
MPLS 망에서 QoS를 위한 확장 RSVP 분석

김동일*

Extension RSVP Analysis for QoS on MPLS Networks

Dong-il Kim*

요 약

차세대 인터넷 망에서는 QoS(Quality Of Service)를 보장할수있는 서비스가 제공되어야 한다.

따라서 급속히 증가하는 데이터 트래픽을 지원할 수 있고 안정적인 인프라를 유지하기 위해 트래픽 엔지니어링을 지원할 수 있는 MPLS와 QoS 기술을 MPLS 트래픽 엔지니어링 환경에 적용하려 한다.

본 논문에서는 기존 MPLS 트래픽 엔지니어링의 단점을 보완하고 QoS 기술을 적용하여 보다 안정된 인프라를 구축하기 위해 트래픽 대역폭 변화에 따른 분석을 통해 기존의 프로토콜과 비교하여 향상된 확장 RSVP 프로토콜을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

In the NGN, QoS must be offered. We try to apply QoS technology and MPLS which makes them possible to support rapidly increasing traffic and traffic engineering to maintain steady infra to the environment of MPLS traffic engineering.

In this paper, we supplement the defect of the traditional MPLS traffic engineering and apply the technology of QoS. To construct far more steady infra, we suggest the way of its development and advanced protocol(ERSVP) compared to traditional protocol.

키워드

MPLS, Traffic Engineering, 확장RSVP, QoS, 대역폭변화율

I. 서 론

인터넷 트래픽의 급속한 증가는 성장률을 따라 잡을 수 있도록 네트워크를 관리해야 할 뿐만 아니라 안정적인 인프라를 유지해야 한다. 현재의 인터넷은 모든 패킷을 동등하게 최선을 다해서(best-effort) 처리하는 방식으로 사용자들의 서비스등급이나 패킷 유형 및 응용프로그램의 종류에 따른 QoS를 차별화하여 지원하는 기능은 매우 제한적으로 이루어지고 있다. 최근 이러한 문제점을 해결하고 실시간 응용서비스에서 요

구하는 QoS를 만족할 수 없는 문제점들을 보완하기 위한 TE(Traffic Engineering)의 필요성이 강조되고 있으며, 트래픽 엔지니어링과 차별화 서비스를 효율적으로 제공하기 위한 구체적 방안들이 개발되고 있다. 본 논문에서는 안정적인 인프라를 유지하고 MPLS 환경에서 더 나은 QoS를 제공하기 위해 ERSVP(Extension RSVP) 시그널링 프로토콜을 이용하여 네트워크 장애 및 혼잡을 피해 자동으로 경로를 지정할 수 있는 LSP(Label Switched Path) 를 생성할 수 있도록 지원하는 방법을 채택하여 IETF의 RSVP (Resource

reSerVation Protocol)가 어떻게 확장됐는지에 대해 설명하고 RSVP 프로토콜과 ERSVP 프로토콜을 트래픽 대역폭 변화에 따라 비교 분석하고자 한다.

II. 본 론

2.1 트래픽 엔지니어링 (Traffic Engineering)

트래픽 엔지니어링이란 동작하고 있는 망의 성능을 최적화하는 것과 관련 있다. 일반적으로, 트래픽 엔지니어링은 망상에서 인터넷 트래픽의 측정, 모델링(modeling), 특성화(characterization), 제어(control)와 관련된 과학적 원리 및 기술을 적용하여 구체적으로 목표하는 성능을 얻고자 하는 일련의 행위를 모두 포함하는 개념이다. 그 중 본 논문과 관련된 트래픽 엔지니어링의 개념은 트래픽이 요구하는 성능을 최대한 보장하면서 망의 가용 자원을 최대한 효율적으로 이용하기 위하여 트래픽을 분산하고자 하는 로드 밸런싱(load balancing)과 밀접한 관계가 있다. 다시 말해, 망 자원의 효율성(utilization)과 트래픽의 성능을 최적화 하는 동시에 효율적이고 신뢰성 있는 망 동작을 가능하게 하는 것이 트래픽 엔지니어링의 주요 목적이다.

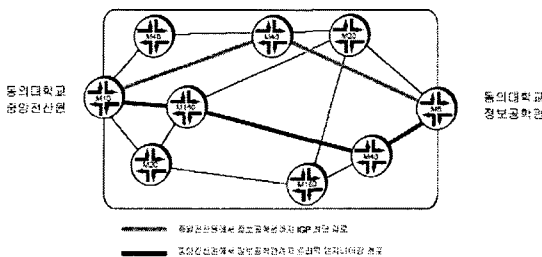


그림 1. 트래픽 엔지니어링 토폴로지
Fig. 1. Traffic Engineering Topology

트래픽 플로우란 물리적인 네트워크 토폴로지에 매핑시키는 작업이 라고 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 밸런싱하는 것이기 때문에 이들 컴포넌트 중 그 어느 것도 과도하게 사용하게 되

거나 제대로 사용되지 않고 남아 있도록 하지 않게 된다.

트래픽 엔지니어링 아키텍처는 다음과 같은 4가지 주요 컴포넌트로 구성된다. 구성 요소에는 정보 분배 메커니즘, 경로 선택 프로세스, 시그널링 컴포넌트, 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 (Resource reSerVation Protocol)

2.2.1 RSVP의 기능

RSVP는 응용에게 예약 서비스를 제공하는 신호 프로토콜로서 특정 서비스 품질을 망에게 요구하기 위해 호스트에서 사용되며 라우터에서는 서비스 품질 제어 요구를 플로우의 경로를 따라 모든 노드에게 전달하고 요구된 서비스를 위한 상태를 설정, 유지할 수 있도록 하기위해 사용된다. RSVP는 단방향 플로우의 예약만이 이루어지며 데이터 경로에 존재하는 각 노드들의 자원을 예약 한다.

RSVP는 IPv4와 IPv6상에서 동작되며 IPv4에서는 목적지 IP주소와 목적지 포트를 사용하여 플로우를 식별한다. 이에 더하여 RSVP는 플로우에 대한 정의를 특정 시작지 IP 주소 또는 시작지 포트를 명시하거나 IPv6의 경우는 IP 헤더의 플로우 레벨 영역을 시작지 주소와 함께 사용하여 보다 명확히 할 수 있다. IP 계층의 상위 계층인 트랜스포트 계층의 일부로 동작하지만 직접 전송에 참여 하지는 않고 제어 프로토콜로서 동작한다. RSVP는 라우팅 프로토콜과 함께 동작하도록 고안되어 있으나 라우팅 프로토콜은 아니다. RSVP는 경로 정보를 얻기 위해 국부 라우팅 프로토콜과 교신을 하며, 멀티캐스팅의 경우 호스트는 멀티캐스트 그룹에 가입하기 위해 IGMP 메시지를 로컬 인터넷 상으로 보내면 라우터는 이 메시지를 수신하여 어떤 그룹에 어떤 호스트가 있는지를 관리하는 자신의 기록을 갱신하고 그 정보를 망으로 보내후 자원을 할당하기 위해 RSVP 메시지를 보낸다.

RSVP에서는 수신자가 서비스 품질을 요구하며 수

신자측 응용은 서비스 품질 요구사항을 RSVP 프로세서에게 넘겨주고 RSVP 프로세서는 서비스 품질 요구를 데이터가 전달되는 역방향 경로의 모든 노드에게 전달한다.

수신측에서 예약의 초기화를 담당하는 방식은 큰 그룹, 동적인 그룹 멤버 유지, 다양한 수신자의 요구 사항 등을 쉽게 처리할 수 있다. 서비스 품질 제어를 할 수 있는 노드는 수신된 데이터 패킷을 패킷 분류자에게 넘겨주고, 패킷 분류자는 패킷의 경로와 서비스 품질을 결정한다. 출력 제어부에서 패킷 스케줄러는 각 패킷들이 예정된 서비스 품질을 얻을 수 있게 패킷 전송을 담당한다. 노드에서 RSVP 서비스 품질 제어 요청은 수락 제어와 정책 제어로 전달된다. 수락 제어는 경로 상에 노드가 서비스 품질과 예약 요구를 만족할 수 있는 충분한 자원을 갖고 있을 경우 이 요청을 수락한다. 정책 제어는 예약을 요청한 사용자가 충분한 자격을 가지고 있는지 아닌지 결정한다.

2.2.2 ERSVP(Extension RSVP) 의 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 사이에서 이루어진다. ERSVP는 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 ERSVP는 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 툴이라고 할 수 있다.

2.3 ERSVP의 LSP 터널 지원

트래픽 엔지니어링에서 진입 LSR은 IBGP next hop

에 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 받아야 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.

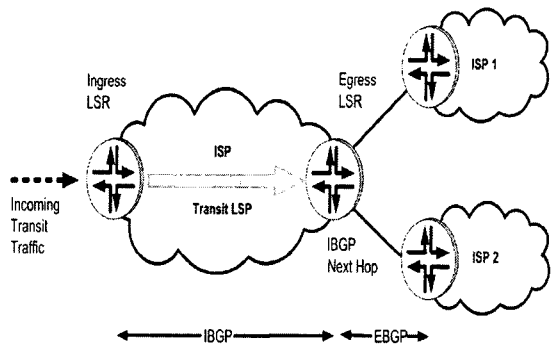


그림 2. IBGP Next hop 기반 Egress LSR을 선택하는 Ingress LSR

Fig. 2. Ingress LSR selecting Egress based on IBGP Next hop

2.4 기존 RSVP와 ERSVP의 차이점

(그림 3)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.

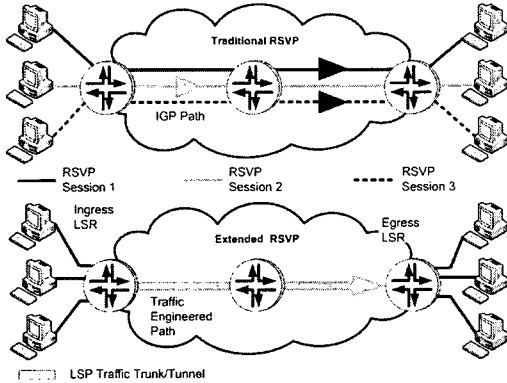


그림 3. 기존 RSVP 대 ERSVP
Fig. 3. Traditional RSVP vs ERSVP

III. 시뮬레이션

3.1 시뮬레이션 환경

본 논문에서 제안된 ERSVP 프로토콜을 위한 시뮬레이션은 가상 네트워크 테스트 환경을 구축하기 위해 구현된 NS-2 시뮬레이터를 사용하였다. 시뮬레이션을 위한 망 구성은 아래의 (그림 4)와 같다. 실험은 기존의 RSVP와 ERSVP를 사용하여 각각의 인터넷 트래픽의 성능을 분석해 보았다.

3.2 Topology

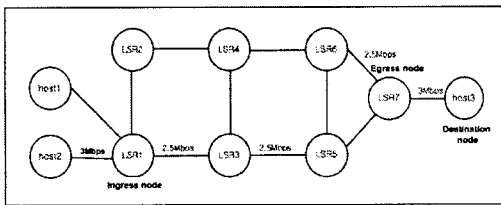


그림 4. 실험에 사용되는 네트워크 토폴로지
Fig. 4. Network topology using in experiment

(그림 4)에서 보는 바와 같이 망 토폴로지는 3개의 일반적인 IP 노드와 7개의 MPLS 노드로 이루어져 있다.

각각의 링크에는 링크의 대역폭이 표시되어 있으며, 각 링크의 지연은 10ms로 동일하게 설정되어 있다. 일반 IP 노드에는 drop-tail 방식의 큐가 구현되어 있으며, MPLS 노드에는 QoS 트래픽과 일반 최선형 트래픽을

별도로 구별해서 서비스 할 수 있는 CBQ(Class-Based Queue)가 구현되어 있다. 각각의 큐는 10단위의 버퍼 크기를 가진다.

그림에서 보는 바와 같이 호스트 1과 호스트 2에서 트래픽을 발생시키는데, 호스트 1에서는 3개의 QoS 트래픽(UDP 트래픽)과, 호스트 2에서는 1개의 최선형 트래픽(UDP 트래픽)이 발생된다. 그리고 모든 트래픽은 목적지를 호스트 3로 가진다. 소스 노드들에게서 발생한 트래픽은 호스트 3에서 각 트래픽의 대역폭과 시뮬레이션 시간 동안 호스트3에서 받은 패킷의 수를 비교하여 보았다.

또한 시뮬레이션에서 사용하는 라우팅 메트릭은 홉수이고, QoS 트래픽의 요구 조건은 대역폭(bandwidth)로 한정하였다. QoS 트래픽(source0, source1, source2)이 요구하는 대역폭은 각각 900kbps, 700kbps, 600kbps 이고, 최선형 트래픽은 400kbps의 속도를 가지는 트래픽으로 단일화 시켰다. 여기서 시뮬레이션 시간은 40초로 하였고, 트래픽 오버플로우를 발생시키기 위해 source2 트래픽은 10초~30초 동안 발생하였다. QoS 트래픽은 어느 정도는 지속적인 시간을 가지면서 망에서 요구하는 만큼의 대역폭을 보장해 주기를 바라는 실시간 멀티미디어 응용 트래픽이라고 봐도 무방하다. 마지막으로 시뮬레이션에서 사용하는 모든 패킷의 크기는 200bytes/packet이다.

3.3 시뮬레이션 결과

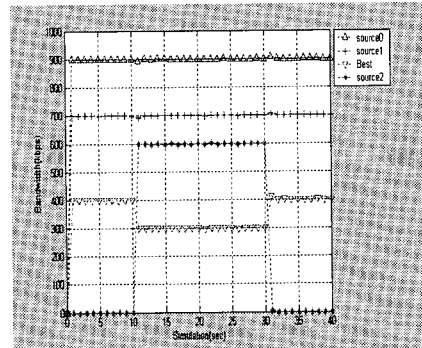


그림 5. RSVP 환경에서의 각 트래픽의 대역폭 변화
Fig. 5. Bandwidth change of each traffic on RSVP environment

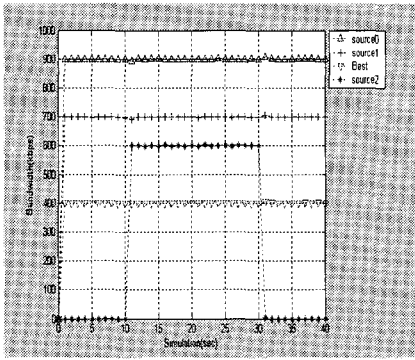


그림 6. ERSVP 환경에서의 각 트래픽의 대역폭 변화
 Fig. 6. Bandwidth change of each traffic on ERSVP environment

(그림 5)와 (그림 6)에서 기존 RSVP와 ERSVP의 트래픽 전송 변화량을 보여준다. 시뮬레이션 시간 10초에서 30초 사이에 Source2 트래픽이 발생됨에 따라 (그림 5)의 기존 RSVP 환경에서는 트래픽이 최단 경로에 혼잡이 발생하여 경로 상에 오버플로우가 발생하므로 QoS 트래픽은 대역폭을 보장해 주지만 보장을 받지 못하는 최선형 트래픽의 대역폭이 현저히 감소했음을 볼 수 있다. 그러나 (그림 6) ERSVP 환경에서는 경로 상에 오버플로우가 발생할 경우 망의 장애 및 혼잡을 피해 자동으로 경로를 지정할 수 있는 LSP를 생성할 수 있도록 지원하는 방법을 선택해서 최단 경로에서 멀리 떨어진 보다 혼잡하지 않은 경로로 스위칭 됨에 의해 기존의 RSVP 환경에서의 최단 경로로 스위칭 될 때 보다 적은 성능 저하를 보인다. 그러므로 그래프에서 보듯이 ERSVP 환경의 성능이 더 좋다는 것을 볼 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 MPLS 망에서 기존의 RSVP를 사용했을 때와 ERSVP를 사용했을 때의 트래픽에 따른 대역폭 변화를 확인해 보았다. 기존의 RSVP는 확장성의 문제와 많은 량의 트래픽을 처리하는 것이 힘들다고 보인다. 그래서 많은 트래픽이 생겼을 경우 빠른 처리의 최적안으로 ERSVP가 최적의 방법이라고 생각된다.

추후 연구과제로 ERSVP를 이용해서 MPLS 망에서 트래픽 엔지니어링과 QoS를 더 효율적으로 관리하는 방법에 대하여 연구해 보도록 하겠다.

참고문헌

- [1] Callon, R., A. Viswanathan, and E. Rosen, "Multiprotocol Label Switching Architecture", draft-ietf-mpls-arch-05.txt, April 1999.
- [2] Yuhara, M. and M. tomikawa, "RSVP Extensions for ID-based Refreshes", draft- yuhara-ravp-refresh-00.txt, April 1999.
- [3] R. Braden and L. Zhang, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)-Version1 Message Processing Rules", RFC 2209, September 1997.
- [4] R. Braden Ed. L.Zhang, S. Berson, S. Herzog, and S. Jamin, "Resource ReserVation Protocol-Version 1 Functional Specification", RFC 2205, September 1997.
- [5] A. Mankin, Ed., F. Baker, B. Braden, M. O'Dell, A. Romanow, A.Weinrib, L. Zhang, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) Version 1 Applicability Statement-Some Guidelines on Deployment", RFC 2208, September 1997.
- [6] Awduche, D., J. Malcolm, J. Agogbua, M. O'Dell, and J. McManus, equirements for Traffic Engineering over MPLS, draft-ietf-mpls-traffic- eng-01.txt, June 1999.
- [7] K.Nichol, "Definition of the Differentiated Services Field in the Ipv4 and Ipv6 Headers" RFC 2474, December 1998.
- [8] Awduche, D., L. Berger, D-H Gan, T. Li, G. Swallow, and V. Srinivasan, Extensions to RSVP forLSP Tunnels, draft-ietf-mpls- rsvp-lsp-tunnel-02.txt, March 1999.
- [9] Blake, S. et al: "An Architecture for Differentiated Services", RFC 2475, December 1998.
- [10] Berger, L. and T. O'Malley, "RSVP Extensions for IPSEC Data Flows", RFC 2207, September 1997.

저자소개

김동일(Dong Il Kim)

현재 동의대학교 정보통신공학과 교수
 한국해양정보통신학회 논문지 제8권 6호 참조