

MPLS 트래픽 엔지니어링을 위한 확장 RSVP 시그널링 프로토콜에 관한 연구

하윤식* · 진성호 · 김동일 · 최삼길
동의대학교 정보통신공학과

A Study of RSVP Extensions Signaling Protocol for MPLS Traffic Engineering

Yun-sik Ha* · Sung-ho Jin · Dong-il Kim · Sam-gil Choi

Dong-eui University Department of Information & Communication Engineering

E-mail : hysss3@dongeui.ac.kr

요 약

급속히 증가하는 데이터 트래픽을 지원할 수 있도록 네트워크를 관리해야 할 뿐만 아니라 안정적인 인프라를 유지하기 위해 트래픽 엔지니어링을 지원할 수 있는 MPLS가 필요하게 되었다. 트래픽 엔지니어링은 대규모 사용자가 트래픽을 네트워크 상의 특정 노드를 지나는 사전 지정된 경로로 이동시키는 방법으로 트래픽 플로우를 물리적인 네트워크 토폴로지에 매핑시키는 작업이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 기존 RSVP의 트래픽 엔지니어링의 단점을 보완하고 보다 안정된 인프라를 구축하기 위해 RSVP 확장 시그널링 프로토콜에 대한 진화방향을 제시하고자 한다.

키워드

MPLS, Traffic Engineering, RSVP Extensions Signaling Protocol

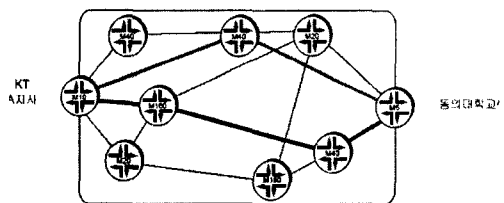
1. 서 론

최근 급속히 증가하는 인터넷 트래픽의 성장률을 따라 잡을 수 있도록 네트워크를 관리해야 할 뿐만 아니라 안정적인 인프라를 유지해야 한다는 과제에 직면하고 있다. 이러한 이유로 트래픽 엔지니어링을 지원할 수 있는 MPLS가 새로운 공용 네트워크를 위한 기술로 각광받고 있다. 트래픽 엔지니어링은 네트워크 상에서 인터넷 트래픽의 측정, 모델링, 특성화, 제어와 관련된 과학적 원리 및 기술을 적용하여 구체적으로 목표하는 성능을 얻고자 하는 일련의 행위를 포함하는 개념으로 네트워크 자원의 효율성과 트래픽의 성능을 최적화 하는 동시에 효율적이고 신뢰성 있는 네트워크 동작을 가능하게 하는 것이 주요 목적이다.

본 논문에서는 네트워크 상에 LSP(Label Switched Path)를 자동으로 설정할 수 있도록 하기 위해 IETF의 RSVP(Resource reSerVation Protocol)이 어떻게 확장됐는지에 대해 설명하고 기존의 RSVP 프로토콜과 확장된 RSVP 프로토콜을 비교 분석하고자 한다.

II. 본 론

2.1 트래픽 엔지니어링



(그림 1) 트래픽 엔지니어링

트래픽 플로우를 물리적인 네트워크 토폴로지에 매핑시키는 작업이라고 할 수 있다. 특히 이는 IGP(Interior Gateway Protocol)이 계산해낸 최단 경로에서 멀리 떨어진 보다 혼잡하지 않은 경로로 트래픽 플로우를 이동시키는 기능을 제공한다(그림 1). 트래픽 엔지니어링은 네트워크 상의 다양한 링크, 라우터 및 스위치 전반에 트래픽 로드를 밸

런싱하는 것이기 때문에 이들 컴포넌트 중 그 어느 것도 과도하게 사용하게 되거나 제대로 사용되지 않고 남아 있도록 하지 않게 된다.

트래픽 엔지니어링 아키텍처는 다음과 같은 4가지 주요 컴포넌트로 구성된다. 구성 요소에는 가용 네트워크 자원에 대한 지식을 제공하는 정보 분배 메커니즘, 트래픽 플로우에 대한 특정 요건에 맞는 경로를 선택하기 위해 IGP 링크 스테이트 애드버타이징을 통해 분배된 정보를 이용하는 경로 선택 프로세스, LSP 경로 계산 프로세스를 통해 선택된 네트워크 노드에서 자원을 예약하고 경로 스테이트를 설정할 수 있도록 하는 시그널링 컴포넌트, 제한 조건 기반 라우팅 계산으로 선택한 명시적 경로에 따라 트래픽을 이동시키는 패킷 포워딩 메커니즘으로 구성되어진다. 그리고 분명한 것은 네트워크 상에 LSP를 설정하는 시그널링 프로토콜이 트래픽 엔지니어링 프로세스를 자동화하는데 있어 중요한 역할을 수행하고 있다는 것이다. 성공적인 시그널링 솔루션은 반드시 LSP 터널 운영과 관련된 많은 중요한 작업을 수행할 수 있는 것이어야 한다.

2.2 RSVP

2.2.1 RSVP의 기능

1990년대 중반 RSVP는 네트워크 혼잡을 해결하는 방안으로 개발됐다. 이는 먼저 라우터들이 애플리케이션 플로우에 대한 요건을 지원할 수 있는지 여부를 파악한 다음, 가능하다면 원하는 자원을 예약할 수 있도록 함으로써 네트워크 혼잡을 해결한다는 것이었다. RSVP는 본래 호스트 간의 개별적인 트래픽 플로우를 위한 자원 예약과 관련된 포워딩 스테이트를 설치하기 위해 개발된 것이었다. 네트워크 전반의 물리적 경로는 기존의 목적지 기반 라우팅(즉 IGP)에 의해 결정됐었다. 1997년까지 RSVP는 권장 표준이었으며 최근에는 IP 네트워킹 장비에 널리 구현되고 있다. 그러나 RSVP는 확장성 문제와 더불어 잠재적으로 수백 만에 달하는 호스트 두 호스트 플로우를 지원하는데 필요한 오버헤드에 대한 우려로 말미암아 현재 네트워크에서는 널리 사용되고 있지는 않고 있다.

2.2.2 확장 RSVP의 기능

많은 익스텐션이 주요 RSVP 스펙에 추가되어 명시적으로 라우팅된 LSP의 설정 및 유지보수를 지원하고 있고 RSVP 시그널링은 트래픽 트렁크의 진입 및 진출 지점의 역할을 수행하는 라우터의 쌍(호스트의 쌍이 아니라) 사이에서 이루어진다. 확장 RSVP는 호스트 두 호스트 플로우가 아니라 공유 네트워크 자원의 공동 경로 및 공동 풀을 공유하는 전체 플로우에 적용되는 스테이트를 설정한다. 많은 호스트 두 호스트 플로우를 각 LSP 터널로 통합함으로써 확장 RSVP는 기존 RSVP 스테이트의 규모를 크게 줄일 수 있다. 그리고 패킷 포워딩과 관련된 분산 스테이트를 설치하며 여기에는 MPLS 라벨의 분산이 포함되며 RSVP의 소프트 스테이트 모델과 관련한 확장성, 대기시간 및 트래픽 오버헤드

등의 문제는 리프레시 메시지 및 관련 메시지 프로세싱 요구 조건의 수를 줄일 수 있도록 하는 익스텐션 세트에 의해 해결된다. RSVP 시그널링에 의해 설정된 경로는 기존 목적지 기반 라우팅에 의해 예약을 받지 않기 때문에 트래픽 엔지니어링 트렁크를 구축하는 완벽한 틀이라고 할 수 있다.

2.2.3 RSVP 확장하는 방법

최초의 MPLS 구현자들은 트래픽 엔지니어링 요건을 지원하기 위해 완전히 새로운 시그널링 프로토콜을 설계하기 보다는 RSVP를 확장하는 방법을 선택했다.

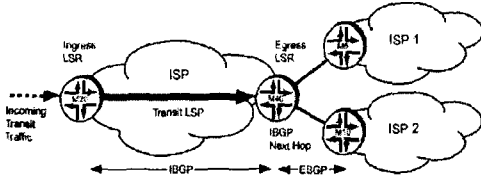
- 1) RSVP는 본래 인터넷의 자원 예약 프로토콜의 역할을 수행하고 멀티캐스트 또는 유니캐스트 제공경로 세트 전반에서 분산 예약 스테이트를 개발 및 유지보수하기 위한 전반적인 기능을 제공하도록 설계되었다.
- 2) RSVP는 특히 불명료한 객체를 전송할 수 있도록함으로써 확장성 메커니즘을 지원하도록 설계됐다.
- 3) 확장 RSVP 구현이 기존의 RSVP 구현과 호환되지 않으면 안된다 - 따라서 RSVP 구현은 메시지에 포함된 객체를 검토하기만 하면 LSP 시그널링과 표준 RSVP 예약을 손쉽게 차별화할 수 있다.
- 4) RSVP는 네트워크 운영자가 동적으로 LSP를 설정하는데 필요한 모든 것을 제공하는 통합 시그널링시스템을 제공할 수 있다.
 - ① 확장 RSVP는 명시적 경로에 따라 LSP를 개발함으로써 대규모 서비스 제공업체의 트래픽 엔지니어링 요구 조건을 지원한다.
 - ② 확장 RSVP는 라벨 바인딩 정보를 LSP내의 LSR로 분산시킴으로써 LSP 스테이트를 설정한다.
 - ③ 확장 RSVP는 LSP(RSVP의 전통적인 역할)에 따라 LSR에 네트워크 자원을 예약할 수 있다. 또한 익스텐션 RSVP는 LSP가 특정 자원 예약을 수행할 필요없이 최상의 트래픽을 전송할 수 있도록 한다.

2.3 확장 RSVP의 LSP 터널 지원

트래픽 엔지니어링에서 진입 LSR은 IBGP next hop에 따라 어떤 패킷이 특정 LSP로 지정되는지를 결정한다. 진입 LSR은 진출 LSR의 원격 prefix에 대한 정보를 입수하고 동일한 AS(autonomous system)의 라우터들은 EBGP가 아닌 IBGP를 이용해 라우팅 정보를 교환한다. 다른 AS의 진입 LSR과 통신하는 것은 EBGP를 사용하는 진출 LSR이다.

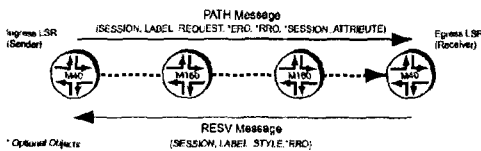
대개 진입 및 진출 LSR간의 이동 경로를 엔지니어링하기를 원한다. 이러한 작업을 수행하는 간편한 방법은 IBGP next hop을 이용하는 것이며 이는 또한 수천 개의 IP prefix를 단일 MPLS 라벨에 통합할 수 있는 이점도 제공한다. 이러한 방법은 네트워크 상에 설정되어야 하는 총 LSP 수를 크게 감소시킬 수 있다. 또한 이는 엄청난 규모의 네트워크를 상호 연결하는 교환 지점에서 통신을 주고 받

아야 하는 정보의 양을 줄일 수 있도록 한다. (그림 2)에서 나타나듯이 ISP로 대한 진입 LSR은 단일 LSP 터널 전반에서 내부에 위치하거나 ISP 1 또는 ISP 2를 경유해 도달할 수 있는 prefix를 통해 모든 전송 트래픽을 진출 LSR로 포워딩할 수 있다.



(그림 2) IBGP Next hop 기반 Egress LSR을 선택하는 Ingress LSR

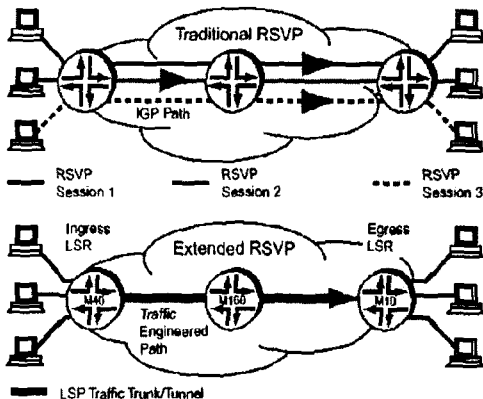
그리고 LSP 터널을 설정하기 위해 진입 LSR은 RSVP PATH 메시지 다운스트림을 진출 LSR로 전송한다. 그러면 진출 LSR은 RSVP RESV 메시지 업스트림을 진입 LSR로 전송함으로써 RSVP PATH 메시지의 수신에 응답하게 된다. 진입 LSR이 RSVP RESV 메시지를 수신하면 LSP가 설정되고 진입 LSR은 LSP 터널을 사용해 진출 LSR에 트래픽을 전송할 수 있다(그림 3).



(그림 3) LSP 터널 설정

여기서 각 LSP는 명시적 예약 스타일로 설정되어야 하는데 예약 스타일은 진출 LSR에 의해 전적으로 결정된다.

2.4 기존 RSVP와 확장 RSVP의 차이점



(그림 4) 기존 RSVP 대 확장 RSVP

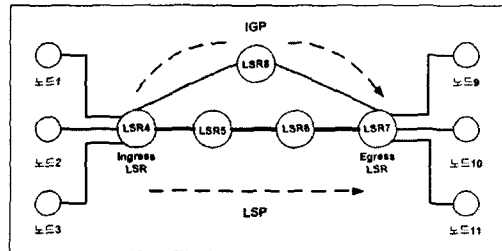
(그림 4)에서 RSVP를 시그널링 프로토콜로 확장함으로써 네트워크 장애 및 혼잡을 피해 자동으로 경로를 지정할 수 있는 LSP를 생성할 수 있도록 지원하는 방법을 선택했다. RSVP는 트래픽 엔지니어링 프로세스를 자동화함으로써 네트워크 운영을 단순화 하는데 있어 중요한 역할을 수행한다.

III. 시뮬레이션

3.1 시뮬레이션 환경

본 논문에서 제안된 확장 RSVP 프로토콜을 위한 시뮬레이션은 가상 네트워크 테스터 환경을 구축하기 위해 구현된 ns-2 시뮬레이터를 사용하였다. 시뮬레이션을 위한 망 구성은 위의 (그림 4)와 같다. 실험은 기존의 RSVP와 확장 RSVP를 사용하여 각각의 인터넷 트래픽의 성능을 분석해 보았다.

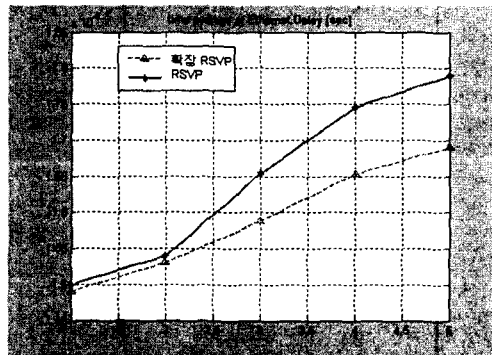
3.2 Topology



(그림 5) 실험에 사용되는 네트워크 토폴로지

(그림 5)에서 보는 바와 같이 네트워크 토폴로지는 6개의 일반적인 IP 노드와 5개의 MPLS 노드로 이루어져 있다. 일반 IP 노드에는 drop-tail 방식의 큐가 구현되어 있으며, MPLS 노드에는 일반 최선형 트래픽으로 구현한다. 최선형 트래픽은 350kbps의 속도를 가지는 트래픽으로 단일화 시켰고, 대역폭은 100Mbps이며, 시뮬레이션 시간은 300초로 하였다. 실험 결과는 기존RSVP와 확장 RSVP를 같은 시간에 받은 시간 당 지연율을 비교하여 보았다.

3.3 시뮬레이션 결과



(그림 6) RSVP와 확장 RSVP의 시간당 지연율

(그림6)과 같이 처음 경로배정 교환의 설정 부분 시간은 유사하지만 시간이 갈수록 기존의 RSVP의 지연이 확장 RSVP보다 점점 올라가는 것을 볼 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 MPLS 망에서 기존의 RSVP를 사용했을 때와 확장 RSVP를 사용했을 때의 트래픽에 따른 지연을 확인해 보았다. 기존의 RSVP는 확장성의 문제와 많은 량의 트래픽을 처리하는 것이 힘들다고 보인다. 그래서 많은 트래픽이 생겼을 경우 빠른 처리의 최적으로 확장 RSVP가 최적의 방법이라고 생각된다.

추후 연구과제로 확장 RSVP를 이용해서 MPLS 망에서 트래픽 엔지니어링과 VPN을 통합하여 관리하는 방법에 대하여 연구해 보도록 하겠다.

참고문헌

[1] Yuhara, M. and M. tomikawa, RSVP

Extensions for ID-based Refreshes, draft-yuhara-ravp-refresh-00.txt, April 1999.

[2] Awduche, D., J. Malcolm, J. Agogbua, M. O'Dell, and j. McManus, Requirements for traffic Engineering over MPLS, draft-ietf-mpls-traffic-eng-01.txt, June 1999.

[3] Awduche, D., Berger, D-H Gan, T. LI, G. Swallow, and V. Srinivasan, Extensions to RSVP for LSP Tunnels, draft-ietf-mpls-rsvp-lsp-tunnel-02.txt March 1999.

[4] D. Awduche, MPLS and Traffic Engineering in IP Networks, IEEE Communications Magazine (vol.37,no.12), Dec. 1999.

[5] Osborne Simha, "Traffic Engineering with MPLS," Cisco System, 2001.

[6] B. David, Y. Rekhter, MPLS Technology and Applications, Morgan kaufmann Publishers, 2000.

[7] G. Ahn, W. Chun, Architecture of MPLS Simulator (MNS) for the setup of CR-LDP, International Conference of Information Networking(ICOIN15), Jan 2001.