

ATM 기반의 MPLS 네트워크에서 QOS 를 보장하는 MPLS 와 DS 연동 메커니즘

송예진*, 석승준*, 강철희*

*고려대학교 전자공학과

e-mail : lisa05@widecomm.korea.ac.kr

Interworking Mechanism for QOS support Between MPLS and DS

Ye-Jin Song*, Seung-Joon Seok*, Chul-Hee Kang*

*Dept. of Electronic Engineering, Korea University

요 약

최근 들어 인터넷의 사용이 급격히 증가함에 따라 인터넷의 백본망에는 패킷 전달의 고속성, 확장성 뿐만 아니라 QOS 보장을 요구하게 되었다.

효과적인 인터넷 백본망을 구현하기 위해 본 논문에서는 Multi-Protocol Label Switching(MPLS)를 고려하고 MPLS 에서 인터넷 Quality Of Service(QOS) 서비스 모델 중 백본망에 적합한 Differentiated Service(DS) 모델을 그대로 제공하기 위해 MPLS 와 DS 의 연동에 대한 문제를 다룬다. 우선 MPLS 에서 QOS 제공을 위한 기능요소를 정성적으로 분석한다. 그리고 두 DS 망 가운데 ATM 기반의 MPLS 망을 두고 있는 경우를 가정하여, 종단대 종단간 DS 제공을 위하여 DS 망과 MPLS 망에서의 시그널링 과정을 제안한다. 즉, DS 의 BB 로부터 SLA 를 위한 신호를 MPLS 의 입구 라우터에서 해석하여 DS Type-Length-Value(TLV)를 만들고 이를 이용하여 Constraint-based Label Distribution Protocol(CR-LDP) 시그널링을 통해 <Forwarding Equivalence Class(FEC),OA>마다 Label-Only-Inferred-PSC LSP(L-LSP)를 설립하여 MPLS 에서 DS QOS 를 그대로 제공한다. 또한 입구 DS BB 로부터의 정보를 MPLS 망을 통해 BB 에게 보낸다.

1. 서론

최근의 인터넷 트래픽 양과 내용의 변화, 운영 및 이용 환경의 변화는 인터넷의 모든 영역에서 개선 내지는 개혁을 요구하게 되었다. 인터넷 환경 변화에 따른 인터넷 코어망의 새로운 요구사항들을 분석하면 패킷 전달의 고속성과 QOS 의 보장 이외에 확장성, 새로운 라우팅 기능 및 트래픽 엔지니어링과 같은 요구사항이 포함된다.

MPLS 는 현재 확장성 문제를 해결하기 위한 어떤 기술보다도 효과적인 방법이다. 이를 위해서 MPLS 에서는 Label Swapping 포워딩 패러다임을 사용하여 패킷 포워딩 기능 블록을 단순화해서 테라비트 이상의 대역폭을 쉽게 생성할 수 있고, 2 계층의 포워딩과 3 계층의 라우팅이 분리되어 기존의 Overlay 구조에서 발생하는 문제들을 해결한다. 또한 트래픽 엔지니어링의 도입을 용이하게 해 주는 장점을 갖는다. 그러나

MPLS 자체에서 서비스의 질을 보장하지는 않는다.

한편 인터넷에서 QOS 를 제공하기 위한 방법으로 Integrated Service(IS)모델과 Differentiated Service(DS)모델이 제안되었다. 그러나 코어망에서 IS 모델을 이용할 경우 흐름별 상태정보저장을 위한 비용과 처리를 위한 비용이 많이 들기 때문에 확장성 문제가 발생하지만, DS 모델을 이용할 경우 흐름별 관리가 필요하지 않고 흐름 집합(Flow Aggregation)을 한 단위로하여 각 집합별로 서로 다른 패킷 전달 품질을 제공함으로써 IS 모델의 문제를 해결 할 수 있다. 따라서 효과적인 인터넷 백본망을 구현하기 위해 본 논문에서는, MPLS 를 고려하고 MPLS 에서 인터넷 QOS 서비스 모델 중 백본망에 적합한 DS 모델을 그대로 제공하기 위해 DS 와 MPLS 의 연동에 관한 문제를 다룬다. 그러기 위해서 본 논문에서는 MPLS 에서 QOS 제공을 위한 기능 요소를 정성적으로 분석한다. 그리고 두 DS 망

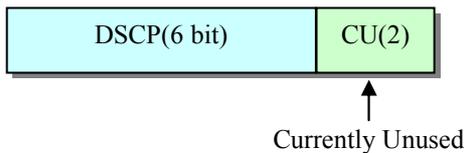
가운데에 ATM 기반의 MPLS 망을 두고 있는 경우를 가정하여, 종단대 종단간 DS 제공을 위하여 DS 망과 MPLS 망에서의 시그널링 과정을 제안한다.

2. 연구배경

2.1 Differentiated Service

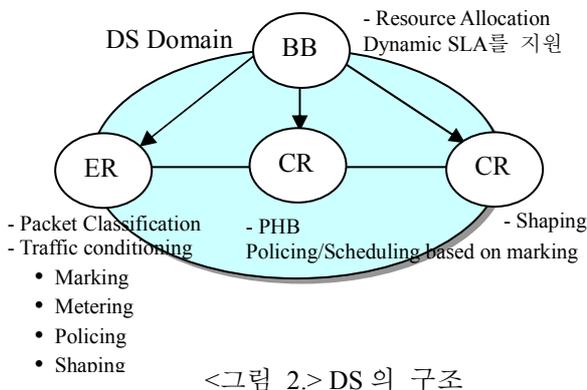
IS 방식은 각 흐름을 단위로 하여 Resource Reservation 을 하는 RSVP 프로토콜을 사용함으로 망의 규모가 커질 때 복잡성이 증대되는 확장성 문제를 갖고 있다. 이에 따라 흐름단위에서 벗어나 어떤 흐름들의 집합을 단위로 서비스 차별을 함으로써 훨씬 더 간단하고 따라서 대규모 망에도 적용 가능한 새로운 구조로 DS 가 IETF DS WG 에서 1997 년부터 논의되기 시작되어 빠른 속도로 구조 및 관련 표준안이 개발되고 있다.

DS 는 패킷 헤더내에 있는 IPv4 의 TOS(Type Of Service) Byte 또는 IPv6 의 Class Field Byte 에 네트워크 요소에서 실제로 우선순위를 구별하여 차등서비스를 수행하기 위해 요구되는 정보를 넣어 운반된다. 이러한 필드를 DS CodePoint(DSCP)라고 하고 <그림 1.>에 나타낸다.[1]



<그림 1.> DS Byte Format

DS 구조의 기본적인 기능요소는 Packet Classifier, Traffic Conditioner, PHB 로 구성된다. 이러한 요소 중 Packet Classifier 와 Traffic Conditioner 는 망의 경계 라우터에, PHB 는 망의 코어라우터에, 자원 할당과 같은 Service Level Agreement(SLA)는 Bandwidth Broker(BB)에 위치한다. 이러한 DS 의 구조가 <그림 2.>에 나타낸다.



<그림 2.> DS 의 구조

<그림 2.>에서 들어오는 패킷을 서비스하기 위한 과정을 요약하면 다음과 같다. 즉, 패킷이 전달 되기 전에 먼저 사용자와 제공자 사이에 트래픽을 서비스에 할당하는 SLA 가 BB 에 의해 이루어지고 망과 망 사이 또한 SLA 가 이루어진다. 이 BB 의 기능은 도메인 내에 Admission Control, Network Resource 관리, Edge Route 의 Configure 를 담당하고 도메인 밖의 다른 도

메인의 BB 와 상호 서비스 계약 체결(SLA)을 담당하고 있다.

그 후, 패킷이 DS 도메인의 입구 라우터에 도착되면 Packet Classifier 에 의해 그 영역내의 모든 라우터에서 그 패킷이 받게 될 패킷 전달 서비스인 PHB(스케줄링과 패킷 폐기시 대우를 의미)에 따라 패킷이 분류된다. 이때 동일한 패킷 전달서비스를 받게 될 패킷들의 집합을 Behavior Aggregate(BA)라고 부른다. 이어 한 BA 에 속한 모든 패킷은 Traffic Conditioner 에 의해 Traffic Conditioning 된다. 즉, Meter 에 의해 스트림의 특성을 측정하여 In Profile 인지 Out Profile 인지를 결정 한 후 In Profile 인 경우 동일한 DSCP 를 부여 받아 DS Byte 에 마킹이 된다. 만약 패킷이 Out Profile 인 경우 Shaper 와 Dropper 에 의해 Shaping 과 Policing(Dropping 된다. 망 내의 코어라우터들은 패킷 포워딩을 담당하게 되는데 이때 이 DSCP 필드만을 참조하여 해당 패킷에 대해 적절한 스케줄링과 버퍼 관리인 PHB 가 이루어진다.

PHB 는 라우터에서 패킷이 받게 되는 공통된 전달 방식을 표준화한 것이다. PHB 의 종류에는 Default Forwarding(DF) [1], Expedited Forwarding(EF) [2], Assured Forwarding(AF)[3], Class Selector(CS)[1] PHB 들이 있다.

DE PHB 는 오늘날 인터넷 라우터에서 널리 취해지는 패킷 전달 방식인 best-effort 전달 방식을 대신하는 방식으로, 패킷은 입력된 순서대로 출력되고 손실이 일어날 수도 있다. 지연은 가능한 최소화되고 대역폭은 가능한 많이 이용된다

EF PHB 는 우선순위가 가장 높은 전달 방식이다 패킷은 작은 delay, jitter, 패킷 폐기 확률을 갖도록 처리 되어야 한다. EF PHB 를 토대로 Virtual Leased Line(VLL)서비스가 실현될 수 있다. 이러한 서비스를 Premium 서비스라고 한다.

AF PHB 는 어느 정도의 delay 와 jitter 를 인정하여 프로파일을 벗어난 과잉 트래픽도 congestion 이 없을 때는 서비스를 받도록 하는 전달 방식이다. 이때 프로파일을 준수한 트래픽 보다는 낮은 수준의 패킷 전달 서비스를 받게 된다. AF PHB 는 사실 하나의 PHB 그룹으로서 이 안에 네 개의 클래스와 각 클래스 당 3 개의 상대적인 패킷 폐기 확률 레벨을 갖는 총 12 개의 PHB 로 구성된다. 클래스는 스케줄링에서 우선순위, 레벨은 패킷 폐기면에서 우선순위를 나타낸다. AF PHB 를 토대로 Gold, Silver, Bronze 서비스로 구성되는 소위 Olympic Service(or Assured Service)의 실현이 가능하다. Gold 서비스는 Silver 서비스 보다, Silver 서비스는 Bronze 서비스 보다 항상 더 나은 수준의 패킷 전달 서비스를 받게된다.

CS PHB 는 기존의 IP Precedence 필드 사용과의 호환성을 위한 전달방식이다.

2.2 Multi-Protocol Label Switching

MPLS 는 레이블이라는 고정 길이의 짧은 지정자를 사용하여 백본망에서 간단하고 빠른 패킷의 전달을 위한 레이블 스위핑과 네트워크 계층 라우팅의 통합 기술이다.

레이블은 망의 노드에서 동일하게 전달되는 패킷의 그룹을 나타낸다. 즉 동일한 레이블 값을 갖는 패킷은 동일한 그룹에 속해 있다. 이러한 패킷의 그룹은 라우팅 프로토콜에 의해서 구분되는데 MPLS 에서는 이러한 동일하게 전달되는 패킷의 그룹을 Forwarding Equivalent Class(FEC)라는 용어로 표현하고 있다.[6]

망의 노드 마다 해당 FEC 에 대해서 레이블 값을 할당한다. 즉 동일한 FEC 에 대해서 할당되는 레이블 값은 망의 노드 마다 다른 값을 갖는다. MPLS 에서는 이러한 레이블 스위칭 기능을 수행하는 노드를 Label Switching Router(LSR), 그리고 동일한 FEC 에 대해서 할당된 레이블에 의해 패킷이 전달되는 경로를 Label Switching Path(LSP)라고 부르고 있다.

MPLS 에서 레이블을 할당하는 방법은 세가지로 구분할 수 있다. 첫째는 Topology Driven 레이블 할당 방식으로 라우팅 프로토콜의 처리에 응답하여 레이블이 할당된다. 이 방식의 특징은 트래픽이 도착하기 전에 레이블이 할당된 상태여서 트래픽 지연시간 없이 바로 트래픽이 전송될 수 있으며 일반적인 라우팅 프로토콜을 사용하는 최선형 서비스 트래픽에 적합하다. 둘째는 Request Driven 레이블 할당 방식으로 Request 기반 제어 트래픽의 처리에 응답하여 레이블을 할당한다. 이 방식 또한 트래픽 도착전에 레이블이 할당되므로 트래픽 지연시간이 없으며 제어 프로토콜의 예로는 LDP 와 RSVP 를 사용할 수 있다. 셋째로 Traffic Driven 레이블 할당 방식인데 이 방식은 LSR 에 데이터가 도착 했을 때 비로소 레이블을 할당하는 방식이다. 따라서 트래픽 도착시 레이블 할당 지연이 발생하며 트래픽의 특성에 따라 오버헤드가 변화한다.

2.3 MPLS에서 QOS 제공을 위한 기능요소 분석

본 절에서는 코어 네트워크로 MPLS 가 사용되는 네트워크 환경에서, 양 인터넷 단말이 요구하는 QOS 를 보증하기 위해 필요한 기능요소에 대해서 분석한다.

첫째, MPLS 네트워크의 QOS 지원능력이 필요하다. 이는 MPLS 가 QOS 를 제공하기 위해서는 MPLS 망 내에서 차등 서비스를 위한 적절한 메커니즘이 수행되어야 하기 때문이다. 그러나 MPLS 그룹에서는 아직 차등 서비스 제공 메커니즘에 관한 표준화 문서를 제시하고 있지는 않다. 단지 ATM/frame Relay 의 전달 능력을 사용하는 MPLS 시스템에서는 ATM/frame Relay 의 QOS 보증 능력을 사용할 수 있다.

둘째, 인터넷과 MPLS 의 QOS Mapping 이다. 인터넷과 MPLS 네트워크에서는 각기 다른 차등서비스 모델이 사용되고 패킷은 이 두 모델을 가로질러 목적지까지 전달된다. 따라서 MPLS 도메인으로 입력되는 인터넷 패킷이 요구하는 인터넷 서비스 품질을 저하시키지 않도록 패킷에 제공될 MPLS 서비스 종류가 결정되어야 한다. 이러한 동작을 QOS Mapping 이라고 정의한다. MPLS over ATM 에서는 ATM 의 QOS 보증 능력을 이용함으로써 DS QOS 와 ATM QOS 의 매핑이 이루어져야 한다. 이는 <그림 3.>에 나타낸다.

IP Service Class	ATM Service Class
Premium Service	CBR
Assured Service(VPN)	ABR
Assured Service(Voice/Video)	Rt-VBR
Best-Effort Service	UBR

<그림 3.> DS 모델과 ATM 사이의 QOS Mapping

셋째, 인터넷과 MPLS 사이의 제어 프로토콜의 매핑이다. 자원할당을 위해 사용되는 프로토콜의 동작 메커니즘도 인터넷과 MPLS 네트워크에서 서로 다를 확률이 높다. 이러한 경우 입구측 경계 LSR 에서는 두 네트워크의 자원예약 프로토콜을 서로 연동 시켜줘야 한다. 이를 위해서 입구측 경계 LSR 은 두 자원예약 프로토콜에서 사용되는 제어 메시지들을 수신해서 해석할 수 있어야 한다. 또한 두 프로토콜에서 사용되는 동작 절차를 적절히 서로 연계 시킬 수 있어야 한다.

2.4 IETF 에서 제시한 MPLS 도메인 내에서 차등 서비스 지원 모델

두 DS 도메인 사이의 MPLS 도메인에서 DS 서비스를 지원하기 위해 MPLS 망과 DS 망의 연동이 필요하다. 최근 MPLS WG(Working Group)에서 그 방안이 활발히 논의되어, 그 연동 방안 중 하나로 DS 의 BA 를 LSP(Label Switched Path)에 매핑시키는 방안이 Draft 로 정리되었다.

DS 의 경우 2.1 절에서 설명하였듯이 AF PHB 그룹에는 4 개의 클래스와 각 클래스에 3 가지의 Drop Precedence 를 가지고 있는데 같은 클래스에 속한 3 개 PHB 가 동일한 마이크로 트래픽 흐름에 속하는 패킷에 할당될 수 있다. 이 경우 동일 흐름에 속한 패킷의 순서 유지를 위해 같은 클래스에 속한 3 개 PHB 는 하나의 묶음으로 동일 LSP 에 흘려보내야 한다. 이를 위해 순서제약을 갖는 PHB 의 묶음을 하나의 묶음으로 하는 새로운 PHB Scheduling Class(PSC)의 정의가 필요하고 이에 대응하여 BA 묶음을 하나의 묶음으로 하는 새로운 Ordered Aggregate(OA)의 정의가 필요하다. 이 정의로 AF 의 한 클래스가 하나의 OA 로 묶여진다. EF, AF, CS 와 같은 다른 PHB 는 각각 하나의 OA 에 대응된다.

BA 를 LSP 에 매핑하는 방법은 첫째, 위에서 기술한 OA 개념을 이용하여 하나의 <FEC, OA>쌍에 대해 하나의 LSP 를 매핑하는 방법이다. 이렇게 설정된 LSP 를 Label-inferred LSP(L-LSP)라 부른다. 레이블을 보면 그안에 실리는 패킷의 OA 를 알 수 있기 때문이다. 이 방식에서 한 OA 내의 서로 다른 패킷 패기 우선순위를 갖는 BA 들은 ATM 의 CLP Bit 를 이용하여 구별한다. 여기서 CLP Bit 를 이용할 때 AF PHB 의 한 클래스에 들어 있는 3 개의 PHB 는 모두 구별되지 못하고 두 가지로만 구별되는 제약이 따르게 된다. <그림 4.>에 PHB→PSC/CLP mapping 을 보여준다.

PHB		PSC	CLP Bit
DF	→	DF	0
CSn	→	CSn	0
AFn1	→	AFn	0
AFn2	→	AFn	1
AFn3	→	AFn	1
EF	→	EF	0

<그림 4.> PHB→PSC/CLP mapping

그리고 새로운 LDP TLV 를 정의한다. L-LSP 를 지원하는 DS compliant LSR 은 DS TLV 를 지원해야 한다. <그림 5.>에 레이블 전달을 위한 DS TLV 를 나타낸다.

0										1										2										3									
U	F	Type = PSC(0x901)																Length																					
T	Reserved																PSC																						

<그림 5.> DS TLV for an L-LSP

위 그림에서 T 는 LSP 종류를 나타낸다. LSP 에는 L-LSP 와 E-LSP 가 있는데 여기서는 L-LSP 를 고려하기 때문에 이 Bit 를 1 로 둔다. Reserved 필드는 0 으로 두고 PSC 필드는 [4]에 설명된 것처럼 인코딩한다.

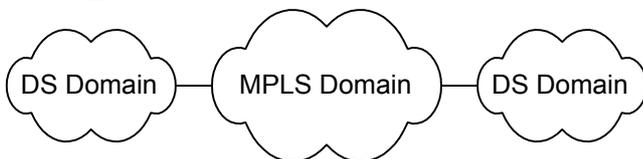
DS label switching behavior 를 정리하면 다음과 같다. 즉, 수신되는 PHB 와 FEC 를 먼저 결정한 후 선택사항으로 로컬방법과 트래픽 조건에 따라서 출력 PHB 를 결정하고 출력 레이블을 결정한다.

3. 제안하는 메커니즘

3.1 Assumption

본 논문에서는 MPLS 에 DS 를 지원하기 위해 다음과 같이 가정한다.

- MPLS 영역에서 QOS 를 지원하는 한 방안으로 <그림 6.>과 같이 두 DS 망 사이에 MPLS 망을 고려한다. 이는 통상 MPLS 망이 더 코아에 위치하게 될 것이므로 타당한 가정이 된다.



<그림 6.> MPLS Domain 에서 DS 와의 연동을 위한 망 구조

- MPLS 망의 2 계층을 ATM 으로 하여 ATM LSR 을 고려해서 레이블이 붙은 IP 스트림에 대한 패킷들은 실질적으로 ATM 셀에 의해 전송된다. 따라서 ATM 스위치에 의한 고속의 스위칭이 이루어 질 수 있고, ATM QOS 를 그대로 사용할 수 있다.
- 각 DS 도메인에는 모든 서비스를 보장하기 위해 BB(Bandwidth Broker)를 사용하여

dynamic 한 SLA 를 한다고 가정한다.

3.2 MPLS 와 DS 의 연동을 위한 시그널링 과정

3.2 절에서는 MPLS 와 DS 의 연동을 위해 IETF 에서 제시한 MPLS 의 LSP 설립 방법을 설명하였다. 본 논문에서는 MPLS 망내의 트래픽 엔지니어링 기능을 고려하여 QOS LSP 를 설립하기 위해 필요한 메시지와 메시지 처리절차를 제시한다.

MPLS 도메인 내에서 데이터 스트림이 동일한 경로를 따라서 전송될 때 LSP 가 MPLS 시그널링 프로토콜을 사용해서 연결될 수 있다. 그리고 MPLS 는 다양한 시그널링 프로토콜을 통해서 LSP 가 연결될 수 있는 방법을 제공한다. 본 논문에서는 트래픽 엔지니어링을 고려하기 위해 MPLS 의 시그널링 프로토콜 중에 CR-LDP 를 확장 이용하여 <FEC, OA>마다 L-LSP 를 연결한다. 각기 별도의 L-LSP 들에 의해 지원되는 OA 들은 독립적으로 패스가 선택되고 독립적으로 트래픽 엔지니어링이 수행될 수 있다. 또한, 각기 별도의 L-LSP 들에 의해서 지원되는 OA 들은 서로 결합해서 트래픽 엔지니어링이 수행될 수 있다. 즉, 고려되는 모든 OA 를 위해서 하나의 패스가 선택되고 이 공통의 패스에 대해서 확장된 CR-LDP 시그널링을 수행해서 별도의 L-LSP 를 연결한다.

DS TLV 를 고려하여 QOS LSP 설립을 위해 CR-LDP 메시지를 <그림 7.>와 같이 새롭게 제시한다.

0										1										2										3															
0	Label Request (0x0401)																Message Length																												
Message ID																																													
FEC TLV																																													
Return Message ID TLV																																													
LSPID TLV																																													
DS TLV																																													
ER-TLV																																													
Traffic TLV																																													
Pinning TLV																																													
Resource Class TLV																																													
Pre-emption TLV																																													

Label Request Message

0										1										2										3															
0	Label Mapping(0x0400)																Message Length																												
Message ID																																													
FEC TLV																																													
Label TLV																																													
Label Request Message ID TLV																																													
DS TLV																																													
LSPID TLV																																													
Traffic TLV																																													

Label Mapping Message

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	
0	Label Release (0x0403)																Message Length															
Message ID																																
FEC TLV																																
Label TLV																																
Status TLV																																

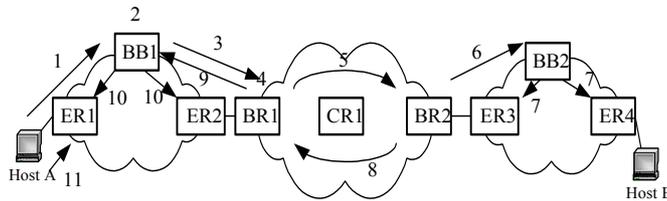
Label Release Message

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	
0	Notification (0x0001)																Message Length															
Message ID																																
Status TLV																																
DS TLV																																

Label notification Message

<그림 7.>

위에서 제시한 메시지를 이용해 메시지 처리절차를 고려한 End-to-End Signaling 과정을 제시한다. <그림 8.>은 호스트 A가 호스트 B에게 메시지를 보내기 위해 이루어져야 하는 신호 절차를 정의한 것이다. 이 그림은 BB를 이용하여 Dynamic한 SLA를 고려한다. 그 이유는 AF(Assured Forwarding) Service과 BE(Best-Effort) Service이외에 Premium 서비스를 제대로 보장하기 위해서는 그 노드로 유입되는 플로우에 속하는 패킷의 양에 맞춰 버퍼 또는 링크와 같은 망 자원이 사전에 적절히 할당되어 있어야 하기 때문이다. 또한 MPLS 망의 레이블 할당 방식은 Downstream On Demand 방식이 사용되어야 한다.



<그림 8.> End-to-End QOS를 보장하기 위한 Signaling 절차

1. 호스트 A가 BB1와 SLA를 하기 위해 BB1에게 RSVP PATH 메시지를 보낸다. 이때 이 PATH 메시지에는 트래픽 특성을 나타내는 PHB 정보와 가능한 대역폭, IP 주소가 포함되어 있다.
2. BB1은 Admission Control을 하고 만약 Request가 거절되면 에러 메시지가 호스트로 보내지고 이 시그널링 과정은 끝나게 된다.
3. 호스트로부터의 Request가 BB1에서 받아들여지면 BB1은 MPLS의 입구 라우터인 BR1으로 PATH 메시지를 보낸다.
4. BR1은 받은 PATH 메시지를 분석하여 DS TLV를 만들고 위에서 제시한 DS TLV를 포함한 레이블 요청 메시지를 생성해서 CR1에 보내진다. 그리고 CR1은 CR2를 거쳐 BR2에 보내지고 BR2에서는 충분한 리소스를 갖고 PSC status가 지원된다면 그 응답으로 위에서 제시한 레이블

매핑 메시지를 CR1,2를 거쳐서 BR1에 보내진다.

- 그러나 만약 리소스가 불충분하다든지 라우터에서 지원하지 않는 PSC 상태인 경우에 BR2는 notification message를 BR1에 보내고, 에러 메시지를 BB1으로 보낸다.
5. 레이블 셋업이 끝나면 각 라우터의 ILM/FTN에 DS Context를 Update시키고 PATH 메시지를 LSP로 BR2에게 전송한다.
 6. BR2는 BB2에게 PATH 메시지를 보낸다.
 7. BB2는 그 트래픽을 지원할 수 있는지를 결정한다. 만약 지원할 수 있다면 BB2는 ER3에게 classification, policing rule을 configure하고 BR4에게 reshaping rule을 configure한다. 그리고 RESV 메시지를 BR2에게 보낸다. 그렇지 않은 경우에는 BR2에게 에러 메시지를 보내어 호스트 A에게 알린다.
 8. BR2는 트래픽의 reshaping rule을 configure하고 RESV 메시지를 LSP를 통해서 BR1으로 보낸다.
 9. BR1은 classification과 policing rule을 configure하고 RESV 메시지를 BB1에 보낸다.
 10. BB1이 RESV 메시지를 수신하면 ER1에 classification과 shaping rule을 setting한다. 만약 SLA를 통해 Accept된 스트림의 트래픽이 계약에 맞지 않으면 ER1은 그 트래픽을 shaping한다. 또한 BB1은 ER2에 reshaping rule을 setting한다. 그리고 호스트 A에게 RESV 메시지를 전한다.
 11. 호스트 A는 데이터를 보내기 시작한다.

이와 같은 모델을 위해 DS-Compliant ATM LSR은 ATM based MPLS의 LSR 기능 모듈 이외에 DS를 지원하기 위해 DS 모듈이 있어서 DS에서 오는 OA의 종류를 구분하고 <FEC,OA>마다 레이블을 매핑하여 DS QOS 별로 L-LSP를 만들게 해야한다. 그리고 라우터의 캐쉬 테이블이라고 할 수 있는 ILM/FTN에 DS Context를 고려하여야 한다. 즉, ILM/FTN 각 항목에 DS 서비스 종류를 넣어 레이블에 제공해야 하는 서비스를 라우터가 알도록 해야 한다.

4. 결론

본 논문에서는 MPLS에서 QOS 제공을 위한 기능 요소를 분석하고 두 DS 망 가운데 ATM 기반의 MPLS 망을 고려하였을 때 시그널링 과정을 제안하여 MPLS에서도 DS의 서비스를 이용할 수 있도록 하였다.

그러나 이 방법은 목적지 주소와 DS QOS 서비스 종류마다 LSP를 설립해야 하므로 한정된 레이블을 갖는 ATM based MPLS에는 레이블 부족 현상이 생길 수 있으나 이는 LSP 머징으로 어느정도 해결할 수 있다.

앞으로 제안한 시그널링 과정을 구현하여 그 타당

성을 증명하고자 한다.

참고문헌

- [1] K. Nichols, et al, "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers", December 1998, Internet RFC 2474
- [2] V. Jacobson, et al, "An Expedited Forwarding PHB", June 1999, Internet RFC 2598
- [3] J. Heinanen, et al, "Assured Forwarding PHB Group", June 1999, Internet RFC 2597
- [4] S. Brim, et al, "Per Hop Behavior Identification Codes", October 1999, Internet Draft, draft-ietf-diffserv-phbid-00.txt
- [5] Francois Le Faucheur, et al, "MPLS Support of Differentiated Services", Internet Draft, draft-ietf-mpls-diff-ext-03.txt
- [6] R. Callon et al., "A Framework for Multiprotocol Label Switching", Internet-Draft,draft-ietf-mpls-framework 05.txt>, September 1999