DiffServ를 이용한 MPLS망 내에서 대역폭 할당을 위한 흐름 제어 방법

박종진[0] 이병호
한양대학교 대학원 차세대 네트워크 연구실
(cowboys[0])@orgio.net

The Flow Control for MPLS Networks Bandwidth Assignment in Diffserv

Jong-Jin Park[0] Byung-Ho Rhee
Hanyang. Univ. SCANN Lab

요 약

VoIP기술의 확산과 그에 따른 IP기반의 망을 포함한 packet, Multimedia서비스를 제공하는 서비스가 늘고 있다. 그러나 실시한 서비스를 필요로 하는 이서비스의 경우에는 그에 따르는 경로에 확실한 대역폭의 조건이 요구 되고 있다. 하지만 best-effort방식을 사용하는 기존의 망에서는 대역폭의 확실한 보장이 이루지기 힘들다. 하지만 MPLS와 트래픽 엔지니어링 기술의 발전으로 다중경로 패킷 전달 및 동적인 부하 제어가 가능하게 되었다. 곧 차별화된 서비스에 따른 대역폭의 할당이 이루어질 수 있다. 동적인 부하 제어는 네트웍의 상태를 고려하여 경로간의 부하를 조절함으로써 네트웍의 효율성을 높일 수 있으나, 상태 정보의 시간차이에 의해 불안정한 상태에 이르기 쉽다. 본 논문에서는 차별화된 서비스를 하기 위해 부하의 할당을 안정적으로 변화시키면서도 효율적인 부하로 용량에 맞게 흐름을 받아들이고 패킷을 전송하는 기법을 제안한다.

1. 서 론

MPLS(Multiprotocol Label Switching)는 네트워트 트래픽 흐름의 속도를 높이고 관리하기 쉽게 하기 위한 입증된 표준 기술이다. MPLS가 인터넷 서비스를 지원하는 핵심 기술로 주목받고 있는데 인터넷 사용의 확산은 보다 고속의, 그리고 보다 고품질의 네트워크를 필요로 한다. 인터넷이 본격적인 상업망으로 전환되기 시작하고, 고속 모뎀, 케이블 모뎀, ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)등의 다양한 고속 액세스 장비, 인터넷 컴퓨터 및 홈 네트워킹 가전제품들이 보급되에 따라서 인터넷의 수요가 폭발적으로 증가되고 있다. 그러나 현재 인터넷에서 사용하고 있는 기존 라우터는 고속의데이터 전송, 확장성, 인터넷 QoS측면 에서 심각한 문제점이 제기되었고, 사용자의 다양한 요구사항을 충족시키기에도 많은 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 MPLS시스템이 구현되었다. MPLS망은 MPLS 제어 요소(Control Componet)와 ATM 스위치로 구성된 라우터들로 구축된다. MPLS 제어 요소는 인접한 라우터들과 협상하는 레이블 분배 프로토콜(LDP : Label Distribution Protocol)을 수행함으로써 IP 패킷을 전송하기 위한 LSP (Label Switched Path)를 ATM 스위치를 통하여 설정한다. 설정된 LSP로 짧고 고정된 길이의 레이블을 이용하여 동일한 FEC(Forwarding Equivalence Class)에 속하는 IP 패킷을 전달하는 방식으로 기존 라우터의 IP 패킷 전달 방식인 LPM (Longest Prefix Match)방식에 비해서 전달 속도를 향상시킨다. 이와 같이 MPLS 시스템에서 레이블을 이용한 단순한 전달 방식에 의해서 고속화의 달성은 쉽게 이루어질 수 있었지만 QoS 제공이 가능한 라우터가 되기 위해서는 부가적인 기능을 필요로 한다. 특히 서비스 클래스에 따라서 서비스처리를 차별화하는 IETF에서 연구중인 통합 서비스와 우리가 여기서 다루고자 하는 (DiffServ : Differentiated Service)를 지원하는 것이 중요한 이슈가 되고 있다. 본 논문에서는 인터넷 QoS를 지원하기 위한 한 방법인 DiffServ를 이용해서 MPLS망에서 대역폭할당을 위한 흐름제어 방법을 제안한다. 본 논문에서는 DiffServ의 트래픽 흐름을 제어하여 서버의 도움 없이 Edge 라우터에서 자체적으로 해결하기 위한 방안을 제시한다. 트래픽 흐름을 받아들일 수 있는 기본적인 양을 조절하며, 트래픽의 손실을 야기할 수 있는 혼잡 지역을 피하여 트래픽을 네트워크로 보내고 혼잡지역을 반영하여 흐름 수락 제어를 하고자 한다. 트래픽의 혼잡 지역을 알기 위해서는 Ingress LSR(Label Switched Router)와 여기서 이 정보를 수집할 수 있다. 여기서는 MPLS의 특징을 준수하면서 추가의 네트워크 자원 이용 없이 효율적인 자원의 이용, 즉 대역폭 할당을 위한 흐름 제어를 함으로써 높은 수준의 트랙엔지니어링을 실현할 수 있으리라고 생각한다.

2. 관련 연구

2.1 DiffServ지원의 MPLS

VoIP(Voice over IP),VPN(Virtual Private Networks)과 같은 인터넷에서 QoS보장을 요구하는 새로운 응용 서비스들의 출현으로 IP QoS가 중요한 과제로 대두되고

있다. 현재의 인터넷은 베스트 에포트 서비스만을 제공하기 때문에 서비스에 따른 패킷의 지연 등과 같은 요구 사항을 보장하지 못하고 있다. 따라서 인터넷에서 서비스의 QoS를 보장하기 위하여 제안된 서비스 모델이 IntServ(Integrated Services)와 DiffSer이다.
이 논문에서는 DiffServ모델에 한정한다. 이 모델에서는 특정한 엣지간 서비스가 아닌 홉 단위의 큐 관리 및 스케줄링 기능인 PHB(Per Hop Behavior)로 QoS를 제공한다. DiffServ모델에서 표준화한 PHB는 다음과 같다. EF(Expected Forwarding)는 경로상의 모든 라우터들이 EF 패킷에 대한 처리를 적어도 패킷들이 도착하는 속도보다는 빠르게 하도록 요구하기 때문에 PDR(Peak Data Rate)로 자원을 예약하여야 한다. AF(Assured Forwarding)는 엣지간 서비스를 위한 하나의 PHB Group으로서, 지연에 민감하지 않으며 드롭 우위를 갖고 있어 CDR(Committed Data Rate)로 예약을 하여도 무방한 클래스이다. LSP는 MPLS 시스템에 입력된 패킷을 목적지 주소와 포트 번호를 갖고 EF에 속하는 응용 범주인 경우에는 EF LSP로 패킷을 전달하고, AF에 속하는 응용 범주의 경우에는 AF LSP로 패킷을 전달하고, DF에 속하는 응용 범주의 경우에는 DF LSP로 패킷을 전달하도록 차별화된 LSP를 제어한다. 이렇게 차별화되어 전송된 패킷은 그 다음 홉에 있는 LSR에 전달되고, 패킷을 전달받은 LSR은 LIB만을 보면서 레이블 스위치을 하여 패킷을 최종 LER까지 전달되도록 LSP를 제어한다.
MPLS 네트워크에서 Diffserv를 지원하기 위해서는 IP 헤더에 있는 DSCP(Differentiated Service Code Point) 코드에 따라 DiffServ 클래스의 BA를 지원할 수 있도록 다른 기능을 추가하여야 한다. MPLS에서는 (그림 1)과 같은 헤더 포멧을 가지며 헤더의 EXP 필드가 DSCP와 같은 목적으로 사용할 수 있으나 EXP 필드의 길이는 3비트이다. 이로 인해 6비트 DSCP의 모든 값을 EXP 필드로 일대일 사상시키는 것이 불가능하므로 IETF에서는 MPLS에서 DiffServ를 지원하는 두 가지 방법을 제안하고 있다.

L2 Header	Label	L3 Header

Label	EXP	S	TTL
20	3	1	8

Label : Label value　　S : Bottom of Stack
EXP : Experimental Use　　TTL : Time to Live

(그림 1) MPLS 레이블 스택 구조

1.E-LSP
(EXP-Inferred-PSC(PHB scheduling Class)LSPs)
단일 LSP를 위한 단일 FEC에서 8개의 BA를 사상시켜서 DiffServ를 지원하는 방법이다. (MPLS헤더의 EXP필드 3비트를 이용하여 패킷에 적용할 PHB를 결정하는 데 사용한다. 장점: 이 방법을 사용하면 MPLS헤더의 EXP필드를 사용하므로 추가로 신호 처리 프로토콜이 필요 없고 어떠한 레이블 분배 프로토콜과도 잘 어울린다는 장점이 있다.
2.L-LSP(Label-Only-Inferred PSC LSPs)
E-LSP를 사용한 방법이 8개의 PHB만 지원하기 때문에 그 이상의 PHB를 지원하기 위해 제안된 방법이 L-LSP이다.

2.2 동적 흐름 제어
동적인 흐름제어를 하는 방법은 우선 사용할 경로(LSP)들을 만드는 알고리즘이 필요하다. 그 알고리즘에의해서 경로들을 동시에 사용하려면 경로의 정보를 유지해야 하며, 패킷전송시 여러 경로를 통해 전송하는 방식이 제공되어야 한다. 흐름제어를 위한 또 하나의 요구조건은 링크상태정보 교환 프로토클이다. 각 경로의 상태에 따라 동적으로 부하 제어를 하기 위해서 라우터들은 각 경로상에 있는 링크들의 상태를 알아야 한다. 이 정보는 OSPF와 같은 링크상태 라우팅 프로토콜에 QoS 확장을 적용하여 교환할 수 있다. 라우터간에 교환되는 링크상태 정보는 각 링크의 부하와 대역폭을 포함해야 한다. 이 값은 전송률과 링크의 손실률로부터 계산할 수도 있다.
따라서 본 논문에서는 MPLS에서 DiffServ를 효율적으로 지원하기 위해 네트워크의 혼잡을 회피하는 방안으로 유연하면서 동적인 흐름 수락제어를 제안하고자 한다. 이미 설정된 LSP들을 수정하므로써 효율적인 LSP를 만들고자 한다.

3. LAC(LSP Aggregation Candidate) 선택과 판단
이번 절에서는 LAC 선택에 대하여 기술한다. LSP 집합의 목적은 한 LSP에 가능한 여러 트래픽 흐름을 전송하도록 하여 경로 배정 수행 횟수를 줄이고 대역폭의 이용율을 높이고자 한다. LAC선택은 DiffServ의 DSCP를 어떻게 LSP에 사상시키는 가에 따라 달라진다. 여기서는 E-LSP에 대한 LAC선택만을 논하겠다.

3.1 E-LSP의 LAC의 판단
E-LSP는 EXP필드로 서비스 필드를 구분하며 미리 정해 놓은 서비스 클래스에 대해여 서비스를 진행한다. E-LSP의 LSP집합은 EF는 목적지 정보만 같은 LSP를 찾아 LSP 집합 가능 후보를 선정하면 되고 AF는 AFx의 같은 서비스 클래스를 찾아 L-LSP의 AF 서비스 클래스와 동일하게 LSP 집합 가능 후보를 선정하면 된다. 아래<표1>은 EXP필드와 PHB의 사상을 나타낸다.

EXP 필드	PHB
000	DF
001	AF
010	AF
011	AF
111	EF

3.2 LAC 판단
서비스 클래스의 종류를 달리 하는 두 가지 방법에서 선정한 LSP 집합가능 후보를 대상으로 다음 단락에 제안할 선택판단기준에 합당한지 정보를 수집하고 LAC를 판단한다.

3.2.1 링크 총 용량에 따른 판단

제 논문에서는 MPLS에서 DiffServ를 효율적으로 지원하기 위해 네트워크의 혼잡을 회피하는 방안으로 유연하면서 동적인 흐름 수락 제어를 제안하고자 한다. 또한 차별된 서비스 지원하는 MPLS를 제안하는 방안으로 LSR에서 특정 아웃 링크를 통해 동시에 전송할 수 있는 트래픽의 양은 아웃 링크를 통해 전송될 수 있는 총량, 즉 링크의 용량보다 클 수 없다는 기본적인 사실을 바탕으로 한다. 따라서 LSP 집합 후보 중에서 다음을 만족하지 못하는 LSP는 LAC 에서 제거된다.

$$B_{all\text{-}LSP} + B_{in\text{-}LSP} + B_{new\text{-}LSP} - B_{join} < B$$

$B_{all\text{-}LSP}$: 다른 코어망에서 우리망을 경유하는 모든LSP
$B_{in\text{-}LSP}$: 내부에 설정된 모든 LSP
$B_{new\text{-}LSP}$: 새로이 형성되어 네트웍으로 들어가는 트래픽
B_{join} : 공통적인 LSP부분들

4. 본 제안의 고찰

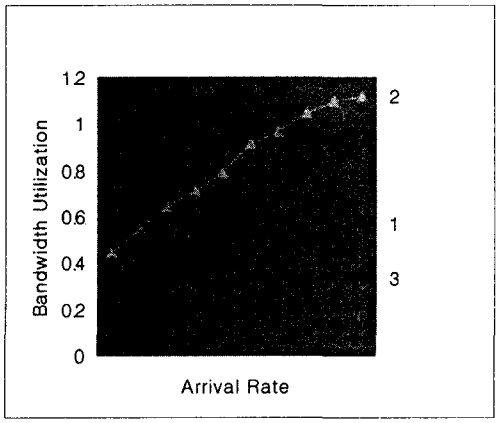
패킷이 DiffServ에 들어오면 흐름의 시작인지 아닌지를 구분해야 한다. 만약 흐름의 시작이면 FEC를 통해서 위에 제안한 LAC를 통해서 LSP를 선택할 수 있다.
위의 3.2.1에서 제안한 LA판단으로 구성된 제안 흐름 제어에 대한 성능을 분석한다. 본 논문에서는 이벤트 방식 망 모의실험 프로그램인 NS-2를 이용하였다. NS-2는 패킷방식의 망에 대해 모의실험을 지원하며, 인터넷의 모의실험에 필요한 TCP, 라우팅 프로토콜, 트래픽 생성 등의 포괄적인 기능을 갖추고 있다. 이를 통해 대역폭의 이용률을 알아보았다.

<표2> 시뮬레이션 리스트

	Resource Reservation		LA
	EF	AF	
1.E-LSP + res	O	O	If resource is reserved
2. E-LSP + nolmt	O	X	Unlimited
3. E-LSP + 본논문에서의 제안(B)	O	X	제안한 총 용량
만약 망에 혼잡상태가 일어나면 EXP 필드 값을 000 으로 하여 드롭으로 인한 패킷손실을 최소화함			

<표 3>트래픽 모델

	EF	AF
Required bandwidth	6	3
Flow duration	30	10
PDR/CDR	3/1	1/1



(그림 2) 대역폭 이용률

패킷을 그림2에서 제안된 방법을 이용하면 혼잡지역을 제외한 경로에서 대역폭의 이용률을 더 높임을 알 수 있다. 즉 도착율에 따른 대역폭의 이용률이 본 논문에서 제안한 방법을 이용했을 때 현저하게 대역폭의 낭비를 막을 수 있다.

5. 결론

본 논문에서 제안한 방법으로 대역폭 효율적인 활용이 이루어진다는 것을 알 수 있었다. 기존의 실험 항목 1, 2가 가지는 항목의 단점을 해소하고 장점을 지원함으로써 MPLS내에 DiffServ가 서비스될 때 효율적으로 대역폭의 관리가 이루어 질 수 있는 방법이다.

참고문헌

[1]한국전자통신연구원, ATM기반 인터넷 서비스 시스템(MPLS)연구보고서,1999
[2]J. Moy, " OSPF version 2" ,RFC2328,April 1998
[3]B. Davie, et al, " MPLS Technology and Applications" ,Morgan Kaufmann,2000
[4]S. Davari ,et " MPLS Support of Differentiated Services," Internet Draft draft-ietf-mpls-diff-ext-08.txt, Feb 2001
[5]B. Jamoussi, " Constraint-Based LSP Setup using LDP," Internet Draft draft-ietf-mpls-crlsp-modify-03.txt, Feb. 2001