

인터넷 백본망에서 차등화된 QoS 모델링 연구

이미경^o 공재철

삼성탈레스

{mk1013.lee^o, jc.gong}@samsung.com

A Study on Differentiated QoS Modeling in Internet Backbone Network

Mikyong Lee^o Jaecheol Gong
Samsungthales

요 약

최근 인터넷 서비스는 최선형 서비스 제공 위주에서 인터넷 폰, 비디오 컨퍼런스, 가상현실, 인터넷 게임과 같은 실시간 멀티미디어 서비스들의 QoS 보장을 함께 지원하는 형태로 발전하고 있다. 차세대 인터넷 백본망에서 인터넷 서비스의 차별화된 요구사항을 만족시켜 주기 위해서는 각 응용 서비스들에 대한 QoS 프레임워크의 정립이 필수 불가결하다. 본 논문에서는 다양한 실시간 멀티미디어 서비스들에 대한 QoS 보장을 위해 차세대 인터넷 백본망의 QoS 프레임워크와 관계된 성능 요구사항을 분석하고, QoS 제공 기능과 트래픽 분산 기능을 용이하게 수행할 수 있는 MPLS 제어 기술과 차등화 서비스 기술을 같이 접목하여 새로운 형태의 차등화된 QoS 서비스 제공 방안을 제시한다.

1. 서 론

오늘날 인터넷 기반 프로토콜인 IP(Internet Protocol)는 데이터 뿐만 아니라 음성 및 비디오 서비스를 위한 핵심 프로토콜로 자리를 잡았고, 최선형 서비스 제공 위주에서 QoS(Quality of Service)를 고려한 통합 서비스(IntServ, Integrated Service)[1] 또는 차등화 서비스(DiffServ, Differentiated Service)[2] 형태로 발전하고 있다. 통합 서비스는 종단간 대역폭 예약에 의해 QoS가 보장될 수 있으나, 수많은 개별 패킷 플로우에 대한 RSVP(ReSource Reservation Protocol) 자원 관리로 인해 확장성의 문제가 발생한다. 상위 클래스를 가진 트래픽 군에 대해 우선적으로 전송 처리를 하는 차등화 서비스는 망 관리 및 구현이 용이하나, 자원 예약과 신호 절차 없이 규칙에 근거한 상대적인 QoS를 제공하므로 차세대 IP QoS의 근본적인 해결책과는 거리가 있다.

MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 기술은 통합 서비스와 차등화 서비스가 가진 QoS 지원 한계를 극복할 수 있다. 레이블을 이용한 패킷의 클래스 식별 과정의 단순함과 특정 레이블을 가진 패킷에 대해 명시적 경로의 정보를 내포함으로써, QoS 제공 기능과 트래픽 분산 기능을 용이하게 수행할 수 있다[3].

본 논문에서는 다양한 멀티미디어 실시간 서비스들에 대한 QoS 보장을 위해, MPLS 제어 기술과 차등화 서비스 기술을 접목하여 차세대 인터넷 백본망에서 요구되는 새로운 형태의 차등화된 QoS 서비스 제공 기술을 제안한다. 2장에서는 요구되는 QoS 품질에 따라 서비스 클래스를 세부적으로 분류하고, 세분화시킨 트래픽들을 효율적으로 제어하기 위한 QoS traffic policy server를 제안한다. 또한, QoS를 보장하기 위한 관리기법을 제안하

여 차세대 인터넷 백본 구조에 합당한 차등화된 QoS 모델을 제안한다. 마지막으로 3장에서 본 연구의 간단한 결론과 향후 연구 추진 사항에 대해 서술한다.

2. 차등화된 QoS 모델

제안되는 인터넷 백본망은 그림 1과 같은 구조를 가지며, 차등화 서비스 기반의 MPLS 제어 메커니즘을 사용한다. Ingress 및 Egress MPLS 노드는 IP 트래픽을 받아 합당한 경로로 전송하기 위해 트래픽 군집(aggregation) 기능, 라우팅 및 명시적 경로 설정 기능, QoS 보장 메커니즘 등을 수행하고, Core MPLS 노드는 단순히 포워딩 기능만을 수행한다.

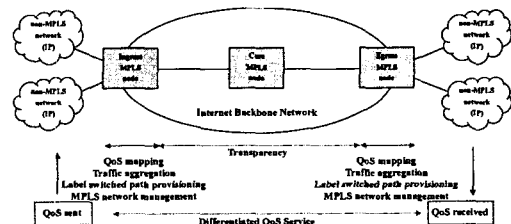


그림 1. MPLS 인터넷 백본망 구조

2.1 QoS 클래스 정의

차세대 인터넷에서 제공되어야 하는 응용서비스는 일반적으로 절대적 실시간 QoS 보장용 Premium 서비스, 최소한의 통계적인 QoS 보장용 Assured 서비스, 기존 인터넷의 최선형 서비스로 나누어지나[4-5], 본 논문에서는 세 등급 내에서 호 설정시 협상되어지는 파라미터,

BER(Bit Error Rate), SNR(Signal-to-Noise Ratio) 요구 조건, 생존도 요구 정도에 대한 상대성에 따라 그림 2와 같이 세부적으로 QoS 서비스를 분류한다.

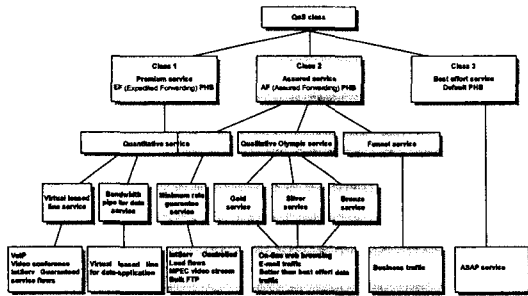


그림 2. QoS 서비스 유형

QoS 서비스를 분류하는 파라미터는 다음과 같다[6].

- Scope : QoS 정책이 시행될 토폴로지 영역으로, Ingress/Egress 인터페이스로 정의된다.
- Flow Id : 적어도 하나의 공통 특성(Diffserv info, source info, destination info, application info)을 공유하는 IP 스트림으로 정의된다.
- Traffic descriptor : 분류된 IP 스트림의 트래픽 특성(트래픽 파라미터와 알고리즘)으로 정의되며, 트래픽 파라미터는 최고전송률, 토큰전송률, 토큰 버킷크기, 최대전송단위, 최소패킷크기로 정의된다.
- Excess treatment : 협정된 프로파일을 초과하는 트래픽의 처리 방안(drop, shape, remark)을 정의한다.
- Performance parameter : 망에서 사용자에게 제공하는 서비스 정도(지연, 지터, 처리율, 패킷손실률)로 정의된다.

인터넷 백본망의 시스템 성능을 측정하는 BER과 Q factor, SNR의 상관관계는 식(1), 식(2)로부터 구해진다 [7-8].

$$BER(Q) \cong (1/\sqrt{2\pi}) \cdot (\exp(-Q^2/2)/Q) \quad (1)$$

$$SNR = 10 \log Q^2 \quad (2)$$

MPLS 헤더에는 실험용으로 예약된 3비트의 Exp 필드가 있다. 본 논문에서는 Exp 필드를 CoS(Class of Service) 기능으로 활용하여 상위 클래스의 패킷에 대한 우선 처리가 가능하도록 하였으며, 표 1의 QoS 서비스 유형에 따라 총 8개의 서비스로 분류한다.

보호(protection) 및 복구(restoration) 메커니즘 역시 중요한 QoS 파라미터가 된다[9]. 음성과 같은 실시간 데이터를 전송하는 Premium 서비스는 신뢰성이 매우 높아야 하며, 채널 레벨의 국부적 QoS 보호 메커니즘 혹은 MPLS 백업 절차를 사용하여 보호된다. 주경로의 장애가 발견되면 국부적 보호 내에서 50ms 이하의 시간 안에 장애점으로부터 예비경로로의 전송이 시작되는 이 스킴은 분산 방법에서 링크 레벨 하드웨어 보호 개념에

기반한다. Assured 서비스는 MPLS의 LSP(Label Switched Path) 복구 스킴을 사용하며, Ingress/Egress 노드간에 복구 LSP를 동적으로 찾아야 하기 때문에 Premium 서비스보다 더 긴 회복시간을 가진다. 최선형 서비스는 IP 레벨에서의 LSP 복구 스킴을 제안하는데, 100ms~수초까지의 서비스 범위 내에서 TCP 재전송을 통해 보상된다.

본 절의 내용을 바탕으로 인터넷 백본망에서의 QoS 클래스를 표 1과 같이 제안한다.

표 1. QoS 클래스 분류

Classification criteria	Class 1		Class 2				Class 3
	Premium service: Expedited Forwarding (EF) PHB		Assured service: Assured Forwarding (AF) PHB				Best Effort (BE) service: Default PHB
	Virtual leased line service	Bandwidth pipe for data service	Minimum rate guarantee service	Qualitative Olympic service	Favored service		
Scope	(1P)	(1P)	(1P)	(1P) or (1P)	(N1) or (N1)		All
Flow descriptor	EF, S-D IP-A	EF, S-D IP-A	AF1x	MB1	AF1x		None
Traffic descriptor	(b,r), r=1	NA	(b,r)	(b,r) indicates a maximum CIR		(b,r)	NA, the full link capacity is allowed
Excess treatment	Dropping, only in-profile packets are allowed	NA	Remarking	Remarking		Dropping	NA
Performance parameters	D=20 (p=5, q=10E-3), L=0 (R=7)	R=1	R=7	Gold	Silver	Bronze	NA
				Delay or Loss must be indicated qualitatively			
BER (Q)	10 ⁻⁷ (6)		10 ⁻⁷ (5.1)				10 ⁻⁷ (4.2)
SNR	15.5 dB		14.2 dB				12.5 dB
MPLS Exp field	111	110	101	011	010	001	000
Recovery scheme	Local protection/backup LSP		LSP restoration				Restoration at IP level
Recovery time	< 50msec (Detection time: < 100msec)		50 - 100msec (Detection time: 0 frame - 100msec)				1 - 100 sec (Detection time: 100msec - 180sec)

(b, r): token bucket depth and rate (Mbs), p: peak rate, D: delay (ms), L: loss probability, R: throughput (Mbs), t: time interval (min), q: quantum, S-D: source and destination, IP-A: IP address, MB1: may be indicated, NA: not applicable, CIR: committed information rate

2.2 QoS traffic policy server 정의

제안되는 QoS traffic policy server는 새로운 서비스 특성이나 새로운 기능의 추가 등과 같은 인터넷 백본망의 변화에 대해 제어 도메인의 변화를 최소화할 목적으로 사용한다.

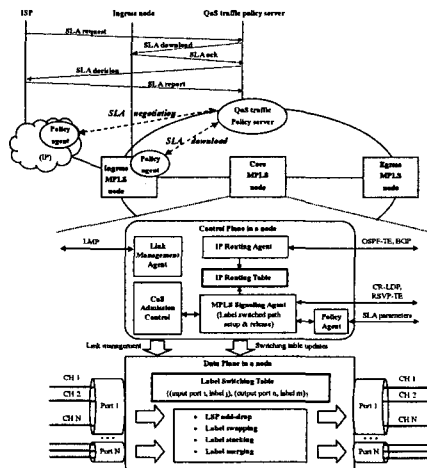


그림 3. MPLS 노드의 기능 블록

그림 3에서와 같이, QoS traffic policy server는 인접

한 망의 각 ISP(Internet Service Provider)와 SLA (Service Level Agreement) 파라미터를 협상하고, 협상된 파라미터를 Ingress 노드의 policy agent로 다운로드시켜 파라미터에 적합한 경로를 설정하도록 하고, 종단간 경로를 통해 SLA를 만족하는 서비스가 제공될 수 있도록 망 전체를 관리하는 기능을 한다. 큰 규모의 망에서 중앙집중형 policy server가 유발하는 병목문제를 고려하여, 중앙의 policy server는 단지 SLA 협상과 관리만을 수행하고, QoS 경로 계산과 자원 예약은 각 Ingress 노드에서 수행하는 분산형 구조로 QoS traffic policy server를 구성한다.

LSP가 설정되는 과정을 통해 스위칭 테이블이 구성되는데, 백본망에서의 데이터 전송은 테이블의 레이블을 참고하여 입출력 포트를 통한 포워딩만으로 이루어진다.

2.3 IP/MPLS 망에서 QoS를 위한 관리 기법

IP/MPLS 망의 QoS를 보장하기 위해서는 다음과 같은 트래픽 제어 및 혼잡 제어 기능이 필요하다.

- 망 자원 관리 : 서비스 특성에 따라 트래픽 흐름을 분리할 수 있도록 망 자원을 할당하는 일련의 조치로 정의된다.
- 연결 수락 제어 : 호 설정 단계나 호 재협상 단계에서 채널/경로 연결 요청의 수락 여부를 판단하기 위해 망에서 취해지는 일련의 조치로 정의되며, 경로 결정도 연결 수락 제어 조치들의 일부본이다.
- 사용자/망 파라미터 제어 : 사용자/망의 접근점에서 IP/MPLS 연결의 부과 트래픽과 유효성의 관점에서 감시 및 제어하기 위해 망에 의해 취해지는 일련의 조치로 정의된다. 이 제어의 주 목적은 협상된 파라미터를 위반하는 것을 검출하여 적당한 조치를 취함으로써 이미 설정된 연결의 서비스 품질에 영향을 줄 수 있는 부당 행위로부터 망 자원을 보호하는데 있다.
- 우선순위 제어 : 망이 패킷을 다루는 방법을 시간 우선순위 또는 손실 우선순위의 면에서 상대적으로 차별화하는 기능으로 정의된다.

본 논문에서는 그림 4와 같이, 차등화 서비스 기반의 IP 패킷을 MPLS 제어 프로토콜과 본 논문에서 제안한 QoS 클래스를 사용하여 인터넷 백본망에 매핑함으로써 패킷 레벨, 플로우 레벨에서의 종단간 QoS가 보장되는 차등화된 QoS 서비스 모델을 제시한다.

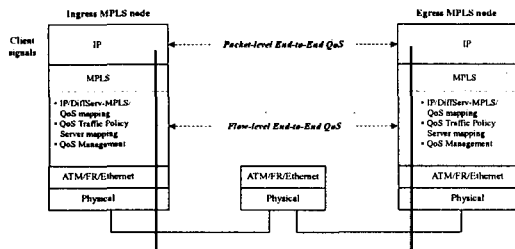


그림 4. 차등화된 QoS 서비스 모델

차등화된 QoS 모델은 동일한 QoS를 가지는 패킷들을 군집화 하므로 적은 수의 플로우를 생성하여 망의 복잡도를 줄이고 관리를 용이하게 한다. Ingress/Egress 노드 쌍 간에 다수의 경로들은 표1에서 기술한 BER, SNR, 지연, 지터, 보호 능력 등의 세부 파라미터를 사용해 분류되고, IP 플로우 군을 해당 경로로 매핑하여 MPLS 레이블을 생성한다. 또한, QoS 제어 메커니즘으로 백본망 내의 장애나, 결함, 노드의 구성, 망 성능 등을 관리하는 종단간 QoS 관리를 지원한다.

3. 결론

본 논문에서는 차세대 인터넷 백본망을 통해 종단간 QoS를 보장하기 위한 성능 요구사항을 분석하여, 지연에 민감하고 높은 대역폭을 요구하는 많은 실시간 응용 서비스들에게 향상된 서비스 품질을 제공해 주는 차등화된 QoS 서비스 모델을 제시하였다. 향후 연구 과제로는 개발된 QoS 모델을 이용하여 무선 환경의 백본망 구조에 적용하는 방안을 개발하는 것이다.

참고문헌

- [1] R. Braden et al., "Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview", RFC 1633, IETF, June 1994
- [2] S. Blake et al., "An Architecture for Differentiated Services", RFC 2475, IETF, December 1998
- [3] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, "Multi-protocol Label Switching Architecture", RFC 3031, IETF, January 2001
- [4] V. Jacobson et al., "An Expedited Forwarding PHB", RFC 2598, IETF, June 1999
- [5] J. Heinanen et al., "Assured Forwarding PHB Group", RFC 2597, IETF, June 1999
- [6] Panos Trimintzios et al., "A Management and Control Architecture for Providing IP Differentiated Services in MPLS-Based Networks", IEEE Communications Magazine, May 2001
- [7] Rec. G.976: "Test methods applicable to optical fibre submarine cable systems", COM15R68 (TSB, 7 Nov. 1996), Sect. 7.6.1.1: 'Measurement of Q-Factor', pp. 172-174 and Annex A.4: 'Q-factor' p.178
- [8] G. Bendelli et al.: "Optical performance monitoring techniques", ECOC 2000, Munich, 7 September 2000, paper 11.4.1, pp.113-116
- [9] Jin Ho Hahm, Kwang-il Lee et al., "Restoration Mechanisms and Signalling in Optical Networks", Internet Draft, IETF, November 2001