
DiffServ-aware-MPLS 네트워크 성능 분석

DiffServ-aware-MPLS Network Performance Analysis

조해성

건양대학교 컴퓨터공학과

Hae-Seong Cho(hscho@konyang.ac.kr)

요약

최근 인터넷 서비스는 빠르게 진화하면서, 데이터의 고속화뿐 아니라 트래픽 소스의 특징에 따른 QoS(Quality of Service)의 보장 요구가 극대화 되어가고 있다. 이에 따라서 인터넷 서비스 기술 또한 급변해가고 있으며, 기존의 네트워크 서비스 기술에 QoS를 보장하는 기술이 개발되거나 또는 새로운 QoS를 보장하는 네트워크 모델이 제시되기도 한다. 본 논문에서는 QoS를 보장하기 위해 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 제시한 DiffServ-aware-MPLS 네트워크를 기존의 네트워크 모델과 비교 분석 함으로써, 상대적 우수함을 보이며, 차세대 네트워크를 구성하는 방향을 제시하고자 한다.

■ 중심어 : DiffServ | MPLS | QoS | 인터넷 | 차세대 네트워크 |

Abstract

As the internet service evolves fast recently, guarantee request of QoS (Quality of Service) by characteristic of traffic source as well as high rate of data is going greatest. Accordingly internet service technology also is changing rapidly, technology that guarantee QoS in existent network service technology is developed or network model that guarantee new QoS is presented. By DiffServ-aware-MPLS network that present in IETF (Internet Engineering Task Force) to guarantee QoS in this treatise does comparative analysis with existent network model, relative show that is superior, and present direction that compose next generation network wish to.

■ keyword : DiffServ | MPLS | QoS | Internet | Next Generation Network |

1. 서론

최근 인터넷 서비스가 급속히 발전하면서 더욱더 빠르고 보다 안정적인 서비스 요구가 증가하고 있다. 기존의 속도 향상에 의존적인 서비스(Best Effort) 기술들은 현재의 인터넷 서비스가 고속의 데이터뿐만 아니라

고속의 음성 및 화상 같은 다양한 트래픽 소스(Traffic Source)들이 실시간 멀티미디어의 서비스 품질(Quality of Service)을 만족시키지 못하고 있다. 즉, 서비스 종류에 따른 패킷 전달기능을 차별화하지 않고 동등하게 Best Effort 처리를 하기 때문이다. 이와 같은

문제점을 해결하기 위해서 개발된 기술이 DiffServ (Differentiated Service)이다. DiffServ는 패킷에 대한 정보를 라우터가 가지고 있지 않고 몇 개의 클래스를 두어서 패킷을 클래스 별로 분류해서 그 클래스의 PHBs(Per-Hop Behaviors)에 따라 차별화된 서비스를 제공한다. 각 클래스들 중 EF(Expected Forwarding) 클래스는 가장 우선순위가 높은 클래스로서 작은 패킷 지연과 작은 패킷 폐기율을 보장 받고 AF(Assured Forwarding) 클래스는 확률적으로 어느 정도 이상의 QoS를 보장해 주며 DE(Default)는 QoS에 대해서 아무런 보장도 받지 못하는 방식이다. 그러나 이러한 서비스 종류에 따른 차별화 서비스에 대한 장점에도 불구하고 End-to-End 서비스 품질을 만족시키지 못하는 단점이 있다[1-3].

따라서 다양한 인터넷 서비스 종류에 따른 차별화된 서비스와 고속의 패킷전송 뿐만 아니라 QoS를 만족시키기 위해 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 표준화 문서 RFC 2475, 3031, 3270을 중심으로 표준화가 추진 중이다. 그리고 트래픽 제어 및 관리기술에 따른 차별화 서비스(DiffServ)와 MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 기반의 트래픽 엔지니어링 기법으로 QoS를 보장한다[6-12].

본 논문에서는 DiffServ-aware-MPLS 서비스를 하기 위해서 PHB와 PSC에 따라 트래픽을 효율적으로 관리하고, DiffServ-aware-MPLS와 DiffServ, TCP, MPLS의 서비스 품질을 시뮬레이션을 통하여 비교 분석함으로써, 차세대 네트워크를 구성하는 방향을 제시하도록 하도록 하겠다.

II. Policing과 Scheduling

본 논문에서는 IETF에서 제안한 RFC 3270 표준화 문서를 만족시키는 PHB와 PSC(PHB Scheduling Class)에 대해서, 그림 1과 같이 EF_n과 DF_n 클래스에 토큰 버킷 정책, AF1_n과 AF2_n에는 TSW3CM 정책을 적용 시켰다. 그리고 스케줄링 기법으로는 WRR을 사용함으로써, DiffServ와 MPLS를 매핑시킬 때 문제

되는 버퍼의 오버플로우(Overflow)로 인한 패킷 손실을 최소화하도록 하였다[4,5].

또한 클래스의 차별화 서비스를 효과적으로 하기 위해서, 사용된 정책에 따라 파라미터 값을 정의한 것이 표 1과 같다.

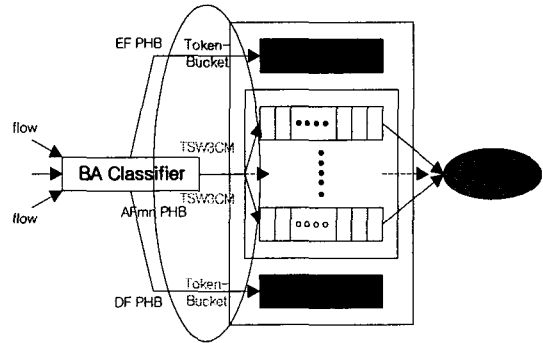


그림 1. 폴리싱과 스케줄링

표 1. 클래스에 따른 폴리싱과 스케줄링

Class	Policing	Parameter	RED VQ (CP)	VQ parameter	E-drop Probability	
EF	Null	CIR	24000 00	VQ1 (101110)	L 20 H 60	0.1
				CBS	3000	
AF1	TSW3	CIR	15000 00	VQ1 (001110)	L 20 H 50	0.2
				VQ2 (010100)	L 20 H 50	
		PIR	35000 00	VQ3 (011100)	L 20 H 50	0.8
				VQ4 (101000)	L 20 H 40	
AF2	TSW3	CIR	15000 00	VQ1 (100000)	L 20 H 40	0.4
				VQ2 (101000)	L 20 H 40	
		PIR	28000 00	VQ3 (110000)	L 20 H 40	0.8
				VQ4 (111000)	L 20 H 40	
DF	Null	CIR	15000 00	VQ1 (001000)	L 20 H 30	3
				VQ2 (000000)	L 20 H 30	
		PIR	5000	VQ3 (000000)	L 20 H 30	5
				VQ4 (000000)	L 20 H 30	

III. 시뮬레이션 모델

그림 1과 표 1을 시뮬레이션 하기 위해 그림 2처럼 입구노드와 출구 노드에 4개의 소스 노드를 구성하였고, 각 노드는 서로 다른 클래스를 갖게 하였다. 그리고 각 소스 노드는 3개의 트래픽 소스를 갖도록 모델링 하였다. 표 2는 그림 2의 시뮬레이션 모델의 구성 요소를 표로 작성한 것이다.

표 2. 시뮬레이션 구성

시뮬레이션 구성 요소	종류
Simulation Model	TCP, DiffServ DiffServ-aware-MPLS
Class Type	EFn, AF1n, AF2n, DFn
Traffic Source Number	Three of Each Class Type
Policing	Token-bucket, TSW2, TSW3
Queueing	RED queue, Drop-tail
Scheduling	WRR
MPLS Routing	CR-LDP(E-LSP, L-LSP)
Node number	14
Link Bandwidth	10 Mbps
Simulation Time	20 sec
Drop Down Time	10~15 sec
Total Source Rate	9.6 Mbps

IV. QoS 성능평가 파라미터

Internet 서비스 망에서 QoS의 중요한 성능평가 기준에는 End-to-end 전송 지연과 지연 변화(Jitter) 평균, 그리고 비트/패킷/프레임 손실률이 있다.

- 전송지연 = 정보의 양/전송용량
- 최소 대역폭 = 대역폭 할당은 패킷-스케줄링 알고리즘에 의해 보장됨
- 지연 Jitter = 패킷이 갖는 가장 크고 가장 작은 지연의 차
- 패킷 손실률 = 손실 패킷/전체 전송 패킷 (Congestion에 의해 자주 발생)
- 폴리싱(Policing) : 동의된 TSpec 파라미터와 트래픽을 네트워크의 edge에서 비교함

- Shaping : TSpec가 인접 업 스트림 링크를 위해 예약된 TSpec 보다 작을 때 필요하고, 패킷이 토큰 버킷 파라미터에 맞을 때까지 버퍼링되면서 수행함

V. 시뮬레이션

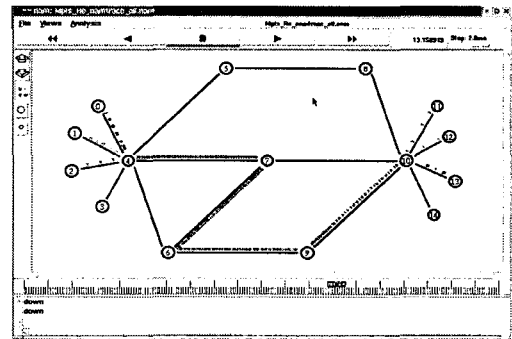


그림 2. Rerouting 네트워크 시뮬레이션

이번 장에서는 서론에서 언급한 차별화 서비스와 DiffServ-aware-MPLS 서비스를 2장에서 제안된 정책과 스케줄링을 3장에서 제시한 시뮬레이션 모델에 적용시켜 시뮬레이션을 수행한 결과를 보이도록 하겠다. 그림 2는 노드 7번과 노드 10번 경로를 10~15초 동안 Drop Down 시킨 DiffServ-aware-MPLS 시뮬레이션 모델에서 경로를 재설정하는 과정인 시뮬레이션 모델상에서 패킷의 흐름을 보여주고 있다. 그림 3과 그림 4는 폴리싱과 스케줄링을 적용시켜 시뮬레이션한 패킷 수신율을 나타낸 그래프이다. 또한 그림 3은 DiffServ의 단점인 라우팅 경로가 Drop 되었을 경우에 경로를 재설정하지 못하여 패킷의 손실율이 100%에 가까운 문제점 나타내고 있고, 그림 4는 Drop Down된 경우에도 경로를 재설정함으로써 패킷의 손실율이 극히 적음을 보여주고 있다.

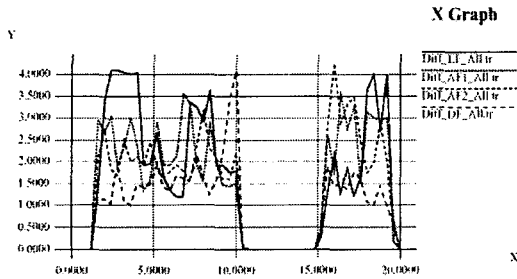


그림 3. Drop-down DiffServ 네트워크에서 수신율

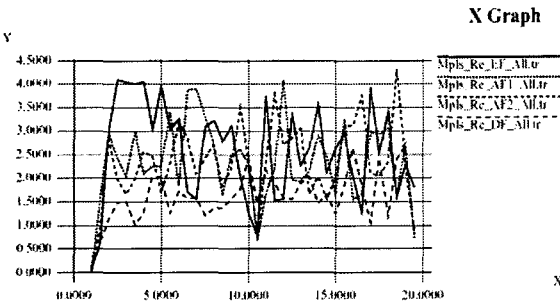


그림 4. Rerouting DiffServ-aware-MPLS 네트워크 수신율

aware-MPLS에서는 클래스 우선 순위가 높을수록 낮은 지연 시간을 가짐을 알 수 있었다.

표 3. 서비스 클래스에 따른 평균 지연

	TCP	DiffServ	DiffServ-aware-MPLS Rerouting
EF	0.23	0.22	0.28
AF1	0.23	0.23	0.29
AF2	0.23	0.24	0.30
DF	0.23	0.26	0.33

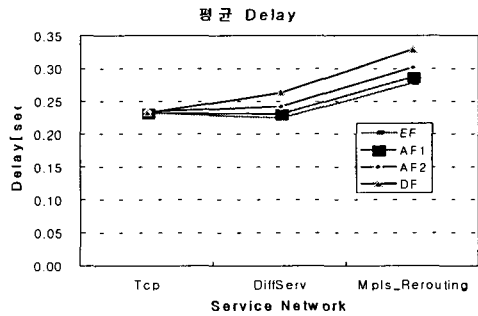


그림 5. 서비스 클래스에 따른 평균 지연

VI. 시뮬레이션 분석

이번 장에서는 앞장에서 시뮬레이션 한 결과 후 추출된 데이터를 분석하여 본 논문에서 제안한 폴리싱과 스케줄링에 대해서 DiffServ-aware-MPLS가 QoS를 만족하는지, 평균 패킷 지연(Delay)과 평균 패킷 지터(Jitter), 평균 패킷 Drop 율을 분석하도록 하겠다.

그리고 TCP와 DiffServ는 Drop 다운되지 않은 라우팅 결과 값이고, DiffServ-aware-MPLS의 결과 값은 Rerouting 한 후의 결과 값이다. 경로를 재설정하지 않은 상태의 결과 값은 DiffServ와 큰 차이가 없었다.

1. Delay 성능평가

표 3은 각 서비스에 대해서 클래스 별 평균 지연 시간을 나타내고 있고, 그림 5는 그래프로 나타낸 것이다. 그림 5를 보면 TCP 네트워크에서의 평균 지연시간은 클래스에 따라 차등이 없었고, DiffServ와 DiffServ-

2. Jitter 성능평가

표 4. 서비스 클래스에 따른 평균 Jitter

	TCP	DiffServ	DiffServ-aware-MPLS Rerouting
EF	0.77	0.00	0.09
AF1	0.71	0.08	0.25
AF2	1.02	0.55	0.88
DF	1.44	3.01	3.66

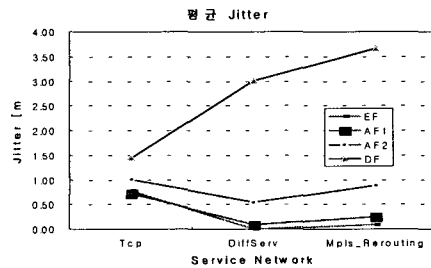


그림 6. 서비스 클래스에 따른 평균 지터

표 4는 평균 지터의 결과 값을 보이고 있다. 그림 6은 평균 지연과 마찬가지로 DiffServ와 DiffServ-aware-MPLS에 대한 평균 지터는 클래스 우선 순위에 따라 작은 값을 가졌으나 TCP값은 시뮬레이션 모델에서 제시한 클래스에 따른 패킷 Drop율에 영향을 받을 뿐 큰 차이는 없었다.

3. Drop 율 성능평가

표 5는 평균 패킷 Drop 율의 결과 값을 나타낸 것이고, 그림 7은 결과 값을 그래프로 나타낸 것이다.

표 5. 서비스 클래스에 따른 평균 패킷 Drop 율

	TCP	DiffServ	DiffServ-aware-MPLS Rerouting
EF	200	0	11
AF1	200	22	48
AF2	230	103	240
DF	400	478	423

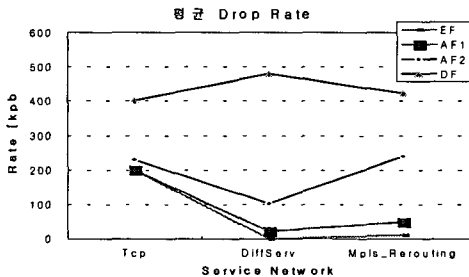


그림 7. 서비스 클래스에 따른 평균 패킷 Drop 율

VI. 결론

앞에서 보인 평균 지연(Delay)과, 지터(Jitter), 그리고 패킷 폐기(Drop) 율의 결과 값들을 통해, DiffServ와 DiffServ-aware-MPLS의 네트워크 경로가 Drop Down 되지 않은 경우 차별화 서비스에 대해서 큰 차이가 없었으며, 경로가 Drop Down 되었을 때의 DiffServ-aware-MPLS의 패킷 수신율 또한 큰 차이가 없었다. 하지만 DiffServ 네트워크의 경우 경로가 Down된 시간 동안 패킷의 수신율이 0%에 가까웠음을 검증하였다.

본 실험의 결과 DiffServ-aware-MPLS 네트워크는 DiffServ의 장점과 더불어, MPLS 네트워크가 갖는 장점을 모두 가짐으로써, 현재의 인터넷 멀티미디어 서비스에서 요구되는, 차별화 서비스 뿐 만아니라 고속의 데이터 통신을 가능하게 하는 차세대 네트워크로 대두됨을 알 수 있었다

또한 본 논문의 연구결과 DiffServ-aware-MPLS에서 어떤 정책과 스케줄링을 적용하느냐에 따라 성능의 차이가 크을 알 수가 있었고, MPLS TE(Traffic Engineering)인 CR-LDP방식의 E-LSP 서비스만을 적용한 시뮬레이션을 하였다.

향후 보다 나은 DiffServ-aware-MPLS 네트워크의 성능 향상을 시키기 위해서는, 보다 다양한 차별화 서비스로 인해 PHB가 증가할 수 있지만, E-LSP 방식으로는 한정된 EXP 필드는 보다 다양한 PHB를 매핑 시킬 수 없다. 따라서 3 비트의 한정된 EXP 필드를 극복하기 위한 L-LSP 방식을 적용한 TE 기술 개발이 요구되어진다.

참고 문헌

- [1] T. Li, Y. Rekhter, "A Provider Architecture for Differentiated Services and Traffic Engineering(PASTE) RFC 2430, Oct. 1998.
- [2] K. Nichols, S. Blake, F. Baker D. Black, "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers," RFC 2474, Dec. 1998.
- [3] S. Blake, D. Black, M. Carlson, Wang and Weiss, "An Architecture for Differentiated Services" , RFC 2475, Dec. 1998.
- [4] J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, "Assured Forwarding PHB," RFC 2597, June 1999.
- [5] V. Jacobson, K. Nichols, Cisco Systems, K. Poduri, Bay Networks, "An Expedited Forwarding PHB," RFC 2598, June 1999.
- [6] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon.

- "Multiprotocol Label Switching Architecture," RFC3031, Jan. 2001.
- [7] L. Andersson, P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette, B. Thomas, "LDP Specification," RFC 3036, Jan. 2001.
- [8] K. Chan, et al. "COPS Usage for Policy Provisioning(COPS-PR)," RFC 3084. March 2001.
- [9] B. Jamoussi (Editor), "Constraint-Based LSP Setup using LDP," RFC 3212, Jan. 2002.
- [10] F.E. Faucheur, et. al. "MPLS Support of Differentiated Services," RFC3270, May 2002.
- [11] Baker, F., Chan, K. and A. Smith, "Management Information Base for the Differentiated Services Architecture," RFC 3289, May 2002.
- [12] P. Trinintzios, I. Andrikopoulos, et al. "A Management and Control Architecture for Providing IP Differentiated Services in MPLS-Based Networks," IEEE Commun. Mag., Special Issue in IP Operations and Management, Vol.39, No.5, IEEE, pp. 80-88, May 2001.

저자 소개

조해성(Hae-Seong Cho)

중신회원



- 1994년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학석사)
- 2001년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학박사)

• 2001년 9월~현재 : 건양대학교 컴퓨터공학과 교수
<관심분야> : 인터넷 프로토콜, 멀티미디어 통신, 통신 시스템 설계