

# MPLS 망에서 종단간의 서비스 질을 보장하기 위한 RSVP 흐름 군집

김 정 일, 김 상 하  
충남 대학교 컴퓨터 과학과

## RSVP Flow Aggregation for end-to-end QoS on MPLS Networks

Kyoung-II Kim, Sang-Ha Kim  
Dept. of Computer Science, Chungnam National University

### 요 약

MPLS 망은 레이블 스위칭을 통해 고속의 라우팅을 제공하지만 서비스 질은 보장하지 않는다. 따라서 MPLS 망을 통해 종단간의 서비스 질을 보장하기 위한 방법으로 RSVP 흐름 군집을 이용한다. 즉, 입구 라우터와 출구 라우터 간의 흐름들이 요구하는 자원들을 군집하여 예약함으로써 각 흐름들이 요구하는 서비스 질을 보장하게 된다. 이와 같이 각 흐름들이 요구하는 자원들을 군집하여 예약하는 이유는 각 흐름 별로 예약하고 그 예약에 따라 처리를 하게 되었을 때 흐름 별 상태 정보 저장 및 처리하는 데 많은 비용이 들기 때문이다. 특히 이러한 흐름의 수가 매우 많은 코어 망에서 문제가 크다. 이처럼, 입구 라우터와 출구 라우터 간의 흐름들이 요구하는 자원들을 군집하여 예약했을 때, 군집된 흐름들이 입구 라우터로부터 출구 라우터까지 레이블 스위칭을 통해 전달되면서 이렇게 예약된 자원을 이용하여 서비스 질을 보장 받을 수 있어야 한다. 본 논문에서는 군집된 RSVP 메시지를 통해 자원 예약이 이루어질 때 레이블을 할당하고 바인딩 시킴으로써(레이블이 자원 예약 상태 정보에 대한 구분자 역할을 함) 레이블 스위칭을 통해 패킷이 전달되면서 예약된 자원의 서비스를 받을 수 있게 된다. 자원 예약 상태 정보를 레이블 운송 테이블에 저장함으로써 레이블 교환 시 자연스럽게 자원 예약에 대한 구분이 됨으로 빠른 구분이 가능하다.

### 1. 서론

인터넷을 통해 서비스 질을 제공해 주기 위한 방법으로 제안되어져 지금까지 연구 되어온 RSVP/IntServ 모델이 확장성 문제로 인터넷 코어 망에서는 사용할 수 없다는 결론에 이르게 되었다. 따라서 순수한 RSVP/IntServ 모델은 기업망, 사설망처럼 RSVP 흐름의 수가 적은 곳에서만 사용할 수 있게 되었다. 따라서 인터넷 코어 망에서 서비스 질을 보장하기 위해서는 확장성 문제를 해결해 주는 다른 방법이 필요하게 된 것이다.

이러한 순수 RSVP/IntServ 모델의 확장성 문제를 해결 하여 인터넷에서 확장성 있는 서비스 질을 제공하기 위해 제안되어진 방법으로 RSVP 흐름 군집[1]과 차별화된 서비스(differentiated services)[5,6]가 있다.

RSVP 흐름 군집 방법은 특정 입구 라우터와 출구 라우터 간의 RSVP 흐름들을 군집하여 하나의 RSVP 흐름 군집으로 만들어 자원 예약을 함으로써 확장성 문제를 해결하도록 제안되어진 방법이다. 또한 차별화된 서비스는 입구 라우터에서 IPV4의 TOS 필드에 자신이 원하는 서비스에 맞는 값을 셋팅하여 내부 노드들로 보내면, 내부 노드들은 그 TOS 값에 따른 차별화된 취급을 통해 서비스의 차별화를 제공해 준다는 것으로 신호 프로토콜을 필요로 하지 않으며 구별자로서 IPV4의 TOS 필드나 IPV6의 Flow Label을 이용하기 때문에 확장성 있는 서비스 질 제공이 가능하다.

본 논문에서는 Guerin이 제시한 RSVP 흐름 군집[1]방법의 문제점을 지적하고, 이를 해결하기 위한 방안으로 MPLS 망에서 RSVP 흐름 군집을 이용한 확장성 있는 서비스 질 제공 방안을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 Guerin의 RSVP

흐름 군집 방법과 문제점에 대해서 설명하고 3 장에서는 MPLS의 레이블 할당에 대해서 설명한다. 4 장에서는 군집된 RSVP 흐름에 대한 MPLS 레이블 할당 및 바인딩 방법에 대해 제시한다. 마지막으로 5 장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해서 알아본다.

### 2. RSVP 흐름 군집

앞에서도 언급한 것처럼 인터넷 코어 망에서 확장성 있는 서비스 질을 제공하기 위한 한 가지 방법이 RSVP 흐름 군집을 이용하는 것이다.

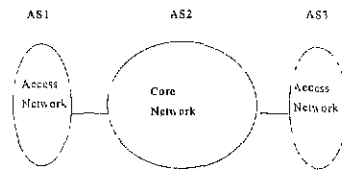


그림 1 네트워크 구성 예제

두개의 Access 망과 하나의 코어 망으로 구성된 네트워크 구성 예제를 통해서 RSVP 흐름 군집에 대해서 설명한다. (그림 1) RSVP 흐름 군집은 흐름의 수가 매우 많은 코어 망(AS2)에서만 필요하다고 본다. Guerin은 RSVP 흐름 군집 시 만족해야 할 요구 사항들에 대해서 정의하고 있다[1].

첫째, AS2에서는 각각의 RSVP 흐름에 대해서 정보를 저장할 필요가 없고, 이들 각각의 흐름들을 내부의 소수 서비스

클래스들로 매핑시킬 수 있어야 한다.

둘째, AS2에서는 각각의 RSVP 흐름들의 서비스 질 요구사항들을 만족시킬 수 있도록 보장하여야 한다. 예를 들면, AS2에 있는 하나의 서비스 클래스에 할당되는 자원들이 적어도 이 서비스 클래스에 매핑되는 모든 개개의 흐름들에 의해 요구되는 총 자원의 양 보다는 많도록 자원 예약이 이루어 져야 한다는 것이다.

셋째, 흐름들간의 분리가 이루어 져야 한다. 즉, 하나의 공통된 서비스 클래스로 군집된 후에라도 한 흐름의 과도한 트래픽이 다른 흐름의 성능 보장에 영향을 끼쳐서는 안된다.

넷째, AS2에서의 흐름 군집이 AS1 및 AS3에서의 각각의 흐름들의 자원예약을 방해 해선 안된다.

[1]에서는 AS2에서의 RSVP 흐름 군집하는 방법으로서 터널 기반의 RSVP 흐름 군집과 TOS 필드 기반의 RSVP 흐름 군집에 대해서 설명하고 있는데, 데이터와 제어 패킷에 대한 군집을 구분하여 설명한다. 터널 기반의 RSVP 흐름 군집의 경우 터널링을 위한 데이터 오버 헤드 및 처리 오버 헤드가 생긴다는 단점이 발생한다. TOS 필드 기반의 RSVP 흐름 군집의 경우 자원 예약 된 경로와 데이터 경로가 일치 하지 않을 수 있다. (표준 라우팅 프로토콜에 의해 어떤 출구 라우터로 가는 경로와 그 출구 라우터를 지나는 목적지는 같은 경로를 지난다는 전제를 하지만 실제로는 라우팅 경로가 달라 질 수 있다.) 따라서 데이터 경로가 자원 예약된 경로를 따르지 않을 때 서비스 질을 보장 받을 수 없는 문제가 발생한다. 섹션 4에서는 이러한 TOS 필드 기반의 RSVP 흐름 군집의 경로 불일치 문제를 해결하기 위한 방법으로 MPLS의 레이블과 자원 예약 경로를 바인딩 시켜 자원 예약된 경로를 따라 군집된 RSVP 흐름들이 서비스 질 보장을 받을 수 있는 방법을 제안 한다.

### 3. MPLS의 레이블 할당 방식

MPLS의 기본 개념은 레이블들과 네트워크 계층 라우팅을 연관시키는 데 있다. 각 레이블 스위칭 라우터는 레이블들을 할당하여 다른 레이블 스위칭 라우터에게 분배하고 이러한 레이블 교환을 통해 트래픽을 전달하게 된다. 레이블 할당 방법은 크게 세가지로 나누어 볼 수 있다.[2] 아래 방식들 중 최선형 트래픽의 경우 Topology Driven으로 할당된 레이블을 이용하여 레이블 스위칭을 하고 서비스 요구 사항을 갖는 군집된 RSVP 흐름의 경우 Request Driven 방식으로 레이블을 할당하여 레이블 스위칭을 한다. 즉, 같은 입구 라우터와 출구 라우터 사이에 최선형 트래픽을 위한 레이블 스위칭 경로와 서비스 요구 사항을 갖는 군집된 RSVP 흐름을 위한 레이블 스위칭 경로를 따로 mind는 것이다. 물론 입구 라우터로부터 출구 라우터까지의 실제 경로는 같을 수 있지만 입구 라우터에서 트래픽의 종류에 따라서 다른 레이블이 할당되고 그에 따른 레이블 스위칭을 하면서 출구 라우터까지 전달되게 된다 물론 군집된 RSVP 흐름을 위한 레이블 스위칭 경로를 따라 전달되는 트래픽의 경우 서비스의 질을 보장 받게 된다.

#### 3.1 Topology Driven 레이블 할당 방식

이 방식에서는 라우팅 프로토콜의 제어 트래픽의 정상적인 처리에 응답하여 레이블들이 할당된다. 이러한 제어 프로토콜들의 예로는 BGP와 OSPF가 있다 이 방식의 특성들은 다음

과 같다 [2]

- ◇ 레이블 할당과 분배에 걸리는 계산 부하와 레이블 분배하는데 소비되는 대역폭은 네트워크의 크기에 의해서 정해진다.
- ◇ 트래픽이 도착하기 전에 레이블들이 미리 할당되어 분배된 상태이며 트래픽이 도착했을 때는 레이블 설정을 위한 지연이 발생하지 않고 바로 레이블 스위칭을 하면서 데이터가 전달될 수 있다.

#### 3.2 Request Driven 레이블 할당 방식

이 방식에서는 Request 기반 제어 트래픽의 정상적인 처리에 응답하여 레이블을 할당한다. 그러한 제어 프로토콜의 예로서 RSVP가 있다. 레이블 스위칭 라우터가 RSVP 메시지를 처리할 때 레이블을 할당한다. Request Driven 레이블 할당 방식의 특성들은 다음과 같다.[2]

- ◇ 레이블 할당과 분배에 걸리는 계산 부하와 레이블 분배하는데 소비되는 대역폭은 시스템내의 제어 트래픽 양에 의해서 정해진다
- ◇ 트래픽이 도착하기 전에 레이블들이 미리 할당되어 분배된 상태이며 트래픽이 도착했을 때는 레이블 설정을 위한 지연이 발생하지 않고 바로 레이블 스위칭을 하면서 데이터가 전달될 수 있다.

#### 3.3 Traffic Driven 레이블 할당 방식

이 방식에서는 LSR에 데이터가 도착 했을 때 레이블을 할당하고 분배 한다. 이 방식의 특성들을 요약하면 다음과 같다.[2]

- ◇ 레이블 할당과 분배 비용이 트래픽 패턴의 함수이다. 즉, 흐름의 수와 이들 흐름의 지속성에 비례하여 오버헤드가 증가한다.
- ◇ 하나의 흐름에 레이블을 할당하는 데 지연이 발생한다.

### 4. RSVP 흐름 군집과 MPLS 레이블의 바인딩

코어 망 내의 라우터들은 레이블 스위칭과 자원 예약을 할 수 있다고 가정한다 특히 자원 예약의 경우 RSVP(IntServ) 모델이 갖는 확장성 문제를 해결하기 위해 군집된 자원 예약을 하도록 한다. 이 때 제어 경로의 군집은 [1]에서 제시된 방식중 TOS 필드 기반 제어 경로 군집을 이용하고 데이터 경로 군집은 본 논문에서 제안하는 MPLS 레이블과 군집된 제어 경로를 바인딩 시킴으로써 하게 된다.

MPLS 망에서 최선형 트래픽의 경우 Topology Driven으로 할당된 레이블을 이용하여 전달하고, 자원 예약을 필요로 하는 트래픽의 경우에는 Request Driven 방식으로 할당된 레이블을 이용하여 전달한다.

레이블들을 군집된 RSVP 흐름에 할당하고 이 레이블들을 이용하여 군집된 RSVP 흐름이 전달되도록 한다. 즉, 레이블 스위칭 라우터가 레이블을 보고 군집된 RSVP 흐름의 자원 예약 상태를 구별할 수 있도록 하는 방법에 대해서 제안한다. 따라서 기존의 MPLS가 단순히 레이블 스위칭을 하면서 라우팅 되던 데 비해(즉, 모든 트래픽에 대해서 동일하게 처리, 서비스의 질 개념 없이 최선형으로 처리) 레이블과 자원 예약 상태를 바인딩 시켜 놓음으로써 실제 MPLS 레이블 패킷이 도착했을 때 바인딩 정보를 바탕으로 그 패킷에 대해 자원 예약에 따른 처리도

할 수 있다. 이로써 고속 라우팅 뿐만 아니라 서비스의 질 제공도 가능하게 된다.

본 섹션에서는 군집된 RSVP 자원 예약과 MPLS 레이블 바인딩 절차에 대해서 알아 보고, 바인딩을 위해 변경된 자료 구조 및 레이블을 RSVP 메시지를 통해 전달하기 위해 새로운 RSVP 객체에 대해서 정의한다

#### 4.1 바인딩 절차

군집된 RSVP 자원 예약 상태와 MPLS 레이블의 바인딩 과정은 다음과 같다.

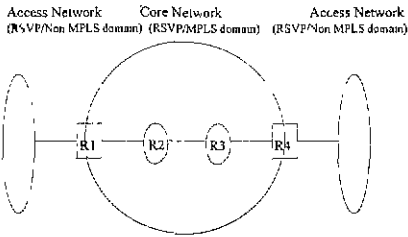


그림 2 네트워크 예제

그림을 통해서 군집된 RSVP 흐름과 MPLS 레이블 바인딩 및 할당 과정에 대해 살펴 본다.(그림 2) 먼저 입구 라우터 R1은 출구 라우터 R4에게 군집된 RSVP PATH 메시지를 보낸다. R4는 이 세션에 대해 자원 예약을 하고자 할 때, 하나의 레이블을 할당하고 이 레이블을 포함하는 군집된 RESV 메시지를 R3에게 보낸다. R4는 이 세션에 대한 구분자로서 이 레이블을 사용하게 된다. 군집된 RESV 메시지를 받은 R3는 정상적인 RSVP 처리를 하고 이 세션에 대한 자원 예약 상태의 일부로서 그리고 인터페이스로서 레이블 값을 저장한다. 이 레이블 값은 R4로 보내는 군집된 데이터 패킷들에 대한 출력 레이블로서 사용되게 된다. 그리고 나서 R3는 하나의 레이블을 할당하고 군집된 RESV 메시지에 실어서 R2에게 보낸다. 이 메시지를 받은 R2는 R3와 같은 일을 하고, 새로운 레이블을 할당하여 다시 군집된 RESV 메시지에 실어서 R1에게 전달한다. 이 메시지를 받자마자 R1은 R2으로부터 받은 레이블을 이용하여 군집된 데이터를 보내기 시작한다. R2는 그 데이터를 R3로부터 받은 레이블을 이용하여 R3에게 전달하고 R3는 R4로부터 받은 레이블을 이용하여 R4에게 그 데이터를 보낸다.

위와 같은 절차를 통해 군집된 PATH 메시지, RESV 메시지와 경로가 같은 레이블 스위칭 경로를 입력 라우터와 출력 라우터 간에 설정하게 된다 즉 데이터 경로에 대한 군집을 MPLS의 레이블을 이용하여 이루게 된 것이다.

#### 4.2 바인딩 자료 구조 및 RSVP 객체 정의

본 섹션에서는 레이블과 군집된 자원예약 상태 정보와의 바인딩을 위한 자료 구조와 레이블 전달을 위한 RSVP 객체를 정의해 본다

##### 4.2.1 바인딩 자료 구조 정의

레이블과 군집된 RSVP 자원 예약 상태 정보를 바인딩 하는 방법은 여러 가지가 가능하다 한 예를 들면 레이블 포워드 테이블에

이들에 군집된 자원예약에 대한 상태 정보를 저장할 수 있는 필드들을 추가하는 방법이다.(그림 3)

In label	Out port	Out label	군집된 RSVP 자원 예약 상태 정보들
3	11	88	Flow Spec, etc.
.....	.....	.....	.....

그림 3. 바인딩 테이블

그림 3처럼 바인딩 테이블을 구성하게 되면 MPLS 레이블 패킷이 도착했을 때, 레이블 스위칭을 위해 테이블을 검색하게 되고 자연스럽게 군집된 RSVP 자원 예약 상태에 대한 구분이 된다(Classification)

#### 4.2.2 레이블 전달을 위한 RSVP 객체 정의

모든 RSVP 객체는 그림 4와 같은 형태를 갖는다. [7] 현재 RFC 2205 RSVP 스펙에는 [7] Class-Num 15까지 RSVP 객체가 정의 되어 있다. 따라서 Class-Num은 16으로 하고 C-Type=1, Object Contents에는 레이블 정보가 들어가는 RSVP 객체를 새로 정의하여 사용할 수 있다(레이블 객체로 정의).

0	1	2	3
Length(bytes)	Class-Num=16		C-Type=1
(Object contents)			

그림 4. 레이블 객체 format

### 5. 결론 및 향후 연구 방안

인터넷을 통한 멀티미디어 서비스의 제공을 위해서 인터넷 코어 망에서의 확장성 있는 서비스의 질 제공 및 고속 라우팅은 필수 불가결한 요소라 할 수 있다. 이러한 두 가지 요구사항을 인터넷 코어 망에서 동시에 제공하기 위해서는 본 논문과 같은 연구가 꼭 필요하며 이에 대한 많은 연구 및 참여가 필요하다고 본다.

최근 인터넷 코어 망에서 확장성 있는 서비스의 질을 제공해 주기 위한 방법으로 IETF에서 diffserv 작업 그룹이 결성되어 많은 논의가 되고 있다.[5,6] 따라서 diffserv와 MPLS의 연동방안에 대해서도 향후 연구가 이루어져야 한다.

#### [참고 문헌]

1. R. Guerin, et al. "Aggregating RSVP-based QoS Requests," Internet Draft, November 1997 <draft-guerin-aggreg-rsvp-00.txt>
2. R. Callon, et al. "A Framework for Multiprotocol Label Switching," Internet Draft, November 1997 <draft-ietf-mpls-framework-02.txt>
3. Eric C. Rosen, et al. "Multiprotocol Label Switching Architecture," Internet Draft, July 1998 <draft-ietf-mpls-arch-02.txt>
4. Bruce Davie, et al. "Use of Label Switching With RSVP," Internet Draft, March 1998 <draft-ietf-mpls-rsvp-00.txt>
5. Steven Blake, et al. "An Architecture for Differentiated Services," Internet Draft, August 1998 <draft-ietf-diffserv-arch-01.txt>
6. Yoram Bernat, et al. "A Framework for Differentiated Services," Internet Draft, May 1998 <draft-ietf-diffserv-framework-00.txt>
7. R. Braden, et al. "Resource Reservation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification," RFC 2205 September 1997