

主 題

인터넷 기반 통합서비스 제공방식과 자원 예약 프로토콜(RSVP)

건국대학교 전자·정보통신공학과 김 영 범

차 례

- I. 서론
- II. RSVP의 필요성
- III. RSVP의 특성
- IV. 트래픽 제어 모듈
- V. 소프트 스테이트의 개념
- VI. RSVP에서의 자원예약 과정
- VII. 맺음말

I. 서론

현재의 IP 프로토콜 상에 구현되어 있는 인터넷 구조는 점대점 베스트-에포트 서비스(point-to-point best-effort service)라고 하는 가장 단순한 형태의 서비스만을 제공하고 있다. 하나의 망에서 베스트-에포트 서비스라 함은 전화망에서 제공되고 있는 보장형 서비스와는 달리 망사용자에게 전송 지연시간, 데이터 손실률 등과 같은 전송 서비스 품질(Quality of Service 또는 QoS)면은 망에서 보장해 주지 않으며, 단지 가용한 망 자원의 범위 내에서 데이터의 특성에 상관 없이 사용자 데이터를 패킷단위로 전송시켜 주는 하나의 망 서비스 유형을 말한다. 이러한 현 인터넷 구조의 단순성은 확장성 면에서 하나의 장점으로써 작용해 왔다

고 할 수 있다. 그러나 근래에 이르러 인터넷 사용자의 폭발적인 증가와 더불어, 화상회의, 인터넷 텔레포니, VOD와 같은 새로운 서비스 영역으로 인터넷의 응용을 확대시킬 필요성이 매우 커지고 있으나, 현 인터넷의 기본 서비스 방식은 이러한 애플리케이션을 지원하기에는 적합하지 않은 것으로 판명되고 있다.

이러한 부적합성은 두 가지 사실에 기인한다. 첫째로, 앞에 언급한 새로운 애플리케이션은 사용자 데이터가 망에서 전송중에 받게 되는 서비스품질에 매우 민감하다는 사실이다. 적절한 서비스 품질을 제공하기 위해서는 각각의 데이터 흐름(여기에서 데이터 흐름이란 특정 데이터 발생원에서 특정 목적지로 향하는 데이터의 열을 말함)에 대해 필요한

망자원이 사용자 데이터가 실제 전송되기 전에 미리 예약되어야 할 필요가 있다. 둘째로, 새로운 애플리케이션들은 단일 송신자와 수신자로 구성되는 점대점 연결 방식 외에 복수의 송·수신자간 연결을 필요로 한다는 점이다. 복수 송수신자간 통신이 필요한 경우는 다자 화상회의의 예에서 찾아볼 수 있다.

자원예약 프로토콜 RSVP(resource ReSerVtion Protocol)란 인터넷 애플리케이션으로 하여금 자신의 데이터 흐름에 대해 필요한 특정 서비스 품질을 획득하도록 허용하는 하나의 망제어 프로토콜이라 할 수 있다. 하나의 종단 시스템내 애플리케이션이 자신의 데이터 흐름에 대해 특정한 서비스 품질을 요구하면 RSVP는 실제 데이터를 전달하기 위해 통신망이 사용하게 되는 경로상의 각 노드(라우터나 호스트)를 방문하여 이러한 요구(request)를 전달한다. 각 노드에서 RSVP는 요구사항에 따른 예약을 수행하고, 요구된 서비스를 제공하기 위해 이 예약에 관한 정보(state라 함)를 유지하도록 한다. RSVP에서의 핵심 가정은 자원예약이 대부분 고속 화상전송과 같은 멀티캐스트 애플리케이션을 위해 필요하다는 것이다. 이러한 망 애플리케이션에서는 이질적인 전송환경을 갖는 영역에 속하는 많은 수의 수신자가 존재한다는 특수성이 존재한다. RSVP는 인터넷과 같은 비연결형 정보흐름에 하나의 확실성을 부여하고자 의도하고 있으며 이렇게 함으로써 RSVP는 패킷기반의 멀티미디어상에서 적절한 수준의 화상, 음성 데이터, 실시간 데이터 전송을 가능케 하고자 의도하고 있다.

RSVP는 1997년 9월 Internet Engineering Task Force(IETF)에 의해 채택된 프로토

콜로서 IPv4, IPv6를 포함한 복수의 망 프로토콜을 지원할 수 있도록 설계되었다. 본고에서는 인터넷에서의 통합 서비스를 실현하기 위한 예약 설정 프로토콜인 RSVP에 대해 살펴 보고자 한다. 본고의 구성은 다음과 같다: 먼저 다음 장에서는 통합 서비스를 지원하기 위하여 RSVP가 등장하게 된 배경을 인터넷 트래픽의 특성면에서 논의하고 III 장에서는 RSVP의 기본적인 특성을, IV장에서는 통합 서비스 지원을 위한 라우터내 트래픽 제어 모듈의 구성을, V장에서는 RSVP의 기본 동작 절차를 살펴보기로 하겠다.

II. RSVP의 필요성

RSVP의 기능과 역할을 이해하기 위해서는 먼저 인터넷상의 트래픽 패턴을 이해할 필요가 있다. 인터넷상의 트래픽 패턴은 크게 탄성 트래픽(elastic traffic)과 비탄성 트래픽(inelastic traffic)의 두 범주로 나눌 수 있다. 파일 전송과 같은 종래의 망 기능은 전송지연에 민감하지 않다. 망 사용자는 파일전송이 신속하게 수행되기를 선호하겠지만 실제의 전송은 걸리는 시간에 관계없이 진행된다. 이러한 애플리케이션에서 생성되는 트래픽은 어떠한 전송지연 조건도 크게 상관하지 않으므로 탄성 트래픽이라고 하며, 대량의 데이터 전송을 요할 수 있으므로 대역폭에 어느정도 민감하다고 할 수 있다. 탄성 트래픽의 경우 애플리케이션들은 가용한 비트율에 따라 전송속도를 향상 또는 감소하게 되므로 탄성 트래픽을 가용비트율(Available bit rate, ABR) 트래픽이라고도 부른다.

비탄성 트래픽은 인터넷 상에서 전송지연 및 처리율(throughput)의 변화에 쉽게 적응할 수 없는 트래픽을 말한다. 비탄성 트래픽의 대표적인 예는 실시간 트래픽을 들 수 있다. 비탄성 트래픽은 특성상 인터넷상에서 전송시 전송 서비스품질을 규정하는 파라미터들인 처리율, 전송 지연, 지터(또는 전송 지연시간 변동), 패킷 손실률 등이 얼마 이상 또는 얼마 이하이어야 한다는 요구조건을 갖는다. 다음의 도표는 탄성 트래픽과 비탄성 트래픽의 일반적인 특성을 요약하고 있다.

민감도	비탄성 트래픽	탄성 트래픽
지연시간	민감	비민감
지터	민감	비민감
전송 대역폭	민감	민감
패킷 손실률	비민감	민감

표 1. 탄성 트래픽과 비탄성 트래픽의 특성

상기한 비탄성 트래픽이 요구하는 전송조건들은 변동적인 큐잉 지연시간과 트래픽 폭주에 의한 패킷 손실이 상존하는 망 환경에서는 충족되기 어렵다. 따라서 비탄성 트래픽을 인터넷상에 수용하기 위해서는 인터넷 구조에 있어서 두 가지 사항이 추가로 도입되어질 필요가 있다. 첫째, 높은 요구조건을 갖는 트래픽을 선택적으로 처리할 수 있는 메커니즘이 필요하다. 둘째로, 모든 애플리케이션은 일종의 서비스 요구 전달기능을 이용하여 서비스를 받기 전 또는 IP 패킷 헤더내의 필드를 이용하여 서비스 도중에 자신의 요구사항을 (망에게) 제시할 수 있어야 한다. 그러나 서비스 받기 이전에 미리 예약을 하는 방법이 요구사항의 기술, 수용 및 설정면에서 보다 유연성을 가지기 때문에 선호된다. 이는 어떤 형태의 자원예약 프로토콜이 필요함을 의미한다.

탄성 트래픽의 특성을 일반적인 특성의 범위를 넘어서 규정하는 것은 어렵다. 그러나 실시간 트래픽의 특성을 비교적 정확히 기술하는 것은 가능하다. 예를 들어 MPEG 코덱의 경우 통상적으로 평균 3~7Mbps, 최대 12Mbps의 데이터를 발생한다. 사용자 트래픽에 대한 요구사항을 기술한 것으로써 흐름 사양(flow specification)이라고 하며, 통상적으로 처리율 및 전송지연에 대한 사항들을 포함한다.

현재의 망은 통상적인 버스티한 데이터를 높은 신뢰성을 가지고 그러나 적정 수준의 전송 지연을 가지고 전송할 수 있도록 설계되었다. 그러나 이들은 스트리밍 실시간 오디오와 비디오 데이터를 처리할 수 있도록 고려되어 있지 않다. 실시간 애플리케이션에 의해 생성된 비탄성 트래픽을 성공적으로 전송하기 위해서는 필요한 특정 자원이 할당되어질 필요가 있다. RSVP가 필요한 이유는 TCP/IP가 비연결형이며 망 예측할 수준의 성능을 제공할 수 없다는 데 있다. 따라서 멀티미디어를 지원하기 위해서는 전송대역폭, 일관된 서비스품질 및 멀티포인트 패킷전송을 제공할 수 있어야 한다.

전송지연 지터를 줄인다는 것은 지터에 민감한 정보흐름에 대해 일종의 우선 순위를 부여함을 의미한다. 연결지향형 프로토콜에 있어서는 다소 쉬우나, 비연결형 프로토콜은 다음의 두 가지 문제를 가진다.

가. 망 노드(라우터)는 데이터 흐름을 인식하지 못하며 오직 개개의 데이터그램 단위로만 사용자 데이터를 인식할 뿐이다. 이러한 데이터그램들은 우선순위를 갖는 데이터그램으로 식별하기 위해 필요한 아무런 정보도 갖고 있지 않으므로 어떤 것이

우선 순위를 갖는지 식별할 방법이 없다.

나. 데이터 흐름을 인식할 수 있다 하여도 TCP/IP 같은 프로토콜에는 주어진 흐름이 어떤 수준의 서비스품질(QoS)을 요구하고 있는지를 명시할 수 있는 메커니즘이 없다.

종래의 데이터 애플리케이션 뿐만이 아니라 많은 전송 대역폭을 요하는 새로운 애플리케이션의 구현은 일관된 서비스품질 보장을 요구하며 라우팅 및 망 자원 할당 측면에서 기본적으로 다른 해결방식을 필요로 한다. 또한 오늘날의 라우터 기반 망에 적합하여야 한다는 측면도 고려되어야 한다.

한가지 흥미있는 애플리케이션의 그룹은 다중점 및 실시간 인터랙티브 애플리케이션들이다. 기본적인 예로서는 화상회의를 들 수 있다. 데스크탑 화상회의를 위해서는 같은 장소에 있지 않는 개인적인 그룹간 실시간 인터랙티브 통신이 필요하다. 사용자가 트래픽 부하가 작고 연결성이 비교적 좋은 망에 위치해 있는 경우, 자원 예약을 할 필요없이 무리없는 통신이 가능하다. 그러나 망이 과부하 상태라면, 전송지연은 증가할 것이고, 몇몇의 패킷이 버려지거나 또는 너무 늦게 도착될 것이다. 따라서, 수신된 영상은 선명하지 않을 수 있고, 음성은 바람직하지 않은 소음을 포함하게 될 가능성이 커진다. 이는 자원 예약을 행하지 않는 가장 기본적인 서비스의 경우이다. 반면에 화상 수신자 측에 자동 현금 인출기에서와 유사한 카드 삽입슬롯이 있다고 가정하고, 사용자가 슬롯에 신용카드를 삽입했을 때 자원예약을 위한 패킷이 망으로 전송되어 사용자 측에서 선명한 화상과 명확한 음성을 요청한다면, 적절한 가격으로 이 요구를 수용하고자 할 네트워크는 많을 것이다. 이것이 바로 RSVP의 모델이다. 수신자의 요구 수준에 따라 수신자는 사용료를 부담

하게 될 것이다. 이러한 모델은 아주 큰 규모의 멀티포인트 통신 서비스에 아주 적합하며, 점대점 통신은 이러한 서비스 형태의 특수한 경우로써 간주된다.

필요한 것은 비탄성 트래픽을 위하여 종단간 망 자원을 예약할 수 있도록 라우터들간 통신을 가능케 하기 위한 표준 프로토콜, 인터페이스 및 압축기술을 이용한 소프트웨어적인 해결 방안이다. 더불어 이러한 해결안은 기존의 Ethernet, Fast Ethernet, FDDI 및 IP WAN과도 호환성이 있어야 한다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위하여 IETF는 현재 TCP/IP 네트워크와 호환가능한 단대 단 연동 프로토콜인 RSVP에 대한 표준을 정의하였다.

III. RSVP의 특성

ST-2[3]와 같은 종래의 예약 프로토콜들은 자원 예약과 가상회선 설정의 결합으로 되어 있다. 그러나 이러한 방식은 IP의 데이터그램 서비스와의 호환성 면에서 문제를 갖는다. 실제로 ST-2에서는 IP 계층위에 가상회선 서비스를 엮는 방식을 취하고 있어서 ST-2 사용자는 인터넷으로부터 분리될 수밖에 없다. RSVP의 동작 패러다임은 ST-2와는 매우 다르다. 예약 메시지는 IP 패킷과 동시에 보내지며 이 메시지들은 각 라우터에 자원 예약을 위한 패킷 프로파일을 기술한다. 이러한 방식은 애플리케이션을 수정할 필요없이 자원예약을 가능케 하며, 점진적으로 인터넷에 도입될 수 있다는 장점을 갖고 있다. 이 장에서는 RSVP의 특성을 살펴보기로 한다.

인터넷 제어 프로토콜

RSVP는 IPv4 혹은 IPv6의 상위에서 동작되는 프로토콜 스택상의 트랜스포트 계층에 위치하는 프로토콜이다. 그러나 RSVP는 실제로 TCP와 같이 애플리케이션 데이터를 운송하지는 않으며, ICMP, IGMP 혹은 라우팅 프로토콜들과 같은 인터넷 제어 프로토콜이라 할 수 있다. 하나의 애플리케이션은 자신이 필요한 서비스 등급에 대하여 망에 알린다. 프레임 릴레이 망에서는 프레임 릴레이 기술, ATM 망에서는 ATM 기술, FDDI 망에서는 FDDI 기술을 사용하여 종단간 자원을 예약한다. 라우팅 및 망관리 프로토콜들의 구현에서와 유사하게 RSVP는 통상적으로 데이터 전송경로에서는 동작하지 않고 배경적으로 동작한다.

RSVP와 라우팅

IP 라우팅은 친숙한 개념으로서 OSPF, BGP-4, Enhanced IGRP 및 기타 다른 라우팅 프로토콜들이 이러한 기능을 담당한다. 라우팅 프로토콜들은 어떻게 유니캐스트 트래픽이 특정 소스로부터 특정 목적지까지 전송되는지를 결정한다. 멀티캐스트 라우팅은 IGMP(Internet Group Management Protocol)나 PIM(Protocol-Independent Multicast)과 같은 프로토콜에 의해 제공되며, 네트워크 디바이스로 하여금 멀티캐스트 패킷을 위한 효율적인 분산 트리를 만들 수 있도록 한다.

RSVP는 그 자체가 라우팅 프로토콜은 아니다. 그것은 오직 라우팅에 따라 전송되는 패킷들의 QoS에만 관심이 있다. RSVP는 현재와 미래의

여러 라우팅 프로토콜과 함께 동작할 수 있도록 설계되어 있다. RSVP는 경로획득을 위해 지역적인 라우팅 데이터 베이스를 참조한다. 라우팅 프로토콜들은 패킷이 전송될 곳을 결정하며, RSVP는 현재의 인터넷 라우팅 알고리즘의 견고성을 이용할 수 있도록 설계되어 있다. RSVP는 어느 곳에 예약 요구를 전달할 지를 결정하기 위해 내부의 라우팅 프로토콜을 사용한다. 망 토폴로지 변화에 적응하기 위해 라우팅경로가 변하게 되면, RSVP는 자원 예약이 필요한 모든 새로운 경로에 대해 적응적으로 예약을 수행한다.

예약 메커니즘으로부터 라우팅의 분리는 약간의 문제를 내포하고 있다. 라우팅 테이블의 내용변화에 대처하고 요청된 자원 예약기능을 수행하기 위해 경로를 선택하는 측면에서 두 가지 문제점을 제기할 수 있다.

가. 라우팅 프로토콜은 자신의 라우팅 테이블의 내용 수정이 가능하다. 만약 더 좋은 경로가 가능하게 되면 OSPF(Open Shortest Path First)와 같은 라우팅 프로토콜은 경로를 다시 계산하여 재설정하게 된다. 이같은 경우 미리 자원 예약이 되어 있는 기존 경로는 더 이상 사용되지 않는다는 것을 의미한다. 새로운 경로의 길이는 기존 경로보다 더 짧을 수 있으며, 기존 예약은 무의미하게 되고 사용자 서비스 품질은 만족될 수 없게 될 것이다.

나. 사용자 요구사항을 충족시킬 수 있는 사용 가능한 자원이 충분하지 않으면 그 예약 요구는 받아들일 수 없게 된다. 그러나 다른 경로에서 충분한 자원이 사용 가능한 경우에도 이러한 상황은 발생한다.

뚜렷한 해결책은 자원예약을 일종의 예외적인 라우팅에 연계시키는 것을 생각해 볼 수 있다. 그러나, 이 방법은 라우팅과 예약 수행과정간의 밀접한 상호 협조가 필요하며 이에 대한 연구는 IETF 워킹그룹에서 지속적으로 수행되어질 필요가 있다.

단방향 데이터 흐름

멀티미디어 흐름들은 대개 비대칭이기 때문에 RSVP는 데이터흐름을 단일 방향으로써 취급한다. 이는 논리적으로 데이터 송신자와 데이터수신자의 역할이 구별됨을 의미한다. 동일한 애플리케이션 프로세스가 동시에 수신자와 송신자의 역할을 행한다 하더라도, RSVP에 관해서는 다르게 행동하게 된다. 송신자는 데이터 스트림을 생성하며, 하나의 데이터 스트림이 현재 활성화 상태(active)임을 수신자에게 통보한다. 수신자는 송신자의 메시지를 받고, 자원 예약을 망에 요청하게 된다. 이 예약은 오직 한 방향으로만 요구된다.

RSVP는 단방향 흐름을 사용하기 때문에, 하나의 대화 세션은 개별적인 두 개의 RSVP 흐름으로 구성된다. 하나의 주어진 흐름에 대해 수신자는 그 흐름과 관련된 예약을 수행할 책임이 있다. 이러한 방식은 RSVP의 멀티캐스트 구현을 용이하게 하기 위하여 설계되었다

RSVP은 수신자 지향형

RSVP는 수신자 기반 프로토콜로서, 자원예약 요구는 서비스의 수신자 측에서 시작된다. 이러한 방식은 케이블 TV에서도 이용되고 있는데, 여기에서 선택권은 수신측 애플리케이션에 있어서 수신자가 특별한 채널을 선택할 수 있도록 되어 있다. 특

정한 데이터 흐름(예를 들어 비디오 파일의 전송)의 수신측에 연결되어 있는 라우터는 데이터 흐름을 위해 사용되는 자원의 시작과 유지에 책임을 갖는다.

이러한 동작방식은 큰 규모의 그룹, 변동적인 그룹 멤버십 및 다양한 특성의 수신자 요구사항 등을 효율적으로 수용하기 위한 것이다. 수신자 호스트 애플리케이션으로부터 요구된 QoS는 자체 RSVP 프로세스에 넘겨져서 RSVP 프로토콜은 데이터 소스의 역방향 데이터 경로상의 모든 노드(라우터 또는 호스트)로, 그러나 수신측 데이터 경로가 멀티캐스트 트리와 합쳐지는 노드까지만 이러한 요구를 전달한다. 결과적으로, RSVP의 자원예약에 따르는 부담은 일반적으로 수신자 수의 증가에 따라 선형적인 증가 대신 logarithmic한 증가만을 가져오게 되는 이점이 있다.

효율적인 메시지 전파

RSVP는 멀티캐스트 트리를 따라 올라 가면서 통합되는 수신자 지향형 예약요구를 이용하기 때문

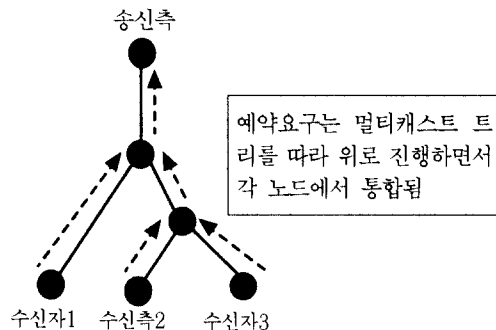


그림 1. 자원예약 메시지의 진행과정

에 매우 큰 규모의 멀티캐스트 그룹으로의 확장이 용이하다. 하나의 수신자에 대한 예약은 멀티캐스

트 트리의 소스까지 진행될 필요가 없으며 트리상의 예약된 브랜치까지만 진행된다. RSVP 프로토콜은 멀티캐스트 애플리케이션을 염두에 두고 특별히 설계되었으나 유니캐스트 통신을 위한 예약도 수행할 수 있다.

유니캐스트, 멀티캐스트 및 브로드캐스트

화상회의와 같이 어떤 멀티미디어 애플리케이션들은 둘 이상의 참가자를 포함할 때 가장 효과적이다. 멀티포인트 연결의 중요한 특징은 다양한 특성을 갖는 수신자를 수용할 수 있다는 것이다. 멀티포인트 통신을 구현하는 방안으로서 3가지 방법을 생각해 볼 수 있다.

- 유니캐스트: 송신 컴퓨터는 각 수신자에게 각기 다른 데이터 사본을 전달한다. 그러나 이는 대역폭 낭비가 크며 매우 나쁜 확장성을 갖는다.

- 브로드캐스트: 송신 컴퓨터는 브로드캐스트 패킷을 발송할 수 있다. 망 디바이스들은 보내고자 하는 수신측에 확실하게 전달하기 위해 망의 모든 부분으로 이러한 패킷을 진행시키게 된다. 그러나 이 또한 대역폭 낭비가 심하다.

- 멀티캐스트: 송신 컴퓨터는 모든 의도된 수신자로 주소가 되어 있는 멀티캐스트 패킷을 발송한다. 네트워크는 단지 필요로 할 때에만 패킷을 복사하게 되며 따라서 IP 멀티캐스트는 대역폭을 절약하게 된다. 어떤 경우에는 멀티캐스트 라우팅은 유니캐스트에서와 같은 경로를 사용한다. 이때 멀티캐스트 라우팅은 유니캐스트 라우팅 테이블을 검색할 수도 있다.

매우 큰 규모의 사용자 정의 그룹에 속하는 IP 네트워크 상의 호스트로 향하는, 실제상황 또는 녹화상태의 음성 및 비디오 스트림의 멀티캐스트는 전

송지연과 지터 문제로 인하여 매우 어려운 일이다. 따라서 멀티미디어 네트워킹 소프트웨어는 데이터를 실시간으로 전송하고 멀티미디어 스트림을 동기시키기 위해 필요한 기능을 제공하여야 하며 이는 현재의 그리고 추후의 인터넷 표준을 따라잡기 위해서도 필연적이다. 또한 개별적으로 그리고 동적으로 멀티캐스트 그룹에 참가와 이탈이 가능하도록 기술개발이 되어야 하며, 더욱이 넓은 범위의 이질적인 서비스 요구사항 및 망의 사정을 수용할 수 있어야만 한다.

	Stored Data Streams	Real-Time Interactive
Point-to-Point	Multimedia mail Multimedia notes	Distance learning kiosks
Multipoint	LAN TV Financial broadcasts	Desktop conferencing Live broadcast

표 2. 멀티미디어 애플리케이션의 유형

RSVP는 그룹 멀티캐스트 멤버십 변동 및 경로 변경에 잘 적응하도록 설계되어 있으며, 유니캐스트와 다자 대 다자(many-to-many) 멀티캐스트 애플리케이션 모듈을 위한 자원예약 기능을 수행할 수 있다. 유니캐스트 전송에서는 하나의 목적지 호스트가 있지만 많은 송신자가 있을 수도 있다. RSVP는 다중점 대 단일점(multipoint-to-single-point) 통신을 위한 예약을 또한 설정할 수 있다.

IV. 트래픽 제어 모듈

RSVP에 관한 RFC는 자원 예약에 관한 요청 메커니즘을 정의하고 있으나 요청된 서비스 품질을 보장할 수 있는 우선순위에 따른 패킷처리 메커니

즘을 라우터내에 구체적으로 어떻게 구현하여야 하는지에 대해서는 명백히 기술하고 있지 않다. 라우터는 특정기능들을 수행하는 몇몇의 기능요소들을 구현하여야 한다. RFC는 필요한 기능요소들이 무엇인가는 제시하여 주지만, 구현에 관한 세부사항 또는 가이드 라인도 명시해 주지 않는다. 즉, 각각의 기능 요소들은 주어진 목표를 수행하는 블랙 박스로 볼 수 있는 것이다. 각각의 기능 요소들을 살펴보기로 한다.

- RSVP daemon: 다른 모듈들의 도움을 통해 예약 알고리즘을 관리하는 주 모듈이다. 예약을 설정하기 위해 policy 제어기와 접속 제어기의 승인을 요청하는 임무를 가지며, 허락이 주어지면 RSVP daemon은 요구되는 서비스 품질의 실현을 위해 패킷 분류기와 패킷 스케줄러내의 관련 파라미터들을 설정한다.

- policy 제어기: 이 모듈은 누가 예약 요구를 할 자격이 있는지와 어떤 종류의 서비스 품질을 예약할 수 있는지 등에 관한 관리자적 측면의 문제들을 다룬다. 현재 RSVP 규격은 예약정보와 함께 policy 정보를 전송하기 위한 메커니즘을 정의하고 있으나 policy 자체는 정의하고 있지 않다. 예약요청에 대해 policy 제어기의 승인을 얻지 못하면 자원 예약은 되지 않으며 예약 요청자로 오류 메시지가 송부된다.

- 접속 제어기: 예약 요청에 따라 필요한 자원들이 각 노드에서 사용가능한지를 결정한다. 만약 어느 한 노드에서라도 자원지원이 불가능한 경우 RSVP 프로그램은 오류 신호를 예약요청을 한 애플리케이션에게로 전송한다.

- 패킷 분류기: 접속 제어기, policy 제어기에서 모두 승인이 떨어지면, RSVP daemon은 들어오는 데이터 패킷을 패킷 분류기로 보내게 되고, 이 패킷 분류기는 각 패킷의 경로와 서비스 품질 등급

을 결정한다. 이를 위해서 패킷 분류기는 라우팅 기능 모듈과 연계될 수도 있다.

- 패킷 스케줄러: 패킷들은 패킷 스케줄러에서 큐잉이 되고 필요에 따른 우선 순위를 부여받게 된다. 패킷 스케줄러는 특정된 링크로의 전송을 대해 자원을 할당하며 CPU 타임 또는 버퍼등 기타 다른 자원의 할당을 담당할 수도 있다. 이 모듈은 약속된 서비스 품질을 보장하는데 책임이 있으며 이의 구현은 필요에 따라 큐잉된 흐름들에 우선 순위를 부여함으로써 가능하다.

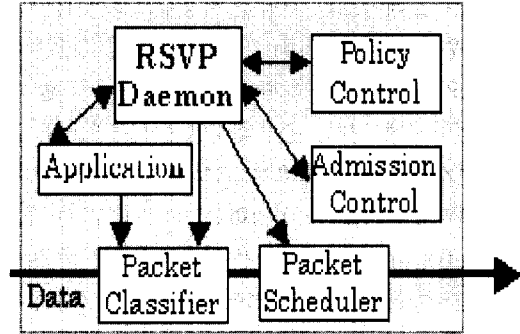


그림 2. 라우터내 트래픽 제어 모듈의 구성

최대의 유연성과 모듈화된 구조를 실현하기 위해 RSVP는 서비스 품질 및 policy 제어 파라미터들을 불분명한 데이터로 취급하여 전송하게 되며 이 데이터의 해석을 위해 트래픽 제어기 및 policy 제어기로 보내게 된다. 이러한 기능 모듈들은 RSVP를 지원하는 각 라우터에 구현되어 있어야 한다.

V. 소프트 스테이트의 개념

자원 예약 기능은 경로를 따라 각각의 라우터의 상태를 설정함으로써 가능하다(망 자원은 라우터내의 현 스테이트에 따라서 여러가지 다른 흐름들에 할당된다). 만약 수신자가 자원을 설정한 후에 이를

해제하지 않고 망을 떠나는 경우를 설정하여 보자. 망 라우터들은 이 예약된 자원들을 영구적으로 유지해야 하는가? 이러한 오동작을 방지하기 위해 RSVP는 라우터 내에 소프트 스테이트의 개념을 도입하고 있다. 이 개념하에서 라우터의 스테이트 설정은 한시적이며 별도의 설정 요구 메시지에 의해 갱신이 되지 않으면 일정시간 경과후 자동적으로 해제된다. 이러한 방식에 의해 동적인 적응성과 견고성을 달성할 수 있다.

소프트 스테이트의 개념을 사용함으로써 RSVP는 라우터가 항상 failure가 전무하며 경로들이 안정적으로 유지되어야 할 것으로 가정해야 할 필요가 없어지게 된다. 송신측에서 수신측으로의 경로가 변경되는 경우 필요한 조치는 오직 새로운 경로를 따라 스테이트를 설정하는 것이며, 기존 경로로의 refresh 명령 메시지가 전송되지 않도록 확인만 하면 된다. 이러한 방법에 의해 기존 경로상의 라우터의 state는 자동적으로 시간만료가 되고 따라서 예약된 자원은 자동적으로 해제된다. 소프트 스테이트와 반대의 개념인 항구적인 스테이트는 중단 시스템에만 존재하며 이 스테이트들은 주기적으로 라우터내 스테이트의 refresh를 위한 메시지를 보내게 된다.

소프트 스테이트 모델은, 큰 규모의 멀티캐스트 그룹의 멤버쉽과 이에 대한 멀티캐스트 트리 토폴로지가 변하기 쉬운 멀티캐스트 통신에 대해 매우 적합하다. 소프트 스테이트와 주기적인 refresh의 결합은 전송상의 손실을 예방할 수 있다.

소프트 스테이트의 구현을 위해 경로 요청과 예약 요청은 주기적으로 반복 발생되어야 한다. 메시지가 새로운 것인지 또는 refresh를 위한 것인지의

결정은 각 노드에서 노드의 현재 스테이트에 따라서 결정된다. 따라서 경로상의 어느 한 라우터가 어떤 이유에 의하여 그 상태를 제거했을 경우 다음의 refresh 메시지는 다른 라우터에서는 refresh 메시지로 판별되는 반면 이 라우터에서는 새로운 메시지로 인식된다. 어쨌든 그 메시지 이후에는 전체 경로를 따라서 새로 상태가 설정된다.

두 개의 파라미터 T와 R을

○ T = 하나의 라우터 스테이트의 TTL(Time To Live) period

○ R = 경로 또는 예약요청의 refresh period로 정의하면, 이 값들은 R이 T보다 매우 작도록 선택되어야 하며 이렇게 함으로써 전송 오류에 의해 스테이트가 너무 일찍 소멸되는 것을 막을 수 있다. 반면에, 이 조건은 부작용을 유발하기도 하는데 예약이 더 이상 갱신되지 않는에도 불구하고 그 예약이 세션의 존속기간보다 더 오래 유지될 수 있다. 이러한 경우 RSVP는 "teardown" 메시지를 보내어 자원 해제를 신속하게 행하도록 한다. 만약 T값이 R의 K배 ($T=K*R$)이면 RSVP는 실수로 상태를 삭제함 없이 K-1의 연속적인 RSVP 패킷 손실을 감수할 수 있다.

VI. RSVP에서의 자원예약 과정

RSVP는 하나의 세션의 중단점들로 하여금 망을 걸쳐서 제어 정보를 보내게 함으로써 중단간 데이터 흐름을 처리한다. 여기에서 세션이란 목적지에 의해 구별되는 데이터 흐름이라 할 수 있다. 이 제어 메시지는 망 노드에서 스테이트를 설정하며 한 노드의 스테이트는 그 노드를 통과하는 서로 다

른 흐름에 대한 자원 할당 policy를 결정한다. 노드들에서의 스테이트는 흐름의 경로와 함께 최종적인 서비스 품질을 결정짓게 된다.

RSVP는 6가지 종류의 메시지를 정의하고 있다.

Message	Who sends this message	Meaning
PATH REQUEST	sender	information for "marking" the distribution tree
PATH ERROR	router along the path	a PATH request has generated an error
PATH TEARDOWN	sender	expedites the freeing of resources
RESV (reservation) request	receiver	request to reserve resources
RESV ERROR	router along the path	refuse to reserve resources (either due to lack of resources or because of authorization failure)
RESV TEARDOWN	receiver	expedites the freeing of resources

표 3. RSVP 제어 메시지

제어 메시지가 송신 및 수신자간에 정확히 전달될 수 있도록 하나의 세션 참가자들은 네트워크 상의 경로를 알아야 한다. 주어진 한 시점에서 망 라우팅 테이블은 송신자와 수신자간의 경로를 정의한다. 하나의 송신자가 있다고 가정하면, 이 경로 메쉬는 송신자는 root, 수신자는 leaves, 그리고 호스트와 라우터는 중간 노드에 해당하는 분배 트리를 형성한다. RSVP는 수신자 지향형 프로토콜이므로 또한 서비스 품질을 원하는 수신자들은 자신에게 이르는 분배 트리상의 특정 경로를 따라 자원을 예약할 필요가 있으므로 수신자 측에서 그 경로의 역방향으로 RSVP 메시지를 보낼 수 있는 방안이 있어야만 한다. RSVP 송신자들은 PATH 메시지를

주기적으로 발생시킨다. PATH 메시지는 그 시스템이 송신자라는 것을 나타내 주며 분배 트리를 따라 상방향으로 진행되는 후속의 RSVP 메시지들을 라우팅하는 데 필요한 정보를 담고 있다. 수신자에게 도착하였을 때, 그 정보들은 수신자가 RSVP 메시지를 만드는데 도움을 주고, 다음으로 RSVP 메시지는 실제로 자원 예약을 요청하게 된다.

PATH 메시지는 다음의 정보를 포함한다:

- 목적지 주소 (IP 멀티캐스트 주소)
- 예약 ID
- 선행 노드의 주소(후속 RSVP 메시지를 진행하는 데 사용)
- 특정 송신자로부터의 트래픽을 인식하기 위한 템플릿
- 송신자 발생 트래픽을 기술하는 흐름 사양 (flow specification)

이들 메시지는 사용자 데이터가 취하는 경로와 똑같이 분배 트리를 따라 내려 보내진다. 라우터는 이 정보를 이용하여 이 PATH 메시지를 계속해서 내려 보내기 전에 선행 노드의 IP 주소에 관한 자신의 정보를 갱신한다. 이러한 방법으로 예약 정보는 설정이 되며 또한 모든 수신자에 제공된다.

PATH 메시지들은 네트워크상에 marking하는 데 사용되며 이로써 수신측이 소스를 향하여 RSVP 요청을 보내고 또한 필요한 만큼의 자원을 예약하는 과정이 가능하게 된다. 수신자의 요구를 받게 되면, 라우터는 송신자 방향의 바로 다음 진행 노드를 알아내기 위해 이 경로 정보를 사용한다. 그러나 망 토폴로지는 여러 가지 요인(망 노드의 고장이나 나온 경로가 새로 발견되는 경우)으로 인해 동

적으로 변화하기 때문에 하나의 분배 트리는 가변적이다. 따라서 최근 정보의 분배 트리를 가지고 PATH 메시지를 통해 망 노드내의 정보를 동기화시킬 필요성이 생긴다. 또 다른 동기화에 관한 문제는 멀티캐스트 그룹의 멤버(송신자와 수신자)들은 반드시 동시에 그룹에 합류하거나 이탈하지 않으므로 지속적으로 기존의 노드들이 트리에서 제거되거나 새로운 노드들이 분배 트리에 추가될 수 있다. RSVP는 이러한 문제들을 소프트 스테이트의 개념을 사용함으로써 해결하고 있다. 소프트 스테이트는 제어 메시지에 의해 refresh되지 않고 정해진 시간이 지나면 소멸되며 또한 "tear down" 메시지에 의해서도 제거될 수 있다.

PATH 요구와 예약 요구들은 일정한 시간 간격을 가지고 주기적으로 행해진다. 만약 라우팅 테이블의 내용이 바뀌면 다음 번의 PATH 요구는 새로운 경로를 따라가게 되며, 다음 예약 요구는 새로운 경로를 따라가게 된다. 새로운 수신자가 그룹에 추가되면 다음 PATH 메시지가 새로운 수신자에 이르는 branch들을 marking함으로써 자원 예약을 수행할 수 있도록 한다. PATH 메시지에 의해 marking된 분배 트리에 의해 수신자들은 하나의 데이터 흐름에 대한 예약을 요구할 수 있게 된다. 이것은 RSVP 메시지를 올려 보냄으로써 완성된다. 하나의 소스는 여러 개의 세션을 시작할 수 있으므로, 예약 요구는 수신자가 언급하고 있는 특정 세션을 인식할 수 있는 사항이 반드시 포함되어야 한다. 한 예약의 기본 요소는 flow descriptor이며 이는 예약이 요구된 데이터 흐름에 속하는 패킷을 인식하는 데 사용되는 filter spec과 요구하는 서비스 품질을 정의하는 flow spec으로 구성된다.

RSVP 메시지들은 분배 트리의 따라 상방향으

로 노드단위로 전달된다. 수신자가 어떤 자원을 예약하고자 할 때, 예약이 반드시 성공한다는 보장은 없다. 실패할 경우 요구자는 요구가 거부되었다는 통지를 받게 된다. 효율성을 기하고 불필요한 중복성을 피하기 위해 어떤 노드에 도착하는 서로 다른 RSVP 제어 메시지들은 다음의 노드에 보내지기 전에 필요에 따라 통합되거나 분할된다. 예를 들어 같은 세션에 속하는 두 송신자가 PATH 메시지 송신을 위해 동일한 링크를 사용한다면 라우터는 2개의 요구 메시지를 하나로 합친 다음에 다음 노드에 전해준다. 만약 두 송신자가 다음 라우터에서 서로 다른 링크를 언급하고 있다면, 다음 라우터들은 요구들을 그들의 목적지에 맞게 분할한다. 비슷하게 라우터가 동일한 다음 노드로 향하는 몇 개의 예약 요구를 받으면, 라우터는 요구들을 가장 큰 유효 request로 통합하여 전달하며 실제로 예약의 style에 따라 각기 다른 라우터 행동방식을 갖게 된다. 요구된 filter spec과 flow spec과 함께 예약 style은 제어 메시지를 통합, 분할 또는 그대로 전달할 것인 지에 대한 사항을 정의하게 된다.

정상상태에서 스테이트는 merging을 위해 hop 단위로 갱신되며 각 노드는 요구된 스테이트와 저장된 스테이트 들을 비교하여 필요한 변경을 수행한다. 현재 노드에서 스테이트 변화를 가져올 경우에만 스테이트 요구는 다음 노드로 전파된다(만약 변경이 필요 없다면 망의 현 스테이트는 이미 이러한 스테이트 요구를 만족하고 있는 셈이 된다). 이 경우에 refresh 메시지는 나머지 부분의 망이 종단간에 지연없이 변화를 반영할 수 있도록 가능한 신속히 생성되어야 한다. 또한 변경 사항의 전달은 merging에 의한 스테이트 변화가 없는 점에 도달하게 되면 멈추게 된다. 이는 변화에 인한 RSVP

제어 트래픽을 최소화하며, 큰 규모의 멀티캐스트 그룹으로의 확장을 위해 불가결하다.

하나의 데이터흐름의 용도가 다하게 되면(예를 들어 화상전송의 종료시), RSVP 수신자는 단순히 그 데이터 흐름에 대한 관심을 알리는 것을 중단하거나, 좀 더 적극적으로 모든 데이터 흐름의 수신을 중지하겠다는 결정을 알릴 수도 있다.

VII. 맺음말

RSVP는 역동적인 멤버십 변동뿐만이 아니라 수신자간의 이질성을 수용하기 위한 수신자 지향형 예약 설정 기능을 제공하고, 상호 분리된 필터 기능 및 예약 기능과 자원 예약 내용을 유지함에 있어서 소프트웨어 스테이트 방식을 사용함으로써 효율적이고 견고한 다중점 대 다중점 통신을 지원하며, 또한 예약 기능과 라우팅 기능을 분리함으로써 모든 라우팅 프로토콜 상에서 동작할 수 있도록 설계되었다 [11]. 아직 표준화가 잘 되어 있지 않다는 점이 RSVP의 구현에 있어서의 문제점이라고 할 수 있으나 다수의 라우터 벤더들이 RSVP를 구현할 것으로 기대된다. 실제로 Cisco Systems과 같은 대형 벤더들은 그들의 새 시스템에 이미 RSVP를 구현하기 시작하고 있다.

실시간 애플리케이션들이 지속적으로 등장함에 따라 RSVP의 효용성은 증대되고 있으나 RSVP를 사용하기 위해서는 모든 응용 프로그램을 수정해야 하는 문제점이 존재하고 있다. 이는 응용 프로그램에 관계없이 RSVP를 사용하는 Winsock 2와 같은 미들웨어에 필요한 수정을 하거나 또는 응용 프로그램과 병렬적으로 실행되는 2차적인 응용 프로그램을 사용하는 방안을 고려할 수 있다.

* 참고 문헌

- [1] B.Braden, et. al. Resource Reservation Protocol(RSVP) - version 1 Functional specification, Internet Draft, July 1996.
- [2] Wroclawski, J. The Use of RSVP with integrated Service, Internet Draft, July 1996.
- [3] Topolcic, C., RFC 1190 - Experimental Internet Stream Protocol: Version 2 (ST-2)
- [4] Perterson, L., Davie, S., Computer networks 1996, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.
- [5] RFC 2205 - RSVP Version 1 Functional Specification. This RFC is equivalent to the RSVP
- [6] RFC 2206 - RSVP Management Information Base using SMIPv2.
- [7] RFC 2207 - RSVP Extensions for IPSEC Data Flows.
- [8] RFC 2208 - RSVP Version 1 Applicability Statement. Some Guidelines on Deployment.
- [9] RFC 2209 - RSVP Version 1 Message Processing Rules.
- [10] RFC 2210 - The Use of RSVP with IETF Integrated Services.
- [11] Zhang, L., Deering, S., Estrin, D., Shenker, S., and Zappala, D. "RSVP: A new resource reservation protocol" IEEE Network, Sept., 1993.

김 영 범

- 1984년 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업
- 1986년 서울대학교 전자공학 석사
- 1996년 미국 메릴랜드 주립대학 전자공학 박사
- 1997년 ~ 현재 건국대학교 공과대학 전자공학과
조교수