
MPLS 트래픽 엔지니어링을 위한 프로토콜 비교 분석에 관한 연구

하윤식* · 김동일** · 최삼길**

A Study of Protocol comparison Analysis for MPLS Traffic Engineering

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

본 연구는 동의대학교 2004년도 교내연구비(과제번호 2004AA150)에 의해 수행되었음

요 약

최근 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 ERSVP 시그널링 프로토콜에 대한 진화방향을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

To support abruptly increasing data traffic in these days, network management is needed. And also to maintain the steady infra, there is MPLS need which can support traffic engineering. It's necessary that MPLS doesn't only manage network to support recently booming data traffic, but has capacity to support traffic engineering to keep static infrastructure. Traffic engineering, method that a large-scale user shifts traffic to the beforehand designated routes that pass through specific nodes on network, is operation that is mapping traffic flow to the physical network topology.

In this paper, we supplement the defect of the traditional RSVP traffic engineering and to construct far more steady infra, we suggest the way of its development of ERSVP signaling protocol.

키워드

MPLS, Traffic Engineering, RSVP Extensions Signaling Protocol, QoS

I. 서론

급속히 증가하는 트래픽 성장률과 이에 따른 네트

워크를 관리하기 위해서는 안정적인 인프라를 유지해야 한다. 현재의 인터넷은 모든 패킷을 동등하게 최선을 다해서(best-effort) 처리하는 방식으로 사용자

* 동의대학교 대학원 정보통신공학과

** 동의대학교 정보통신공학과

들의 서비스등급이나 패킷 유형 및 응용프로그램의 종류에 따른 QoS를 차별화하여 지원하는 기능은 매우 제한적으로 이루어지고 있다. 최근 이러한 문제점을 해결하고 실시간 응용서비스에서 요구하는 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)이 어떻게 확장됐는지에 대해 설명하고 RSVP 프로토콜과 ERSVP 프로토콜을 비교 분석하고자 한다.

II. 본 론

2.1 트래픽 엔지니어링

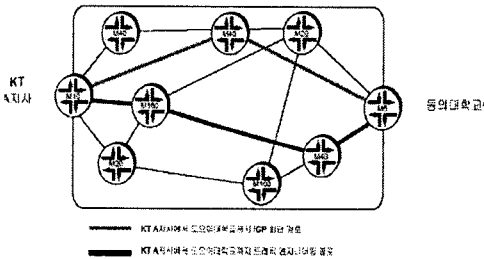


그림 1. 트래픽 엔지니어링

트래픽 플로우를 물리적인 네트워크 토폴로지에 매핑시키는 작업이라고 할 수 있다. 특히 이는 IGP(Interior Gateway Protocol)가 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 되거나 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 QoS 지원기술

2.2.1 Intergrated Service (IntServ)

IETF에서 리얼타임 QoS를 보장하는 서비스를 제공하기 위해서 ATM의 트래픽 관리모델과 유사한 구조의 네트워크 모델을 제시하였다. 이 모델을 인터넷 통합 서비스 모델이라고 한다. IntServ의 구조는 QoS 제공을 위한 몇 가지의 특징을 가지고 있다. 가장 큰 특징은 기존의 인터넷에서 하나의 동일한 서비스로 취급되는 IP 패킷의 플로우를 각 플로우의 특성에 따라 여러 서비스 등급의 유형으로 구분하는 것이다. 이렇게 구분된 패킷의 흐름은 서로 다른 트래픽 특성을 갖고, 서로 다른 QoS 조건을 갖는다. IntServ 모델에서는 QoS를 패킷 단위의 전달 지연 시간에 초점을 맞추고 있고, 이를 위해 패킷이 전달되는 네트워크 중간 노드에서 트래픽 특성과 QoS 정보를 인식하고 이를 위한 대역을 예약하는 RSVP가 제시되었다. 그러나 데이터 패킷의 양이 많아질수록 관리해야 하는 플로우가 늘어나기 때문에 절차가 복잡해지고 규모가 큰 인터넷과 같은 네트워크에서는 확장성에 문제를 가지고 있다.

2.2.2 Differentiated Service (DiffServ)

DiffServ(Differentiated Service)는 Intserv의 확장성 문제를 해결하기 위해 IP 트래픽을 한정된 수의 서비스 클래스로 분류하는 것을 허용한다. 이러한 IntServ의 문제점을 해결하고 현실 가능한 QoS지원을 연구하기 위해 1998년에 DiffServ Working Group이 구성되었다.

먼저 DiffServ에서는 경계 라우터에서만 이런 플로

우 상태정보를 유지하고 코어 라우터에서는 단순한 차별식 포워딩 기술을 채택함으로써 불가능하였던 개별 플로우 유지관리의 문제점을 개선하였다. 또한, DiffServ는 IP 패킷의 QoS 필드를 DS(Differentiated Service) 필드라고 재명명하고 DS 바이트를 단순 DS 필드나 다중필드에 입력함으로써 IntServ에 비해 극히 적은 수의 서비스 클래스만을 생산하게 되었다. 또한 PHB라는 새로운 홉 전달 방식을 도입하여 플로우가 아닌 클래스별로 코어 라우터에서 서비스를 지원함으로써 확장성이 부족한 IntServ의 문제점을 해결하였다.

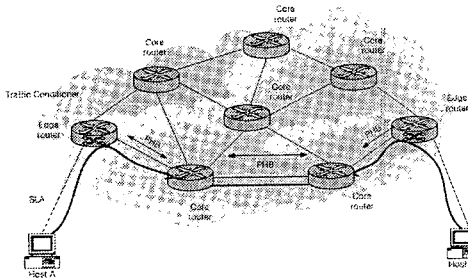


그림 2. DiffServ 동작과정

DiffServ의 동작과정에 대해서 위의 (그림 2)와 같이 살펴보면 사용자 A는 ISP와 SLA (Service Level Agreement)를 정적(static)이나 동적(dynamic)으로 협정을 맺고 사용자 B에게 데이터를 전송하기 위해 에지 라우터로 패킷을 전송한다.

에지 라우터에서는 패킷을 SLA에 참고하여 분류하고 분류된 사용자 A의 트래픽에 적절한 PHB를 부여하고 계약을 위반하는지를 판단한 다음 트래픽 조절을 한다. 이때 PHB부여 방법은 SLA계약에 맞는 DSCP 값을 DS필드나 다중필드에 입력하는 것이다. 코어 라우터에서는 입력된 DSCP 값을 구별하여 PHB를 알아내고 기본정책에 따라 패킷을 적합한 큐에 큐잉을 하고 다음 홉으로 전달한다. 특히, 코어 라우터에서는 패킷의 DSCP 값만으로 패킷을 처리하므로 각 플로우마다 각 상태를 유지할 필요가 없을 뿐만 아니라 각 플로우별로 재분류하여 처리해 줄 필요가 없으므로 단순히 패킷을 다음 홉으로 포워딩 할 수 있다. 이러한 과정을 거쳐 호스트 A의 데이터는 호스트 B까지 요청된 QoS 보장을 받으면서 전송된다.

이처럼 코어 라우터에서의 패킷 처리가 단순해지게 된 것은 홉과 홉 사이의 패킷 전달을 새롭게 제시한 PHB 개념의 도입 때문이다. PHB는 한 라우터에서 다른 라우터로 트래픽을 전달하는 기본 방침이며, 각 라우터에서 동일한 DSCP값을 가지는 패킷들의 집합인 Behavior Aggregate(BA)에 자원을 할당해 주는 방식이다.

2.3 RSVP

2.3.1 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 상태를 설치하기 위해 개발된 것이었다. 네트워크 전반의 물리적 경로는 기존의 목적지 기반 라우팅, 즉 IGP에 의해 결정됐었다. 1997년까지 RSVP는 권장 표준이었으며 최근에는 IP 네트워킹 장비에 널리 구현되고 있다. 그러나 RSVP는 확장성 문제와 더불어 잠재적으로 수백 만에 달하는 호스트 투 호스트 플로우를 지원하는데 필요한 오버헤드에 대한 우려로 말미암아 현재 네트워크에서는 널리 사용되고 있지는 않고 있다.

2.3.2 ERSVP의 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. ERSVP는 호스트 투 호스트 플로우가 아니라 공유 네트워크 자원의 공동 경로 및 공동 풀을 공유하는 전체 플로우에 적용되는 상태를 설정한다. 많은 호스트 투 호스트 플로우를 각 LSP 터널로 통합함으로써 ERSVP는 기존 RSVP 상태의 규모를 크게 줄일 수 있다. RSVP 시그널링에 의해 설정된 경로는 기존 목적지 기반 라우팅에 의해 예약을 받지 않기 때문에 트래픽 엔지니어링 트렁크를 구축하는 완벽한 툴이라고 할 수 있다.

2.4 ERSVP의 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 받아야 하는 정보의 양을 줄일 수 있도록 한다. (그림 3)에서 나타나듯이 ISP로 대한 진입 LSR은 단일 LSP 터널 전반에서 내부에 위치하거나 ISP 1 또는 ISP 2를 경유해 도달할 수 있는 prefix을 통해 모든 전송 트래픽을 진출 LSR로 포워딩할 수 있다.

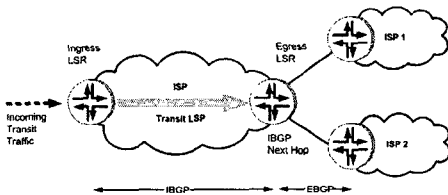


그림 3. IBGP Next hop 기반 Egress LSR을 선택하는 Ingress LSR

2.5 기존 RSVP와 ERSVP의 차이점

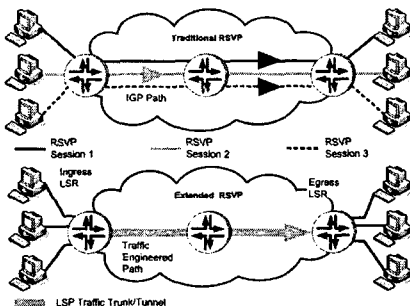


그림 4. 기존 RSVP 대 ERSVP

(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 ERSVP 프로토콜을 위한 시뮬레이션은 가상 네트워크 테스트 환경을 구축하기 위해 구현된 ns-2 시뮬레이터를 사용하였다. 시뮬레이션을 위한 망 구성은 아래의 (그림 5)와 같다. 실험은 기존의 RSVP와 ERSVP를 사용하여 각각의 인터넷 트래픽의 성능을 분석해 보았다.

3.2 Topology

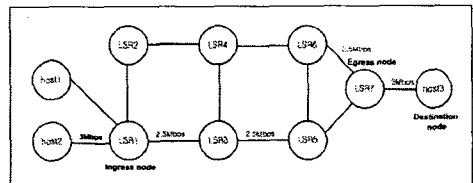


그림 5. 실험에 사용되는 네트워크 토폴로지

(그림 5)에서 보는 바와 같이 네트워크 토폴로지는 3개의 일반적인 IP 노드와 7개의 MPLS 노드로 이루어져있다. 일반 IP 노드에는 drop-tail 방식의 큐가 구현되어 있으며, MPLS 노드에는 QoS 트래픽과 일반 최선형 트래픽으로 구현한다. 그림에서와 같이 노드 0과 노드 9에서 트래픽을 발생시키는데, 노드 0에서는 QoS 트래픽이 노드 9에서는 최선형 트래픽이 발생된다. 그리고 모든 트래픽은 목적지를 노드 8로 가진다.

또한, 실험에서 사용하는 QoS 트래픽이 요구하는 대역폭은 각각 600kbps이고, 최선형 트래픽은 350kbps의 속도를 가지는 트래픽으로 단일화 시켰고 실험시간은 300초 하였다. 실험 결과는 기존 RSVP와 ERSVP를 같은 시간에 받은 시간 당 지연율을 비교하여 보았다.

3.3 시뮬레이션 결과

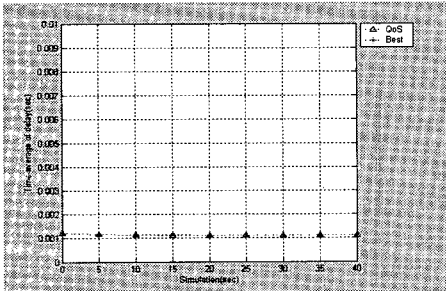


그림 6. ERSVP환경에서 각 트래픽의 시간당 지연율

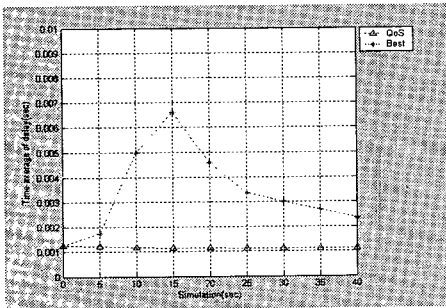


그림 7. RSVP환경에서 각 트래픽의 시간당 지연율

(그림6)에서는 QoS가 보장되므로 크게 차이가 없지만 (그림7)과 같이 최선형 트래픽에서는 처음 경로 배정 교환의 설정 부분 시간은 유사하지만 시간이 갈수록 기존의 RSVP의 지연이 ERSVP보다 점점 올라가는 것을 볼 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 MPLS 망에서 기존의 RSVP를 사용했을 때와 ERSVP를 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 최적이므로 ERSVP가 최적의 방법이라고 생각된다.

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

참고문헌

- [1] Yuhara, M. and M. tomikawa, RSVP Extensions for ID-based Refreshes, draft-yuhara-rsvp-refresh-00.txt, April 1999.
- [2] Awduche, D., J. Malcolm, J. Agobua, 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 Cisco System, 2001.
- [6] B. David, Y. Rekhter, MPLS Technology and Applications, Morgan kaufmann Publishers, 2000.

저자소개



하운식(Yun Sik Ha)

2000년 동의대학교 전자통신공학과 공학사
 2005년 2월 동의대학교 대학원 공학석사
 ※ 관심분야 : 네트워크 프로토콜, 트래픽 분석



최삼길(Sam Gil Choi)

1969년 2월 광운대학교 무선통신공학과 공학사
 1988년 2월 동아대학교 전자공학과 공학석사
 2001년 8월 동아대학교 전자공학과 공학박사

1973년 3월 - 1985년 2월 동의과학대학 통신공학과 교수
 1981년 2월 - 1982년 1월 미국 미시간 대학교 방문교수
 1985년 3월 - 현재 동의대학교 정보통신공학과 교수
 2000년 7월 - 현재 한국해양정보통신학회 이사
 2002년 8월 - 현재 동의대학교 공과대학장
 ※ 관심분야 : 디지털 신호처리, 네트워크 프로토콜