인한다. 일정시간에 응답이 수신되지 않는 경우에는 예약이 자동 해제된다.

8. 멀티캐스트와의 매핑

VOD와 화상회의를 실시할 경우 1:1 통신이 아닌 복수의 상대방과 통신하는 경우가 생긴다. RSVP에서는 1 : M(multicast) 환경에서도 적합하다. 단방향(unicast)인 경우는 통신이 간단하다. 응용 계층에서 망의 대역을 지정하려면, 경로상에 존재하는 라우터들에게 필요한 대역폭을 전달하게 된다. 멀티캐스트의 경우 경로상의 라우터에 대역을 예약하는 것은 단방향과 같지만, 단방향과 다른 점은 라우터간의 중간 경로가 복잡하다는 점이다. 이 경우에도 RSVP는 멀티캐스트 전 경로상

에 존재하는 라우터에 대역을 예약한다. 이 때, 여러 경로의 속도가 서로 달라도, 다른 대역폭을 예약하여 통신이 가능한 것이 RSVP의 특징이다. 예를 들어, 서버와 클라이언트 A의 경로가 1.5Mbps, 클라이언트 B와의 경로가 128kbps인 경우, 응용계층측에서 하나의 멀티캐스트로 다르게 대역폭을 예약할 수 있다.

VII. 결 언

본 고에서는 IP 라우터와 ATM망이 접속한 인터넷 환경에서 RSVP를 실행시, IP 라우터에서 필요한 기능들과 기술 개발동향을 분석하였다. 현재 RSVP의 문제점은 요구한 대역을 망에서 확보할 수 없을 때 에러를 리턴하는 경우로서, RSVP에서 예약 폭주는 해결하여야 할 문제점 중의 하나이며, "Resv" 메시지에 기술되어 있는 리소스 예약 요구를 멀티캐스트 환경에서 만족시킬 수 있는 방법과 그 적용 가능성에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] S. Shenker *et al.*, "Specification of guaranteed quality of service," Internet Draft, draft-ietf-intserv-guaranteed-svc-03.txt, IETF, Dec. 1995.

[2] S. Shenker *et al.*, "Specification of predictive quality of service," Internet Draft, draft-ietf-intf-intserv-predictive-svc-01.txt, IETF, Nov. 1995.

[3] S. Shenker *et al.*, "Specification of controlled delay quality of service," Internet Draft, draft-ietf-intf-intserv-controlled-del-svc-00.txt, IETF, Nov. 1995.

[4] R. Braden *et al.*, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)-version 1 functional specification," Internet Draft, draft-ietf-rsvp-spec13.ps, IETF, Aug. 1996.

[5] Zhang *et al.*, "RSVP : A new resource reservation protocol," *IEEE Network Magazine*, Sep. 1993.

[6] Braden *et al.*, "Integrated services in the Internet architecture : An overview," IETF Network Working Group, May. 1994.

[7] Demirtis *et al.*, "ATM Forum 96-0258 RSVP and ATM signalling," ATM-Forum, Feb. 1996.