

ATM 망을 통한 인터넷 통합서비스

The Internet Integrated Services over ATM

황민태(M. T. Hwang)

고속통신망연구실 선임연구원

김장경(J. K. Kim)

고속통신망연구실 책임연구원, 실장

이계상(K. S. Lee)

동의대학교 전자통신공학과 교수

인터넷 서비스의 활용이 급속히 확대되어 가고 있는 가운데 점차 인터넷의 서비스 품질을 향상시키기 위한 시도가 활발히 벌어지고 있다. 현재 인터넷은 링크 계층 기술로 LAN과 전용선(혹은 전화선)을 주로 사용하고 있으나 최근 고속의 ATM이 인터넷의 새로운 링크 계층 기술의 대안으로 등장하고 있다. 이는 고속의 ATM 링크 기술이 QoS를 보장해주므로 앞으로 인터넷 통합 서비스를 제공하기 위해서 꼭 필요로 하는 기술이기 때문이다. 현재 IETF에서는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 인터넷 통합 서비스 모델과 자원 예약 프로토콜을 ATM망에서 연동하기 위한 시도를 추진하고 있다. 본 고에서는 인터넷 통합 서비스를 ATM망을 통해 제공하기 위한 연구 동향을 IETF의 표준화 활동을 중심으로 살펴본다.

I. 서 론

최근 날로 확산되고 있는 인터넷 웹 기술은 기존의 저속 데이터 서비스는 물론 인터넷 폰, 전자신문, 웹 주문형 비디오, 웹 TV 등 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있고, 다양한 멀티미디어 정보의 교환, 검색, 가공 등 종합적인 통신 서비스 제공이 가능할 것으로 여겨지고 있다. 그러나 기존의 패킷 통신망을 그대로 이용할 경우 하부 전달망 속도에 제한이 있기 때문에 멀티미디어 서비스 제공에 한계가 나타날 것이다. 또한 기존의 단순한 최선형(best effort) 서비스 전달 기능 외에 멀티미디어 서비스의 다양한 서비스 품질을 충족시켜 주기

에는 현재의 하부 통신망 구조로는 해결책을 찾기가 힘들다.

최근 인터넷의 새로운 링크 계층 기술의 대안으로 ATM(asynchronous transfer mode) 기술이 등장하고 있다. 이는 인터넷의 입장에서 보면 ATM이 고속의 전송 기술을 제공할 뿐만 아니라 앞으로 인터넷 통합 서비스(internet integrated services)를 위한 QoS (quality of service) 보장 능력을 제공해줄 수 있기 때문이다. 반면 ATM의 입장에서도 현재의 Native ATM API(application programming interface) 기술로는 응용 서비스의 결핍에 따라 대중성을 찾기 어렵기 때문에 가장 보편화된 서비스의 하나인 인터넷 서비스를 ATM 링크 위에서 제공해 주고 싶은 것이다[1].

이러한 서로의 필요성 때문에 두 기술의 연동 문제는 IETF(Internet Engineering Task Force)와 ATM Forum을 중심으로 활발히 진행중에 있다. 이에 대한 연구의 일환으로 ATM Forum에서는 기존의 LAN 프로토콜을 ATM 망에 접속하기 위한 링크 계층에서의 인터넷 연동을 위한 LAN emulation 구조를 규격화하였다[2]. 이 구조는 다양한 망 프로토콜을 수정 없이 지원할 수 있고, 기존의 많은 LAN 응용들을 아무런 수정 없이 그대로 재사용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 ATM 망에서 제공할 수 있는 QoS 보장형 서비스의 지원이 불가능하고 단지 기존의 최선형 서비스의 제공을 전제로 한 서비스 지원만이 가능하다는 단점이 있다[3,4].

한편, IETF에서는 동일한 문제를 기존의 TCP/IP 프로토콜의 수정 없이 지원하는 고전적인 IP 구조(classical IP over ATM) 연구를 수행하였다[5]. 이는 기존의 IP 종단 시스템을 IP 프로토콜의 호환성을 유지하면서 ATM 망에 접속시키는 방법이다. 이 방법은 기존의 모든 TCP/IP 응용들을 수정 없이 ATM 망과 비 ATM 망 상에서 연동이 가능한 장점은 있으나 하나의 IP 종속망 내에서만 지원이 가능한 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 최근 IETF에서는 하나의 IP 종속망에 국한되지 않는 새로운 라우팅 프로토콜을 개발하여 ATM 망에 직접 접속할 수 있는 인터넷 통합 서비스 구조 연구와 ATM 망을 통한 통합 서비스 지원 연구가 활발히 진행중이다.

본 고에서는 차세대 인터넷 서비스를 위한 인터넷 통합 서비스 구조와 ATM 망을 통한 통합 서비스의 지원에 대해 IETF의 표준화 활동을 중심으로 살펴보고자 한다.

II. 인터넷 통합 서비스

1. 인터넷 통합 서비스 모델

현재 인터넷을 통해 전달되는 패킷은 지연이나 손실에 대해서 아무런 보장이 되지 않는 최선형 서비스 유형에 속한다. IETF의 고전적인 IP over ATM 모델은 이러한 최선형 서비스를 ATM 망을 통해 제공하기 위한 것이다. 이는 응용 서비스의 입장에서 볼 때 ATM 링크 계층에서 제공하는 QoS의 보장이라는 서비스는 숨겨져 있으므로, QoS를 제공한다는 원래의 ATM의 목표를 제대로 충족시키지 못하게 된다.

최근의 인터넷 그룹의 움직임을 보면 인터넷을 통해 리얼 타임 비디오 혹은 오디오와 같은 서비스를 제공하고자 하고 있다. IETF에서는 이러한 실시간 서비스의 QoS를 보장하기 위해 새로운 인터넷 서비스 모델을 정립하고 있는데, 이를 인터넷 통합 서비스 모델(internet integrated services model)이라고 부른다[6-8]. 현재까지 통용되고 있는 통합 서비스 모델은 크게 두 가지가 있다. ATM Forum에서는 통합 서비스를 실시간 서비스와 비실시간 서비스로 분류하여 사용하고 있으며, IETF에서는 실시간 서비스 특성을 보장할 수 있는 서비스와, 그렇지 않고 단순히 최선의 노력만을 기대하는 최선형 서비스로 분류하여 정의하고 있다.

인터넷 통합 서비스의 지원을 위해서는 우선적으로 이제까지 하나의 흐름(flow)으로 취급되는 IP 패킷의 흐름을 동일한 서비스 특성을 갖는 여러 종류의 흐름으로 구분해야 한다. 이렇게 구분된 IP 패킷의 흐름은 서로 다른 서비스 특성을 가지며, 또

한 자연히 서로 다른 QoS를 갖게 된다. 하나의 흐름은 하나의 응용 개체(application entity)로부터 발생될 수도 있으며 여러 응용 개체로부터 통합될 수도 있다. 이렇게 구분된 IP 패킷의 흐름은 서비스 유형(service class)의 이름을 갖게 된다.

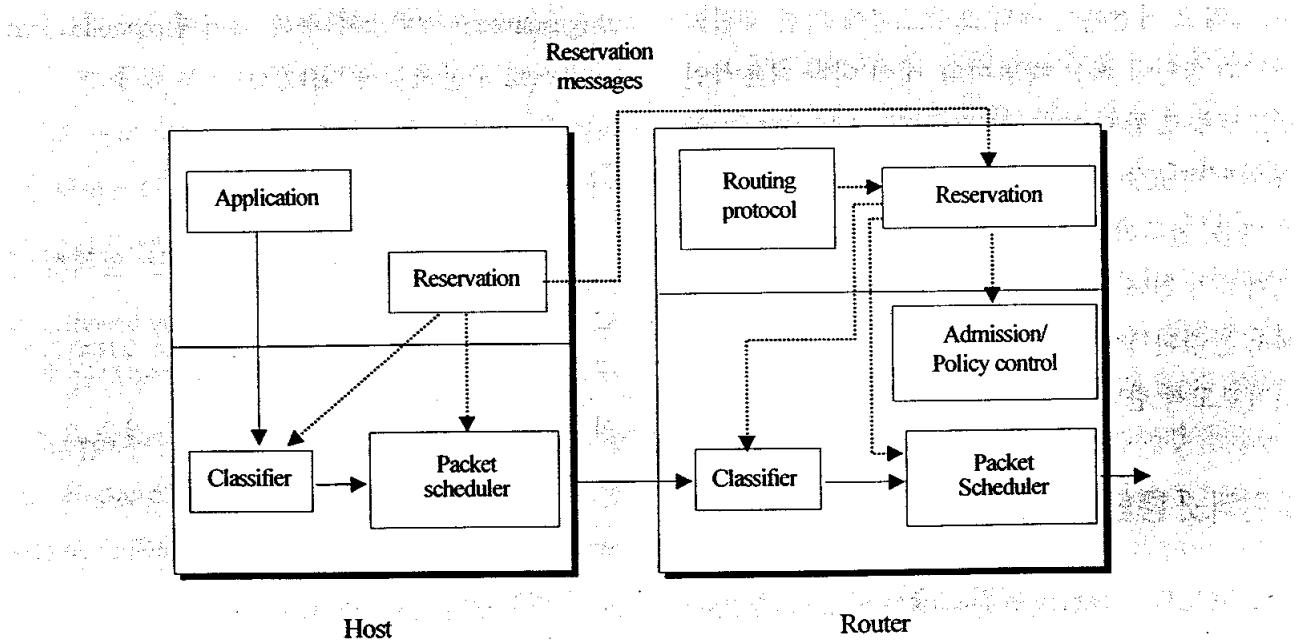
다음 단계로서 각 서비스 유형이 요구하는 QoS 를 표현하는 파라미터를 결정해야 한다. 각 서비스 유형은 특성에 따라 각기 다른 QoS 를 요구하는데 이것을 flowspec 이라고 부른다. 응용 서비스가 요구하는 QoS 를 보장하기 위해서는 망에 필요한 대역폭을 요청해야 하고, 이를 위해 종단 호스트와 망 노드 사이에서 flowspec 정보를 전달하는데 이를 담당하는 것이 자원 예약 프로토콜(Resource Reservation Protocol: RSVP)이다[7-10].

망 노드(인터넷의 경우 라우터)는 호스트(의 응용 서비스)가 요청한 flowspec 과 현재 망의 상태에 따라 서비스를 제공할 것인지 거부할 것인지 결정

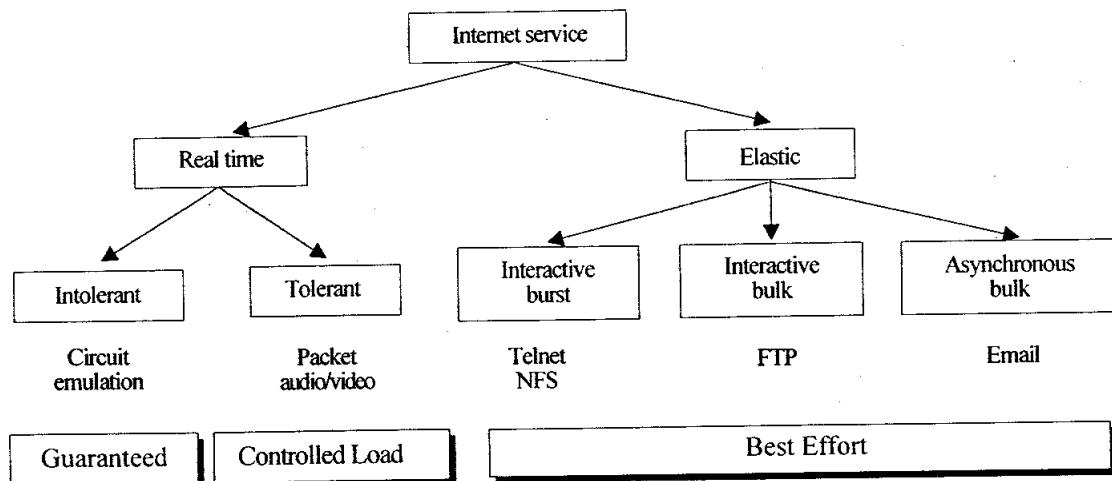
을 하는데 이것을 연결 수락 제어(call admission control)라고 부른다. 그리고 최종적으로 응용 서비스가 요청한 대역을 제공하고 QoS를 보장하기 위해 링크 계층에서는 패킷 스케줄러(packet scheduler)와 패킷 분류자(packet classifier)의 기능을 수행하게 된다. 이때 링크 계층에서의 패킷 제어를 위해서 패킷 흐름의 트래픽 패턴이 트래픽 파라미터 Tspec이라는 상호 이해할 수 있는 변수로 표현되어야 한다. 종합하면 인터넷 통합서비스를 위한 IP 패킷의 흐름은 (그림 1)에서 보는 바와 같이 연결 수락 제어, 자원 예약 프로토콜, 트래픽 분류자, 그리고 패킷 스케줄러의 네 가지 기본 구성에 의해 수행된다.

그동안 IETF에서는 인터넷과 같은 패킷망에서 실시간 서비스 제공을 위한 연구를 중점적으로 진행하였다. 현재까지 진행된 실시간 전송을 위한 노력은 크게 다음 3 가지로 요약될 수 있다.

첫째는 현재 최선형 서비스로만 운용되는 서비



(그림 1) 인터넷 통합 서비스 구현을 위한 구조 모델[11]



(그림 2) IETF의 통합서비스 분류[14]

스 모델을 실시간 서비스 개념이 포함된 통합 서비스 모델로의 확장이다. 두번째는 스케줄링 알고리즘을 수행하여 패킷들간의 우선 순위를 결정하여 실시간 서비스를 제공하는 트래픽 제어 기능을 네트워크의 교환 노드인 라우터에 첨가하는 방법이다. 그리고 세번째는 예약 프로토콜에 의한 자원의 예약과 할당을 하는 방법이다. 이에 대한 대표적인 프로토콜로 현재 RSVP 가 검토되고 있으며 며지않아 인터넷 표준으로 확정될 전망이다[7-10].

다음 절부터는 ATM 망을 하부 링크 계층으로 고려하기 전에 실시간 서비스의 제공을 위해 IETF에서 진행된 상기 세가지 연구 분야에 대해 상세히 살펴보도록 한다.

2. 인터넷 통합 서비스 유형

현재 IETF의 Intserv 워킹 그룹에서는 (그림 2)와 같이 서비스 유형을 패킷의 지연 시간을 기준으로 하여 실시간(real time) 서비스와 탄력적(elastic) 서비

스로 구분하고 있다. 탄력적 서비스는 여러 응용 형태를 갖지만 현재 이 범주의 모든 응용은 최선형 서비스로 분류하고 있다. 실시간 서비스는 다시 자연 경계 시간(delay boundary)을 엄격하게 요구하는지 혹은 약간의 변화의 여지가 있느냐에 따라 보장형(guaranteed) 서비스와 부하 제어형(controlled load) 서비스로 구분하고 있다[12, 13].

가. 보장형 서비스

보장형 서비스(Guaranteed Service)는 엄격한 종단점간 자연 시간 한계(end-to-end delay bound)를 요구하며 트래픽 특성인자 Tspec에 순응하는 패킷의 흐름에 대해서는 패킷 손실이 없을 것을 요구하는 서비스이다. 따라서 이러한 엄격한 QoS 요구를 충족하기 위해서는 일정한 크기의 대역을 보장해 주어야만 한다.

보장형 서비스의 트래픽 특성 인자인 Tspec은 다음과 같은 파라미터로서 표시된다.

- P =최대 패킷 도착률(bytes/s)
- b =토큰 버킷 모델에서 버킷의 크기(bytes)
- r =토큰 버킷 도착률(bytes/s)
- m =최소 검사 단위(bytes)
- M =최대 전송 패킷의 크기(bytes)

한편, 보장형 서비스의 특성인자 Rspec은 다음과 같은 파라미터로 표시된다.

- R =대역폭, 즉 서비스 율(bytes/s)
- S =지연 시간의 허용치(msec)

나. 부하 제어형 서비스

부하 제어형 서비스(Controlled Load Service)는 보장형 서비스와는 달리 엄격한 지연 시간에 대한 요구를 하지 않는다. 이 서비스는 적응적인 실시간 서비스(adaptive realtime service)와 같이 어느 정도의 지연 시간과 손실은 허용할 수 있는 서비스이다. 하지만 망의 부하가 적을 때에는 최선형 서비스에 제공되는 것과 거의 상응하는 지연과 손실의 QoS를 보장해 줄 것을 망에 요구한다.

이 서비스의 트래픽 파라미터인 Tspec은 보장형 서비스의 Tspec과 동일하고, Rspec 파라미터는 명시되지 않는다.

3. 인터넷 신호 방식(RSVP)

IETF에서는 응용 서비스의 flowspec에 따라 망에서 자원을 예약하기 위한 절차로서 RSVP 프로토콜을 규정하고 있다[7-10]. RSVP는 인터넷 통합 서비스 모델에서 정의한 flowspec을 망의 노드에 전달하여 대역폭을 예약하는 인터넷의 신호 프로토콜이라고 할 수 있다. 현재 IETF에서는 RSVP를

인터넷 표준으로 정의하기 위한 워킹 그룹이 활동하고 있으며, RSVP의 기능 사양을 명시한 RSVP 버전 1이 발표되었다. 이에 따라 Cisco사를 중심으로 RSVP를 지원하는 제품군을 개발중에 있다.

가. 기본 동작

RSVP는 단방향(simplex) 모드로 동작한다. 즉 양 종단 호스트는 서로 다른 방향에서 자원을 요청하게 된다. RSVP가 ATM 신호 프로토콜과 크게 다른 점은 수신 호스트가 자원 요청을 수행한다는 것이다. 이는 RSVP가 IP 멀티캐스트 서비스를 주 대상으로 하고 만들었기 때문에 이질적인 자원을 요청하는 수신 호스트들을 동적으로 수용하려면 수신자 주도의 자원 요청이 더 타당성이 있다고 생각하기 때문이다. 아울러 수신 호스트는 멀티캐스트 그룹에 임의로 가입 탈퇴할 수 있도록 해야하기 때문에 수신자 주도의 자원 요청이 더 적절하다고 주장한다.

(그림 3)은 RSVP의 기본 동작을 보여주고 있다. 먼저 송신 호스트는 PATH 메시지를 통해서 자신의 트래픽 특성(Tspec)을 수신 호스트에게 알려준다. 이 때의 경로는 IP 유니캐스트 혹은 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 의해 결정된다. PATH 메시지에는 경로 상의 이전 RSVP 라우터의 주소와 송신 호스트의 소켓(socket) 정보를 갖는다. 또한 선택사항으로 Adspec을 기록할 수 있는데 이것은 경로상의 각 링크의 가용 대역의 크기와 링크의 Latency를 표시한다. PATH 메시지가 지나가는 경로의 망 노드, 즉 라우터는 경로 상태(path state)를 기록하게 된다.

PATH 메시지를 받은 수신 호스트는 송신 호스트가 보내고자 하는 흐름의 특성을 보고 자신이 원

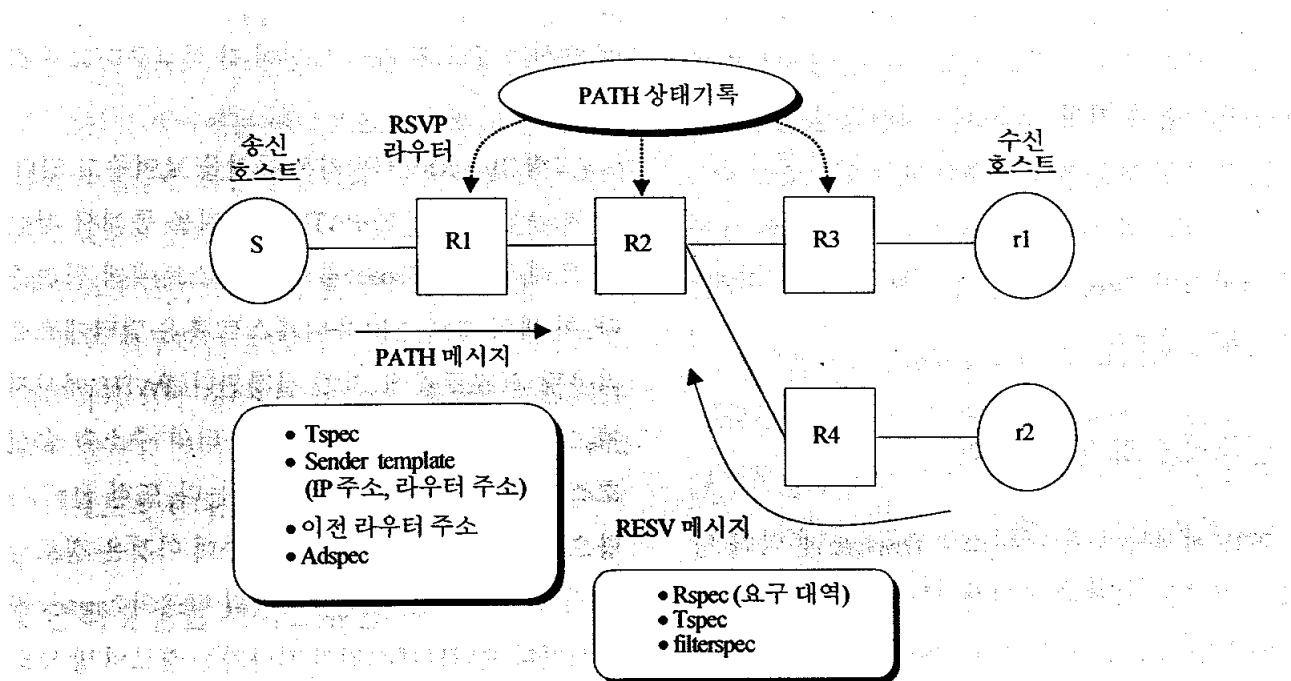
하는 대역폭을 결정하여 RESV 메시지를 통해 전달한다. RESV 메시지에는 수신 호스트가 원하는 서비스 요청 사항(Rspec)이 실리게 된다. RESV 메시지는 PATH 메시지가 전달된 반대 방향(Upstream)의 경로를 따라 전달된다.

수신 호스트로부터 RESV 메시지를 받은 망의 노드는 메시지에 기록된 서비스 요구 사항(flowspec)을 보고 현재의 망 자원으로 제공이 가능한지를 결정한다. 이것이 앞 절에서 언급한 연결 수락 제어이다. 만약 요구를 수락한다면 망 노드는 flowspec 을 링크 계층에 전달하고 링크 계층은 주어진 flowspec 에 따라 패킷 스케줄과 패킷 분류 기능을 수행하여 서비스 요구를 충족시키게 된다. 망 노드는 자원의 요청에 대해서 filterspec 을 사용하는데 이것은 할당된 자원을 어느 송신 호스트로부터

의 흐름에 해당하는지를 명시하는 것이다. 특정 송신 호스트의 흐름에 별도의 자원을 할당할 수도 있으며 혹은 여러 송신 호스트의 흐름이 합쳐진 흐름에 자원을 할당할 수도 있다. 이러한 filterspec 은 링크 계층에서 패킷 분류기에 의해 사용된다.

나. 신호 프로토콜 비교

RSVP 와 ATM 신호 프로토콜과의 차이점은 수신자가 자원을 요청한다는 점 외에 망 노드의 특정 경로에 대해 할당된 자원이 시간에 따라 변할 수 있는 ‘soft-state’라는 점이다. ATM의 경우에는 호(혹은 연결)가 설정되면 망의 노드에 할당된 자원은 호가 해제되기 전까지는 그 상태를 유지하게 된다. Soft-state의 개념은 비연결형 방식의 IP 프로토콜에서는 자연스러운 것이라고 볼 수 있다.



(그림 3) RSVP 프로토콜의 동작 원리

<표 1>에서 RSVP와 ATM 포럼의 신호 프로토콜간의 차이점을 비교하였다.

<표 1> RSVP와 ATM포럼의 신호 프로토콜의 비교[11]

분류	ATM 신호 프로토콜	RSVP
발 생	송신자 주도(Sender-based) (UNI4.0에서는 수신자 주도 가능)	수신자 주도(Receiver-based)
상 태	Hard State (Explicit Delete)	Soft State (Refresh / Timeout)
QoS 설정시간	라우트 설정과 동시	라우트 설정과 분리
QoS 변환시 방향	Unicast에서는 양방향 Multicast에서는 단방향	동적 단방향 자원 할당
이 질 성	모든 수신자는 동질의 QoS를 가짐	수신자마다 이질적 QoS를 가짐

RSVP를 사용하기 위해서는 아직 해결해야 될 숙제가 많이 있다고 생각된다. 먼저 현재의 인터넷 라우팅 프로토콜은 QoS에 대해서 무지하다는 것이다. 따라서 RSVP가 동작하기 위해서는 새로운 라우팅 프로토콜이 필요하게 되고, 현재 IETF에서 QoS를 지원하는 라우팅에 대한 연구가 진행중이다. 또한 라우팅 경로가 변경될 경우(고장날 경우를 포함해서)에는 새로운 경로에 대한 자원 요청이 이루어져야 하는데 이런 변화의 대처 방법은 큰 숙제가 아닐 수 없다. 예를 들면 실시간 서비스를 받는 중에 경로가 변경되었다면 한가롭게 새로운 경로에 대한 자원 요청을 하고 있을 시간이 없을 것이다. 결국 RSVP는 어느정도 새로운 라우팅 프로토콜의 지원이 필요하다고 볼 수 있다.

4. 통합 서비스 트래픽 제어

트래픽 제어 기술중의 핵심 기술은 전적으로 패킷의 전달 시간에 중점을 둔 스케줄링 기법이다.

왜냐하면 트래픽 제어의 기본 기능은 출력 대기를 위한 패킷열들을 QoS의 만족도에 따라 제어하는 일이기 때문이다. 실질적으로 통신망의 링크는 수많은 흐름으로 구성되어 각 순간마다 이용 가능한 대역폭은 자원의 지정된 몫에 의해서 큐에 있는 패킷들간에 공유된다. 공유된 링크상에서는 여러 흐름마다 고유의 서비스 품질을 요구하기 때문에 각 흐름의 서비스 특징에 따라 적절한 스케줄링이 필요하게 된다.

지금까지 출력 큐에서의 재정렬과 이에 따르는 동작에 관해서는 수많은 논문이 발표되었다[15]. 가장 간단한 방법은 우선 순위 제어 방법(priority control mechanism)이다. 우선 순위 기법은 높은 우선권을 갖는 패킷이 언제나 우선권이 없는 패킷들보다 먼저 처리하여 서비스 순서에 차이를 두는 기법이다. 우선순위 기법의 대표적인 예로는 각 서비스 클래스마다 독자적인 FIFO 큐를 두고 전송할 때 여러가지 방법으로 전송할 큐와 패킷의 양을 결정하는 분리 버퍼 기법, 트래픽을 실시간 트래픽과 비실시간 트래픽으로 나누어 각 클래스별로 큐를 두고 서비스하는 정적 우선순위 스케줄링 기법, 그리고 큐에 대기하고 있는 실시간 패킷의 최소 이완 시간(minimum laxity time: MLT)이 정해진 임계치보다 작거나 같을 경우에 실시간 트래픽을 서비스해주고 그렇지 않은 경우에 비실시간 트래픽을 서비스해주는 MLT 기법 등이 있다.

다른 방법으로는 각 흐름의 입력 패킷들을 프레임화하여 서비스하는 방식으로 라운드 로빈 방식과 이것의 변형 기법이 있다. 이러한 프레임 방식은 우선 순위가 다른 여러 개의 프레임마다 큐를

사용하여 QoS를 보장하는 방식으로 이것은 전체 링크의 대역폭을 지정된 값들로 할당해서 분배하고 이 분배의 원칙에 따라 각 흐름을 서비스해주는 방식이다.

일반적으로 우선 순위 방식은 대역폭 할당과 전송 지연 한계를 독립적으로 설정할 수 있는 장점이 있으나 정렬 과정이 복잡하다. 반면 프레임 방식은 구현이 단순하고 트래픽을 재구성하는 과정이 있기 때문에 트래픽 특성이 그대로 유지될 수 있어 종단간 특성이 좋으나 대역폭 할당과 전송 지연의 한계가 서로 묶여 있어 QoS 보장의 유연성이 떨어지는 단점이 있다. 그러나 두 가지 방식 모두 다른 흐름들에 의해 서로 영향을 받기 때문에 같은 우선 순위를 갖는 버스티한 트래픽이 존재할 경우 QoS를 보장해 줄 수 없는 경우가 발생할 수 있다.

최근 이러한 문제점을 극복하기 위해 각 사용자 흐름마다 QoS를 보장해 줄 수 있는 보다 복잡한 패킷 스케줄링 기법이 도입되고 있다. 대표적인 예로는 대역 보장형 스케줄링 방법이 있다. 이 방법은 각 흐름에 대하여 사전에 지정된 비율에 따라 서비스 받게 하려는 공평한 큐잉(fair queuing) 방법으로서 연구되었다. 입력 트래픽이 트래픽 특성에 맞게 입력되면 최악의 경우에도 다른 트래픽 흐름에 영향을 받지 않고 할당된 대역폭을 사용할 수 있으며 종단간의 패킷 지연값의 최대 한계치도 보장될 수 있는 방법이다. 이 방식은 구체적인 서비스 방식에 따라 작업 보존(work conserving) 방식과 작업 비 보존(non-work conserving) 방식으로 나누어 진다. 작업 보존 방식은 어떤 흐름이라도 전송할 패킷이 있으면 링크의 대역폭을 사용할 수 있는 방법이다. 반면에 작업 비보존 방식은 전송해야 할 패킷이 있어

도 특정 흐름에 보장된 서비스를 위하여 기다리는 방식이다.

작업 보존 방식의 대표적인 예로는 FQ(Fair Queuing), FFQ(Fulid Flow FQ), PGPS(Packet by Generalized Processor Sharing), WF²Q(Worst-case Fair Weighted FQ) 등의 방법이 있으며, 작업 비보존 방식의 대표적인 예로는 Jitter-EDD(Earliest Due Date First), Stop-and-Go 방식 등이 있다. 그러나 지금까지 발표된 대부분의 스케줄링 방식들은 구현상의 문제점을 갖고 있거나 QoS 보장의 문제점을 안고 있어 인터넷 통합 서비스의 지원을 위한 트래픽 제어 알고리즘에 대한 연구가 시급한 상황이다.

III. ATM상에서 인터넷 통합서비스 수용

지금까지 살펴본 내용은 ATM망을 하부 링크 계층으로 고려하지 않고 인터넷 자체의 새로운 서비스 모델과 대역 예약을 위한 신호 방식, 그리고 트래픽 제어 알고리즘을 통해 인터넷 통합 서비스를 수용하기 위한 노력을 살펴보았다.

인터넷의 서비스는 인터넷 하부망, 즉 링크 계층의 지원을 통해서 이루어진다. 앞 절에서 언급한 통합 서비스 모델은 구체적인 링크 계층을 통해서 실현되게 된다. IETF에서는 인터넷 통합 서비스를 링크 계층을 통해 전달할 때의 문제를 해결하기 위해 ISSLL(Integrated Services over Specific Link Layer)워킹 그룹을 1996년에 구성하였다. IETF 입장에서 볼 때는 IP 아래의 링크 계층 프로토콜로는 이더넷, 토큰 링, Serial Line, ATM 등의 모든 기술이 가능하기 때문에 Specific Link Layer라는 이름을 붙였지만 최근에는 ATM망을 하부 링크 계층으로 하는 경우에

대해서 큰 관심을 보이고 있다.

ATM 망에서 인터넷 서비스를 수용하기 위해서는 (그림 4)에서와 같이 인터넷과 ATM 망의 경계에서 매핑(mapping) 역할을 담당할 IWF(interworking function) 장치의 기능을 살펴봐야 한다.

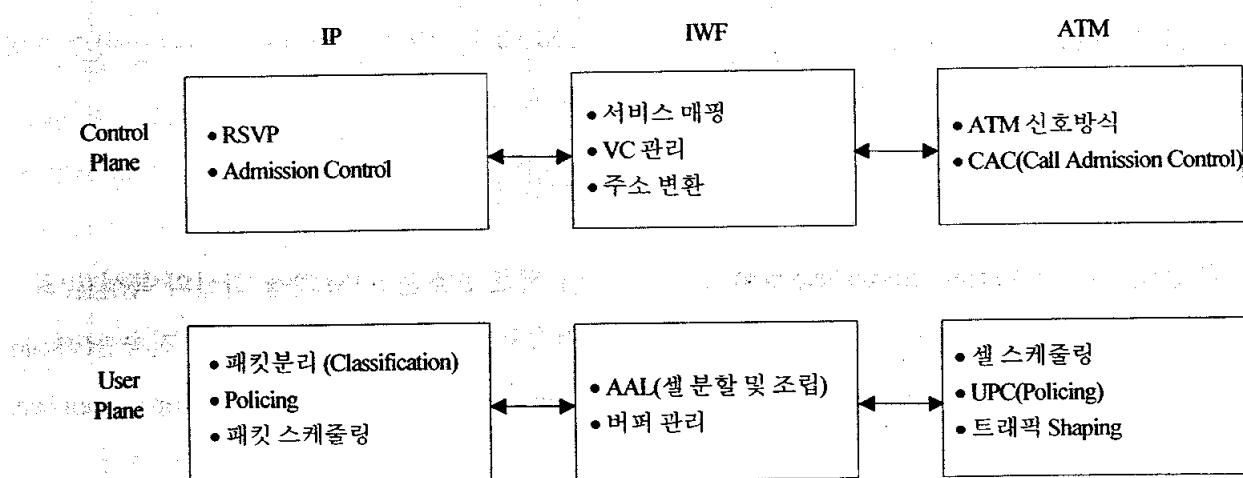
본고에서는 이러한 IWF 장치의 기능 중에서 가장 중요한 요소가 되는 인터넷과 ATM 간의 서비스 매핑과 QoS 보장을 위한 VC(virtual channel) 관리 기능에 대해서 중점적으로 살펴 보도록 한다.

1. 인터넷과 ATM의 서비스 매핑

IWF 장치의 기능 중에서 가장 중요한 요소중의 하나는 인터넷 통합 서비스 모델과 ATM 서비스 모델을 매핑하는 작업이다. 인터넷과 ATM 서비스 모델은 개념상으로는 매우 유사하지만 일단 서로 다른 용어를 사용하고 있기 때문에 비슷한 개념의 서로 다른 용어를 찾아 매핑하는 작업이 필요하다. 매핑 작업은 제일 먼저 서비스 유형(ATM의 경우

service class, IETF의 경우 service type)을 매핑하고, 다음으로 각 유형에 관련된 파라미터를 매핑시켜야 한다. 그리고 RSVP 메시지를 통해 전달되는 flowspec 변수와 ATM 신호 메시지를 통해 전달되는 정보 요소(information element)간의 매핑을 제공해야 한다. 고전적 IP over ATM 모델에서의 경우 ATM UNI 3.0/3.1 신호 메시지의 정보 요소와의 매핑에 대해서는 RFC 1755에 나와 있다[13]. 이 경우에는 IP 서비스가 최선형 서비스 하나뿐이고 RSVP를 사용하지 않기 때문에 비교적 간단히 ATM 정보 요소를 결정할 수 있었다.

최근 ISSLL 워킹 그룹에서는 보장형 서비스와 부하 제어형 서비스에 대해서 ATM 서비스 모델과의 매핑을 다룬 문서를 발표하였다. 이 문서에서는 상기 두가지 서비스와 ATM 포럼의 UNI 3.0/3.1 및 UNI 4.0에 대해서 서비스 유형, QoS와 트래픽 파라미터, 그리고 신호 메시지의 정보 요소에 대한 매핑을 제시하고 있다[16, 17].



(그림 4) 인터넷과 ATM의 서비스 매핑을 위한 IWF 장치의 기능

가. ATM 신호 메시지 정보 요소

ATM 신호 메시지의 경우 메시지 종류에 따라 맨 마지막 옥텟에 정의된 정보 요소에 필요한 정보를 수록하여 전송하게 된다. 정보 요소의 길이는 가변으로서 반드시 기록해야 할 부분(mandatory)과 선택 부분(optional)이 있다.

정보 요소는 여러 종류의 필드로 구분되는데 IP 패킷 전송과 각종 프로토콜의 캡슐화 방식, 즉 RFC 1577과 RFC 1483의 규격을 지원하기 위해서 SETUP 메시지에 반드시 포함되어야 할 정보 요소 필드는 다음과 같다.

- AAL 파라미터
- ATM 트래픽 지정자(traffic descriptor)
- Broadband bearer capability (BBC)
- Broadband low layer information (B-LI)
- QoS 파라미터
- 수신자 주소 (called party number)
- 송신자 주소 (calling party number)

그리고 필요하면 다음의 정보 요소 필드가 첨가될 수 있다.

- 송신자 부주소 (subaddress)
- 수신자 부주소
- 중간 전달 망의 선택 (transit network selection)

ATM 포럼의 UNI 3.1에 규정된 신호 방식에서는 AAL 파라미터와 B-LI 정보 요소가 선택 사항으로 되어 있으나 ATM 망에 IP 서비스를 접속하기 위해서는 상기 두 가지 정보 요소 필드는 반드시 포함되어야 한다.

나. 서비스 유형의 매핑

ATM 포럼의 UNI 3.0/3.1에서는 다음의 세 가지 서비스 유형을 정의하고 있다.

- BCOB-A: CBR, 타이밍 정보 요구, 유니캐스트/멀티포인트
 - BCOB-C: VBR, 타이밍 정보 요구하지 않음, 유니캐스트/멀티포인트
 - BCOB-X: 사용자 정의에 의한 QoS
- UNI 3.0/3.1의 서비스 유형과의 매핑은 보장형 서비스는 BCOB-A로, 부하 제어 서비스는 BCOB-A와 BCOB-C로 각각 매핑될 수 있다.

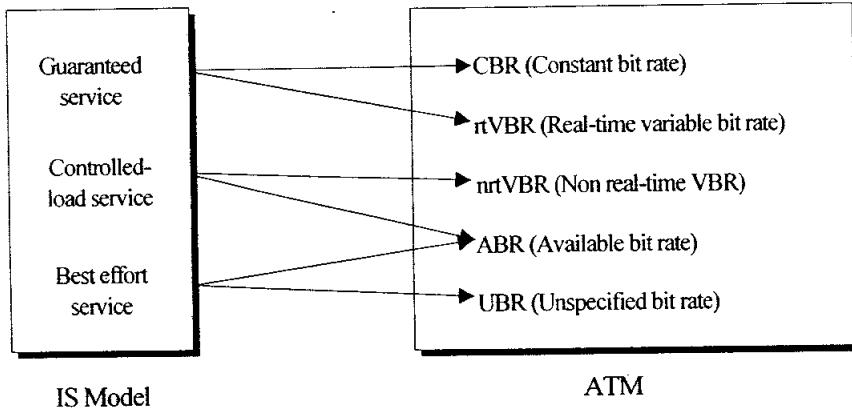
한편, ATM 포럼의 UNI 4.0에서는 다음과 같은 서비스 유형을 정의하고 있다[17].

- CBR
- Real-time VBR
- Non-real-time VBR
- UBR(Unspecified bit rate)
- ABR(Available bit rate)

UNI 4.0의 서비스 유형과 IS 모델의 서비스 유형은 (그림 5)와 같이 매핑된다[12].

다. ATM 트래픽 지정자의 매핑

이 정보 요소는 ATM 가상 회선의 특성을 최대 셀 전송률(peak cell rate: PCR), 평균 전송률(sustainable cell rate: SCR), 최대 버스트 크기(maximum burst size: MBS)로서 나타낸다. 이러한 ATM 트래픽 지정자와 IS 모델의 Tspec, Rspec 파라미터와의 매핑은 다음과 같다.



(그림 5) ATM과 인터넷 서비스 유형의 매핑

(1) 보장형 서비스

보장형 서비스가 rtVBR 서비스로 매핑되어 있을 경우, ATM 트래픽 파라미터와 Tspec, Rspec 파라미터와는 다음과 같은 관계를 가지며, 이러한 조건을 충족시키는 범위에서 PCR, SCR, MBS를 결정할 수 있다.

$$R \leq PCR \leq \min(p, 링크 속도)$$

$$r \leq SCR \leq PCR$$

$$b \leq MBS$$

더 적은 지연 시간을 원할 경우 $R > p$ 로 선택할 수도 있다. 하지만 $R \leq$ 링크 속도일 경우에는 연결 수락 제어에서 거부하게 된다. 전형적인 파라미터 매핑의 예로는 $PCR = R$, $SCR = r$, 그리고 $MBS = b$ 로 매핑하는 것이다.

보장형 서비스가 CBR로 매핑되어 있을 경우에는 $PCR = R$ 로 매핑된다.

(2) 부하 제어형 서비스

부하 제어형 서비스가 nrtVBR 서비스로 매핑되어 있을 경우에는 다음과 같은 조건 내에서 매핑할 수 있다.

$$r \leq SCR \leq PCR \leq \min(p, 링크 속도)$$

$$b \leq MBS$$

부하 제어형 서비스가 ABR 서비스로 매핑되어 있을 경우에는 $MCR(\text{minimum cell rate}) = r$ 로 매핑될 수 있다. CBR 서비스인 경우에는 $r \leq PCR$ 로 매핑된다.

라. QoS 종류와 파라미터 매핑

ATM의 UNI에서는 QoS 파라미터로 CLR(cell loss rate), CTD(cell transfer delay), CDV(cell delay variation)를 정의하고 있다. QoS 유형으로는 낮은 지연과 낮은 손실률의 CBR과 같은 경우 Class 1으로, Non-real-time VBR과 같은 경우 Class 3으로 각각 정의하고 있다. 따라서 보장형 서비스는 Class 1으로 매핑하고, 부하 제어형 서비스는 Class 3으로, 그리고 최선형 서비스는 Class 0으로 매핑하면 된다.

2. RSVP 와 ATM VC 관리

인터넷 통합 서비스 모델과 RSVP로 특징 지워지는 IP 서비스를 ATM 망을 통해 제공하고자 할 때

서비스 유형의 매핑과 함께 또 다른 핵심 과제 중의 하나는 서로 다른 문화의 언어로 표현된 QoS를 번역하는 것이다. 일단 ATM의 언어로 인터넷의 QoS가 번역되었다면 다음 단계에서 필요한 일은 ATM의 VC를 관리하는 것이다. VC 관리는 IP 트래픽 흐름을 위해서 어떤 VC를 얼마나 많이 배정하며 어떤 IP 흐름에 어떤 VC를 배정하느냐의 문제이다. 이 문제는 서비스 매핑의 과제와 함께 ISSLL 워킹 그룹에서 다루고 있다. 여기서 다루는 VC 관리는 두 가지 종류로 구분하고 있으며, 하나는 IP 데이터 트래픽을 위한 데이터 VC의 관리이며, 다른 하나는 PATH 와 RESV 메시지와 같은 RSVP 신호 트래픽을 위한 제어 VC의 관리이다.

가. 데이터 VC 관리

인터넷 서비스를 ATM 망상에서 제공하기 위한 데이터 VC 관리에는 다음과 같은 문제가 논의되어야 한다. 첫째는 IP 멀티캐스트 그룹 멤버들 간에 이질적인 QoS(heterogeneous QoS)를 충족시키는 문제이다. RSVP에서는 수신자(receiver)마다 자신이 원하는 QoS를 요구할 수가 있기 때문에 이러한 이질적 QoS 문제는 ATM VC 관리에서 큰 짐이 된다고 할 수 있다.

두 번째로, IP 멀티캐스트 호스트는 시간에 따라 QoS의 요구가 달라질 수 있으며 또한 멀티캐스트 그룹의 멤버도 변할 수 있다. 따라서 이러한 동적 QoS(dynamic QoS)의 문제를 해결해야 한다.

세 번째로, 멀티캐스트 그룹에 참여하고 있는 종단 호스트를 구분하는 일이다. 종단 호스트는 QoS 서비스를 요구하는 호스트일 수도 있으나 최선형 서비스를 요구하는 호스트일 수도 있는데 이 두 종

류의 호스트를 구분할 수가 있어야 한다.

나. RSVP 제어 VC 관리

다음 문제는 RSVP 메시지를 위한 제어 VC를 관리하는 것이다. 앞서 살펴본 바와 같이 RSVP의 송신 호스트는 멀티캐스트 형태로 수신 호스트들에게 PATH 메시지를 전송하고, 수신 호스트들은 유니캐스트 형태로 RESV 메시지를 송신 호스트에게 전달한다. 따라서 이러한 RSVP의 메시지 전달을 위해서는 유니캐스트와 멀티캐스트 ATM VC를 제공해야 한다. 이를 해결하기 위한 방법에는 다음과 같은 것이 있다.

- 데이터와 동일한 VC의 사용
- 세션(session)당 별도의 VC를 사용
- 여러 세션에 대해서 하나의 절대다중점 VC를 사용

· 여러 세션에 대해서 다수의 절대점 VC를 사용
이러한 방식 중에서 어떤 방식을 선택하느냐는 것은 여러 요인에 의해 결정될 수 있다. 먼저 RSVP를 위한 VC의 개수 문제이다. 여러 세션을 합하여 하나의 VC로서 관리한다면 관리해야 될 VC의 수는 적어진다. 세션당 별도의 VC를 통해 관리하는 경우에는 세션 자체의 트래픽 협약을 할 수 있으며 타 세션에 의한 피해를 받지 않게 된다.

또 다른 문제로는 RSVP 신호 메시지를 위한 VC에 어느 정도의 QoS를 제공하느냐 하는 것이다. 최선형 형태로 QoS를 제공하는 VC의 경우에는 RSVP 메시지의 전달을 보장할 수 없으며, 아울러 여러 세션에 대해서 하나의 통합 VC로서 관리할 경우에는 RSVP 메시지 사용의 빈도수와 관련하여 적절한 QoS를 제공할 필요성이 생기게 된다.

IV. 결 론

본 고에서는 인터넷 통합 서비스를 ATM 통신망을 통해 제공하기 위한 연구 동향을 IETF의 표준화 활동을 중심으로 살펴보았다.

최근 날로 확산되고 있는 인터넷 서비스 기술은 기존의 최선형 서비스 위주에서 벗어나 실시간 멀티미디어 서비스를 포함하는 인터넷 통합 서비스를 수용하기 위한 시도를 벌이고 있다. 이를 위해 그동안 페킷망을 하부 링크 계층으로 사용해온 인터넷은 점차 고속이면서도 QoS 보장이 가능한 ATM을 하부 링크로 이용하여 해결책을 찾고자 노력중이다. IETF를 중심으로 한 이러한 활동은 현재 최선형 서비스로만 운용되는 서비스 모델을 실시간 서비스 개념이 포함된 통합서비스 모델로 확장하고 QoS 보장을 위한 예약 프로토콜인 RSVP 프로토콜을 개발하여 이들을 ATM 망에서 연동하기 위한 시도를 추진중에 있다.

참 고 문 헌

- [1] K. J. Schulz *et al.*, "Taking Advantage of ATM Services and Tarriffs: The Importance of Transport Layer Dynamic Rate Adaptation," *IEEE Network Magazine*, March/April 1997, pp.10~17.
- [2] ATM Forum, "LAN Emulation Over ATM: Version 1.0 Specification," *ATM Forum*, 94-0035R9, 1994.
- [3] H. Linh Trung *et al.*, "LAN Emulation on an ATM Network," *IEEE Communications Magazine*, May 1995, pp. 70-85.
- [4] N. Finn and T. Mason, "ATM LAN Emulation," *IEEE Communications Magazine*, June 1996, pp. 96-100.
- [5] Laubach, "Classical IP over ATM," *RFC 1577*, Dec. 1993.
- [6] Barden *et al.*, "Integrated Service in the Internet Architecture: An Overview," *RFC 1633*, June 1994.
- [7] Paul P. White, "RSVP and Integrated Services in the Internet: A Tutorial," *IEEE Communications Magazine*, May 1997, pp. 100~106.
- [8] Internet-Draft, "IP Integrated Services with RSVP over ATM," <<ftp://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-issll-atm-support-03.txt>>, Mar. 1997.
- [9] Internet-Draft, "Resource Reservation Protocol (RSVP)–Version 1: Functional Specification," <<ftp://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-rsvp-spec-13.txt>>, Aug. 1996.
- [10] Internet-Draft, "RSVP over ATM Implementation Guide-line," <<ftp://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-issll-atm-imp-guide-00.txt>>, Mar. 1997.
- [11] Chris Y. Metz, "Integrated Services Architecture," *The 10th Annual Conference on Next Generation Networks*, Washington, D.C., Nov. 1996, pp. 33-47.
- [12] Internet-Draft, "Interoperation of Controlled-Load and Guaranteed Services with ATM," <<ftp://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-issll-atm-mapping-02.txt>>, Mar. 1997.
- [13] Internet-Draft, "Specification of Guaranteed Quality of Service," <<ftp://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-intserv-guaranteed-svc-06.txt>>, Aug. 1996.
- [14] Ginsburg, *ATM: Solutions for Enterprise Internetworking*, Addison-Wesley, 1996.
- [15] Garrett, "A Service Architecture for ATM: From Applications to Scheduling," *IEEE Network Magazine*, May/June 1996, pp.6~14.
- [16] M. Perez *et al.*, "ATM Signalling Support for IP over ATM," *RFC 1755*, Feb. 1995.
- [17] M. Maher and A. Mankin, "ATM Signalling Support for IP over ATM – UNI 4.0: Update," <<ftp://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ion-sig-uni4.0-01.txt>>, Nov. 1996.