

MPLS망에서 DiffServ 시뮬레이터 구현

김지은^{†*}, 손남래^{*}, 최덕재^{*}, 김영철^{**}, 이귀상^{*}
전남대학교 전산학과^{*}, 전남대학교 전자공학과^{**}
전화 : (062) 530-0147 / 팩스 : (062) 530-3439

Implement simulator for supporting Diffserv over MPLS

Ji Eun Kim, Nam Rae Son, Deok Jai Choi, Young Chul Kim, Guee Sang Lee
Department of Computer Science, Chonnam National University
E-mail : {jekim, nrson}@cs.chonnam.ac.kr,
{dchoi, yckim, gslee}@chonnam.chonnam.ac.kr

Abstract

IP(Internet Protocol)를 기반으로 하는 인터넷은 트래픽의 폭발적인 증가로 인해 인터넷 전송 속도 저하와 확장성의 한계에 직면하고 있다. 현재 IETF와 ATM 포럼 등을 중심으로 다양한 초고속 전송기술과 QoS 서비스 기술이 제안되고 있다. 본 논문은 종단간 QoS 서비스 지원을 위해 필수적으로 요구되고있는 MPLS 망에서 DiffServ 연동에 관한 시뮬레이터를 제안하여 실제적인 DiffServ/MPLS 망을 구축하지 않아도 다양한 어플리케이션을 시뮬레이션 하도록 제안한다. 따라서 MPLS의 고속 전송과 DiffServ의 차별화 서비스를 제공함으로써 발전된 QoS 보장이 가능하다.

I. 서론

현재의 인터넷망은 모든 고객에게 똑같은 최선형(best-effort) 서비스를 제공하면서 서비스에 따른 과금은 요금 구조 또는 접속 형태 등에 기인하고 있다. 이런 구조는 폭발적으로 증가하는 인터넷 수요를 따라가지 못하고 지연에 민감한 응용의 경우에도 특별한 보안을 가할 수가 없다. 결국 현재의 망 구조로는 새로운 응용 프로그램들의 증가된 서비스 품질 요구를 지원할

수 없다[1].

망의 수용 용량을 고려하지 않고 증가된 응용의 요구만을 처리하기 위한 인터넷 개선 방안으로 IntServ(Integrated Services)[2] 워킹 그룹의 RSVP(Resource Reservation Protocol) 프로토콜과 ISSLL(Integrated Services over Specific Link Layers) 워킹 그룹 등의 기존 연구가 있어 왔지만 현재 백본망의 처리 용량을 볼 때 당장은 실현이 어려울 것으로 보인다. 이에 대응하여 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 1998년 3월부터 각 사용자의 서비스 요구 흐름(flow)에 기반을 둔 QoS(Quality of Service)[3] 지원이 아니라 같은 성격의 흐름들의 모임(aggregate)에 기반을 둔 CoS(Class of Service) 지원을 목표로 하는 DiffServ(Differentiate Service)[4] 표준화 작업을 시작하게 되었다. 현재 Diffserv는 2.5 계층의 출현이라고 일컬어지는 MPLS(Multiprotocol Labeling Switch)[5]와 연동하여, MPLS망에서 DiffServ를 지원함으로써 초고속 전송 뿐만 아니라, 트래픽별로 차별화된 스케줄링과 패킷 폐기순서를 제공할 수 있다[6].

본 논문의 구성은 먼저 II장에서 인터넷 기술로 주목받는 라우팅과 스위칭의 결합기술로 표준화가 진행 중인 MPLS(multiprotocol label switching) 및 현재 표준화가 진행 중인 DiffServ(Differentiated Services)와 관련된 연구를 기술하고, III장에서는 MPLS 망에서 DiffServ를 연동하는 DiffServ/MPLS 망과 LSP설정 그리고 PHB(Per-Hop Behavior)를 EXP로 매핑하는 방법

*본 연구는 1999년도 두뇌한국 21 사업
핵심분야에 의하여 지원되었음

을 기술한다. IV장에서는 시뮬레이션 설계 및 구현 환경을, 마지막으로 V장에서는 결론 및 향후 연구에 대해서 기술한다.

II. 관련연구

2.1 MPLS(MultiProtocol Label Switching)

MPLS는 IETF를 통해 표준으로 발전된 기술로서 [5], 입구 라우터에서 IP 패킷에 레이블(label)이 붙고, 이후 중간의 모든 라우터에서는 IP 패킷 헤더가 아닌 이 레이블에 의한 레이블 스위칭(Label Switching)으로 패킷이 전달되는 구조를 갖는다. 레이블이 붙은 IP 패킷이 경유하게 되는 경로를 LSP(Label Switched Path)라하며, 새로 표준화된 LDP(Label Distribution Protocol)[7] 또는 확장 RSVP와 같은 신호 프로토콜에 의해 실제로 수립된다.

[그림 1]은 MPLS 지원을 위한 shim header이다. shim header는 실제 레이블 필드인 20bit, TTL(Time to Live)필드인 8bit, 그리고 3bit인 EXP로 구성되어있다[8].

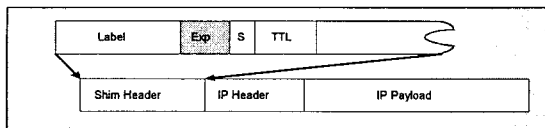


그림 1. MPLS의 레이블 헤더

2.2 DiffServ(Different Service)

DiffServ는 RFC 791에서 정의된 IPv4의 우선 순위 표시 서비스를 개선한 것으로써 이보다는 잘 정의된 서비스들을 적용하여 인터넷에서 다양한 서비스 품질을 제공할 수 있도록 하는 기본 개념을 사용하고 있다 [9].

입구노드(Ingress Node)에서는 IP 헤더[그림 2] 내의 특정 영역의 DSCP(DiffServ Code Point) 검사하여 입력된 패킷을 미리 계약된 서비스에 맞추어 처리하기 때문에 플로우별로 상태나 정보를 유지할 필요가 없다는 장점이 있다. 또한 복잡한 트래픽 조절(traffic conditioning) 기능을 모두 망의 경계 노드(Boundary Node)에서 수행하도록 하고 있다.

DiffServ 영역의 입구 노드에 도착된 패킷은 그 영역내의 모든 노드에서 그 패킷이 받게 될 패킷 전달 서비스 즉, PHB에 따라 분류된다. 이 때, 동일한 패킷 전달 서비스를 받게 될 패킷들의 집합을 BA(Behavior Aggregate)라고 부른다. 이어 한 BA에 속한 모든 패

킷은 동일한 DSCP를 부여(Marking)받게 된다. 망내 내부 노드(Interior Node)들은 패킷 포워딩시 이 DSCP 필드만을 참조하여 해당 패킷에 대해 적절한 스케줄링과 패킷 폐기 처리를 행하게 된다. 현재 DSCP와 이에 대응하는 PHB는 표준화 대상으로 최근 IETF의 DiffServ WG에서 몇 가지가 표준화되었다[10][11].

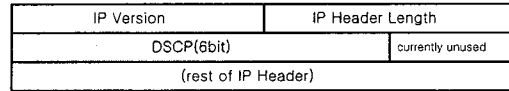


그림 2. IP 헤더에서 DSCP field

그리고 MPLS망에서 DiffServ를 지원할 경우[6], AF PHB그룹에서 같은 클래스에 속한 3개 PHB가 동일한 마이크로 트래픽 흐름에 속하는 패킷에 할당될 수 있다. 따라서, 이 경우 동일 흐름에 속한 패킷의 순서 유지를 위해 같은 클래스에 속한 3개 PHB는 하나의 묶음으로 동일 LSP에 흘러보내야 한다. 이를 위해서 [그림 3]와 같이 순서 제약을 갖는 PHB의 묶음을 하나의 묶음으로 하는 새로운 PSC(PHB Scheduling Class)의 정의가 필요하고, 이에 대응하여 BA 묶음을 하나의 묶음으로 하는 새로운 OA(Ordered Aggregate)의 정의가 필요하다. 이 정의로 AF의 한 클래스가 하나의 OA로 묶여진다. EF, AF, CS와 같은 다른 PHB는 각각 하나의 OA에 대응된다.

PSC								
EF	AF			CS				DF
AF1	AF11	AF12	AF13	CS4	CS5	CS6	CS7	CS8
AF2	AF21	AF22	AF23	DF				
AF3	AF31	AF32	AF33					
AF4	AF41	AF42	AF43					
CSn	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	CS6	CS7	CS8
DF	DF							

그림 3. PSC와 PHB의 관계

2.3 MNS(MPLS Network Simulator)[12]

본 논문에서는 충남대학교에서 개발한 label swapping 동작과 같은 패킷 스위칭기능과 request 메시지, mapping 메시지, withdraw 메시지, release 메시지, notification 메시지와 같은 LDP 기능을 제공하는 MNS을 이용하여 DiffServ와 연동한 시뮬레이션을 구현한다. MNS는 control driven 방식과 data-driven 방식을 선택할 수 있으며, 관리자에 의해 미리 설정된 경로(Explicit Routing-LSP)를 지정할 수 있다. 또한 PFT(Partial Forwarding Table)은 FEC, PHB의 서브셋이고,

LIB(label information base)는 LSP정보를 저장하고, ERB(explicit routing information base)는 ER-LSP의 정보를 유지한다.

III. DiffServ over MPLS

3.1 DiffServ를 지원하는 MPLS 망

MPLS 영역에서 QoS를 지원하는 한 방안으로 [그림 4]와 같이 두 DiffServ영역 사이의 MPLS 영역에서 종단간 DiffServ 제공을 위하여 MPLS망에서 DiffServ 서비스 연동은 필요하다.

II 장에서 소개했듯이, DiffServ와 MPLS는 경계노드에서의 역할이 복잡하고 중요한 반면 내부노드에서는 그 역할 및 기능이 간단하고 빠르게 전개된다는 설계 개념에서 유사성을 가진다. 그러나 설계 개념상의 유사성일 뿐 DiffServ/MPLS망에서는 서로의 기능은 분리되어 있다. 즉 고속 패킷 전달과정에서 '어떤 서비스'로 전달되는가에 관한 패킷의 전달 QoS 결정은 DiffServ에 의해 이루어지고, 패킷이 '어디로' 전달되는가는 MPLS LDP에 의해 결정된다[13].

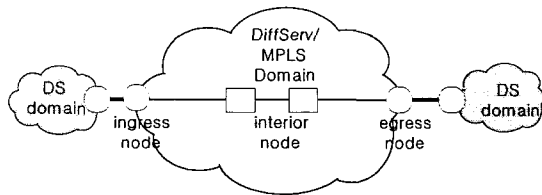


그림 4. DiffServ를 지원하는 MPLS망 구성

3.2 MPLS 망에서 DiffServ를 지원하는 LSP설정

II장에서 언급했듯이 DiffServ는 IP 패킷의 6bit의 DiffServCP를 보고 PHB를 결정하게 된다. 하지만 일단 MPLS망으로 진입하게 되면 [그림 1]과 같이 IP 패킷은 shim header로 인캡슐화되기 때문에 DiffServ의 정보를 shim header에 인코딩시켜야 한다.

본 논문에서는 MPLS망에서 DiffServ를 지원하는 LSP를 설정하기 위하여 MPLS의 3bit인 EXP를 사용하여 DiffServ의 BA를 LSP로 매핑하는 두 가지 방법을 제안했다. 첫째, II장에서 기술한 OA 개념을 이용하여, 하나의 <FEC,OA> 쌍에 대해 하나의 LSP를 매핑하는 방법이다. 이것은 FEC만 보고 하나의 LSP가 설정되는 기존 MPLS 구조와 비교된다. 이렇게 설정된 LSP를 L-LSP(Label-only-inferred-PSC LSP)라 부른다. 레이블을 보면 패킷의 PSC를 알 수 있기 때문이

다. 둘째, OA개념을 사용하지 않는 방식으로, 단순히 EXP bit를 이용하여, 동일 FEC 내의 최대 8개 BA를 하나의 LSP에 할당하는 방법이다. 이렇게 설정되는 LSP를 E-LSP(EXP-inferred-PSC LSP)라 부른다. EXP 필드를 보면 그 패킷이 속한 PHB를 알 수 있기 때문이다.

3.3 PHB를 EXP로 매핑

E-LSP는 최대 8개의 BA를 지원하므로 어떤 서비스를 선택할 것인가는 망관리 정책에 의존적이지만 아직 표준화되지 않았다. L-LSP는 [표 1]과 같이 매핑할 경우 모든 BA를 지원할 수 있으므로 최대 8개만 지원하는 E-LSP에 비해 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 반면 L-LSP는 레이블을 더 소비하므로 PFT/LIB/ERB 테이블을 유지하는 비용이 더 든다.

PHB	PSC	EXP Field
DF	⇒ DF	000
CSn	⇒ CSn	000
AFn1	⇒ AFn	000
AFn2	⇒ AFn	001
AFn3	⇒ AFn	010
EF	⇒ EF	000

표 1 PHB ⇒ EXP 매핑 (1 ≤ n ≤ 4)

IV. 시뮬레이션 설계 및 구현

4.1 시뮬레이션 설계

본 논문에서는 II장에서 설명한 MNS의 LDP를 III장의 기능 즉 MPLS 망에서의 DiffServ를 지원하는 LSP 설정 및 PHB를 EXP로 매핑하는 방법을 제공하도록 시뮬레이터를 수정하였다. [그림 5]는 DiffServ를 지원하는 LSP 설정 구조도이다.

[그림 6]는 노드 0, 1은 소스노드, 노드 9, 10은 목적지 노드, 그리고 MPLS domain은 입구노드(노드 2)와 출구노드(노드 7, 8)와 내부노드(노드 3, 4, 5, 6)로 구성되어있고, 레이블 분배 방식은 data-driven 방식, 그리고 PHB와 LSP 매핑은 L-LSP방식을 사용한 시뮬레이션 모델링이다.

4.2 구현환경

시뮬레이션 도구는 버클리대학의 UCB/LBNL/VINT

에서 개발한 Network Simulator-ns (version 2.1b5)에 [14], LDP 기능을 확장한 MNS(MPLS network simulator)[12]을 이용한다. 그리고 시스템은 Linux redhat6.1 환경에서 실험하였다.

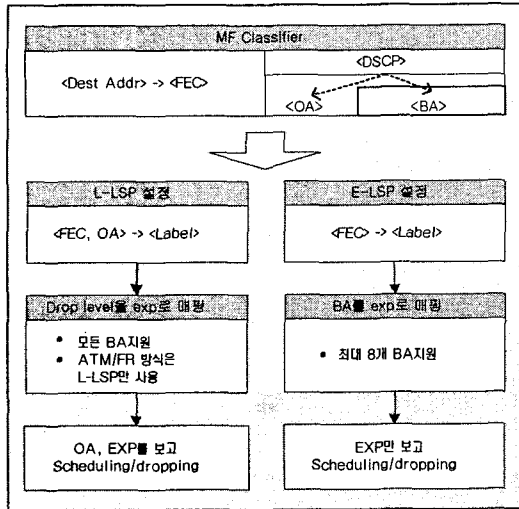


그림 5. DiffServ를 지원하는 LSP 설정 알고리즘

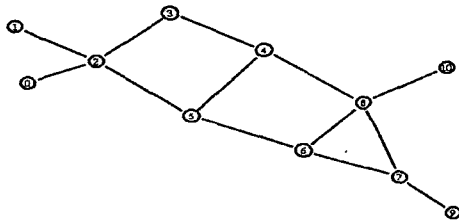


그림 6. DiffServ/MPLS 망에서 L-LSP 시뮬레이션

V. 결론 및 향후 연구

DiffServ는 인터넷망에서 수용될 전망이며 실제 여러 곳에서 테스트베드를 구축하고 있다. 따라서, 두 DiffServ 망 사이에 MPLS망이 존재할 경우 MPLS망에서는 DiffServ를 지원해 주어야 한다. 본 논문은 종단간 QoS서비스 지원을 위해 필수적으로 요구되고있는 MPLS망에서 DiffServ 연동에 관한 연구를 제안하여 실제적인 DiffServ/MPLS 망을 구축하지 않아도 다양한 어플리케이션을 시뮬레이션 하도록 제안한다.

그리고 기존 MPLS망에서는 모든 트래픽이 동일한 처리를 받았으나, 본 논문에서는 MF classifier를 이용하여 FEC와 PSC를 결정하고, 이를 E-LSP나 L-LSP로 매핑하여 트래픽별로 차별화된 스케줄링과 패킷 페기순서를 제공한다. 결과적으로 MPLS의 고속 전송과

DiffServ의 차별화 서비스를 제공함으로써 발전된 QoS 보장한다.

본 논문은 MPLS망에서 DiffServ 지원하도록 네트워크 시뮬레이터를 수정하였고, DiffServ BA와 MPLS LSP간 매핑을 중심으로 구현이 이루어졌으나, 앞으로는 DiffServ의 더 나은 성능을 제공하도록 Buffer 관리 및 Scheduling 방법을 개선하도록 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] S. Blake, et al., A Framework for Differentiated Services, IETF Internet Draft, draft-ietf-diffserv-framework-01.txt, October 1998.
- [2] R. Braden, D. Clark, S. Shenker, Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview, Internet RFC 1633, June 1994.
- [3] X. Xiao and L. M. Ni, Internet QoS: the Big Picture
- [4] S. Blake, et al., An Architecture for Differentiated Services, Internet RFC 2475, December 1998
- [5] R. Callon and etc. al, A Framework for Multiprotocol Label Switching, IETF Internet Draft, draft-ietf-mpls-framework-05.txt, September 1999.
- [6] Francois Le Faucheur, et al., MPLS support of Differentiated Services, IETF Internet Draft, draft-ietf-mpls-diff-ext-04.txt, March 2000
- [7] Loa Andersson, LDP Specification, IETF Internet Draft, draft-ietf-mpls-ldp-06.txt, Oct. 1999
- [8] E. Rosen and et. al., Multiprotocol Label Switching Architecture, IETF Internet Draft, draft-ietf-mpls-arch-02.txt, July 1998
- [9] K. Nichols, et al. Definition of the Differentiated Services Field (DS field) in the IPv4 and IPv6 Headers, Internet RFC 2474, December 1998.
- [10] J. Heinanen, et al., Assured Forwarding PHB Group, IETF Internet Draft, draft-ietf-diffserv-00-af-06.txt, February 1999.
- [11] V. Jacobson, et al., Expedited Forwarding Per Hop Behavior, IETF Internet Draft, draft-ietf-diffserv-phb-ef-02.txt, February 1999.
- [12] <http://raonet.com/mns/korean.html>
- [13] 이계상, "DiffServ over MPLS", 제4회 Internet-KIG Workshop, 1999. 10
- [14] <ftp://mash.cs.berkeley.edu/dist/vint/ns-allinone-2.1b5.tar.gz>