

主題

ATM망에서의 MPLS 기술 구현

한국전자통신연구원 양 선 희, 박 평 구, 류 호 용, 이 유 경

차 례

- I. 서론
- II. ACE2000 MPLS 시스템 구조
- III. MPLS 모듈의 구조와 특성
- IV. ACE2000 MPLS 시스템의 응용 서비스
- V. 결론

I. 서론

90년대 중반 이후 인터넷 수요가 급속히 증가함에 따라 ATM 기반 초고속국가망에서도 IP 트래픽의 효율적 수용을 위한 기술이 필요하게 되었다. 이를 위해 ATM망에서 라우터를 추가하지 않고 고도화된 인터넷 서비스를 직접 제공할 수 있는 ATM 기반 MPLS 기술개발이 추진되었다.

MPLS 기술은 기존의 홉 바이 홉 라우팅에 의해 처리되는 IP 패킷을 네트워크 입출력시에만 L3 라우팅을 처리하게 하고, 코어에서는 레이블을 이용한 L2 스위칭에 의해 고속으로 패킷을 전달하는 기술이다.

MPLS 기술을 ATM 기반 전달망에 적용하는 경우, 제어평면에서는 ATM 가상연결을 설정하기 위한 MPLS 시그널링 프로토콜이 동작하고, 사용자 평면에서는 레이블이 부착된 IP 패킷을 ATM 셀로 전달하는 기능이 이루어진다. 따라서 ATM 기반의 고속 스위칭 기술과 IP 라우팅 기술의 장점을 접목하여,

IP 라우팅의 성능과 확장성을 개선하고, IP 계층 트래픽 엔지니어링이 가능해지며 ATM과 MPLS 서비스를 동시에 제공할 수 있는 장점을 갖는다.

우리나라는 2002년 하반기부터 ATM 기반 초고속국가망을 MPLS 망으로 업그레이드하여 MPLS 시범서비스를 제공하기 위한 계획이 추진 중이다. 이러한 초고속국가망 진화 계획에 따라 HAN/B-ISDN 사업을 통해 개발된 ATM 교환기에 MPLS 서비스 기능을 추가하는 기술개발이 추진되어 상용화 단계에 있다.

본 고에서는 ATM 기반 인터넷 서비스 기술개발 사업의 일환으로 추진된 ACE2000 MPLS 서비스 시스템의 주요 기술과 특성을 소개한다. II장에서는 ACE2000 MPLS 시스템의 구성을 간단히 소개하고, III장에서는 MPLS 모듈의 주요 구조와 기술을 정리한다. 그리고 IV장에서는 ACE2000 MPLS의 응용서비스 기술에 대해 소개한다.

II. ACE2000 MPLS 시스템 구조

ACE2000 MPLS 시스템은 HANbit ACE2000 스위치 시스템에 IP 라우팅 및 MPLS 프로토콜과 IP 패킷 포워딩 모듈을 통합하여 IP 패킷의 고속 고품질 처리를 가능하게 한 시스템이다. ACE2000 시스템은 40~80 Gbps 급의 ATM 스위치로서 GSMP를 이용하여 스위치를 제어하는 개방형 구조 시스템으로서, CBR, VBR, UBR 등 다양한 ATM 계층 트래픽 처리 기능을 지원하며, ATM 가상연결별 트래픽 셰이핑과 큐잉 제어가 가능하다. ACE2000 MPLS 시스템을 ATM 기반 초고속망의 LSR 및 LER 시스템으로 적용하면 별도의 라우터를 추가하지 않고, 고품질의 프리미엄 IP 서비스와 MPLS 기반 IP-VPN 서비스 등을 제공할 수 있다. 또한 Ships in the Night 모드 동작을 지원하므로 ATM 과 IP 트래픽의 수요 변화에 따라 최적의 멀티서비스 망구성을 지원할 수 있는 장점을 갖는다.

ACE2000 MPLS 시스템은 기능적으로 스위칭

패브릭과 입출력단, ATM 호연결 제어를 위한 ATM 제어 기능블럭으로 구성되는 ATM 모듈 외에 IP 라우팅과 MPLS 시그널링을 위한 MPLS 제어 기능블럭과 IP 패킷의 분류, 레이블 탈부착 및 IP 포워딩을 처리하는 룩업 기능블럭이 추가된다.

그림 1은 ACE2000 MPLS 시스템의 구조 모델을 간단히 나타낸 것이다. SFM(Switch Fabric Module), IM(Interface Module), MSAM(Multi-Service Switch Application Module), 그리고 운용관리를 위한 MAS(Main-tenance & Administration Server) 모듈과 SNMP 기반의 망관리 시스템인 EMS 모듈로 구성된다.

MSAM에는 공통 스위치 제어 기능과 ATM 응용 기능(ACC:ATM Call Controller), MPLS 응용 기능(MSC:MPLS Service Controller)이 탑재된다. ACC에는 ATM SVC 기능을 비롯한 ATM 제어 기능이 올라가고, MSC에는 IP 라우팅과 MPLS 시그널링을 비롯한 MPLS 제어 기능이 탑재된다. 공통 스위치 제어 기능(SCC : Switch

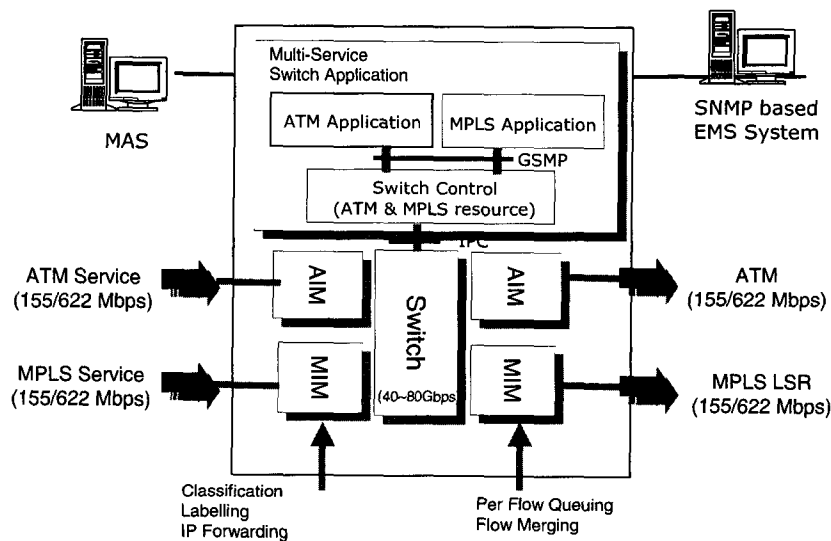


그림 1. ACE2000 MPLS 시스템 구성

Connection Controller)은 MPLS자원과 ATM 자원을 독립적인 영역으로 관리하며, GSMP 프로토콜과 IPC 채널을 통해서 개방형으로 스위치를 제어한다. IM은 가입자 정합 모듈로서 ATM 서비스를 지원하는 AIM과 MPLS 서비스를 지원하는 MIM으로 구성된다. MAS 모듈은 ACE2000 MPLS 시스템의 운용 관리 기능을 GUI 기반으로 처리하는 워크스테이션으로서 이더넷으로 스위치 시스템에 접속되는데, MSC와 ACC에 탑재되는 응용 블록과는 분산처리를 지원하는 마들웨어인 Netfree를 통해 통신이 이루어진다. EMS 모듈은 SNMP 기반의 망관리 시스템으로서 MPLS 망관리와 서비스 관리 기능을 처리한다.

III. MPLS 모듈의 구조와 특성

1. 개요

ACE2000 시스템에서 MPLS 기능을 제공하기 위해 MPLS 제어 기능이 MSC에 탑재되고, IP 트래픽 처리 기능이 다수의 MIM 보드에 탑재되었다. 즉, MSC에는 LSP(Label Switched Path)인 ATM 가상연결을 설정하기 위한 IP 라우팅과 MPLS 시그널링 프로토콜이 동작하고, MIM은 레이블이 부착된 IP 패킷을 ATM 셀로 전달하는 기능을 처리한다. 입력단에 위치하는 에지 시스템(ATM LER)의 경우에는 ATM 셀을 수신하여 이를 패킷으로 조합한 후 IP 헤더 정보를 록업하여 특정 LSP

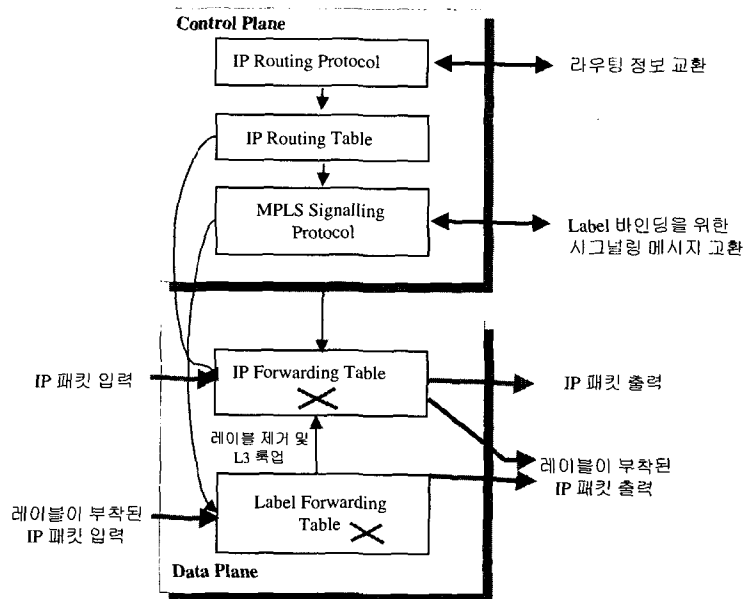


그림 2. ATM 기반 MPLS의 동작 관계

(Label Switched Path)로 포워딩하고, 역으로 셀을 패킷으로 재조합하여 IP 도메인으로 전달하는 레이블 탈부착 기능을 갖는다. 그림 2는 ACE2000 MPLS 시스템에서 일어나는 제어평면 및 사용자평면 기능의 상호관계를 보여준다.

ACE2000 MPLS 모듈은 IP 계층의 Customized QoS 서비스와 VPN 서비스, IP 계층의 트래픽 엔지니어링 서비스를 제공할 수 있다. 표 1은 MPLS 모듈의 주요 특성을 정리한 것이다.

2. MPLS 제어 기능

MSC에는 라우팅 프로토콜(BGP4-MP, OSPF, IS-IS, RIP, Static)과 MPLS 시그널링 기능(LDP, CR-LDP, RSVP-TE), 트래픽 엔지니어링 및 VPN 기능 등의 응용 소프트웨어 그리고 포워딩엔진 제어 및 MPLS용 스위치 자원관리 기능, TCP/IP 프로토콜 등이 포함된다. 그림 3은 MSC의 기능블록 구성도이다.

표 1. ACE2000 MPLS 시스템의 MPLS 지원 특성

Service Feature	Characteristics
플랫폼	- HANbit ACE2000 ATM 스위치
스위치 제어	- GSMP 3.0
IP 라우팅 프로토콜	- BGP4-MP, IS-IS, OSPF, RIP, Static
MPLS 프로토콜	- LDP, CR-LDP, RSVP-TE
서비스 품질 지원	- Premium/Business/Economy - Per VC Queueing, RED - CBR/VBR/UBR
가입자 인터페이스	- STM-1/STM-4c - IPOA, ATM PVC/SVC - 단일 링크를 통해 ATM/MPLS 동시 지원
IP 포워딩 엔진	- 622Mbps wire-speed 룩업 - customized multi-service 룩업 - 분산형 구조로서 확장성 우수
응용서비스	- Best-effort IP - 프리미엄 IP: Real Time IP, ELL - Path Protection - BGP4-VPN
관리 기능	- SNMP-based MIB - EMS

MSC에서 LSP(ATM VCC)가 설정되는 과정은 다음과 같다.

- 인접 노드들간에 라우팅 프로토콜을 통해 네트워크 구성 정보와 연결성에 관한 라우팅 정보가 교환되고, 라우팅 테이블이 구성된다.
- MPLS 시그널링 프로토콜(LDP)은 라우팅 테이블을 참조하여 인접 노드들간에 레이블 값을 교환함으로써 목적지간을 연결하는 LSP(ATM VCC)를 구성한다.
- 설정된 ATM VCC를 통해 어떤 IP 패킷을 전달할 것인지에 대한 포워딩 정보와 IP 라우팅 정보를 사용자 평면의 IP 패킷 룩업 엔진으로 전달한다.

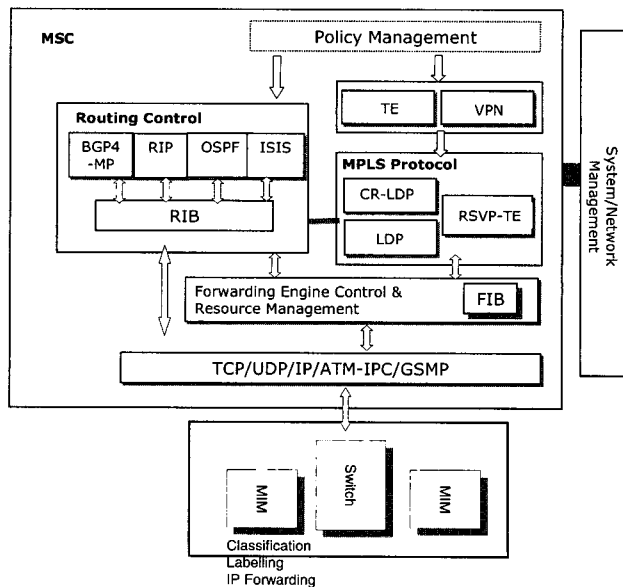


그림 3. MPLS 제어 기능의 구성도

ACE2000 MPLS 시스템의 LSP는 기본적으로 CR-LSP와 일반 Best-effort LSP로 구분된다. Best-effort LSP는 라우팅 엔트리 변경에 의해 생성되는 IGP-route를 따라서 LDP가 설정하는 LSP이다. 이에 비해 CR-LSP는 사용자나 응용의 요구에 따라 품질을 보장할 수 있도록 CR-LDP나 RSVP-TE를 이용하여 explicit하게 설정된다. 이에 대해서는 4장에서 자세히 설명한다.

3. 셀 모드 IP 패킷 포워딩 기능

ACE2000 MPLS 시스템은 입력단으로 유입된 트래픽에 대해 Ingress LSR(Label Switched Router)은 제어평면에서 내려준 포워딩 정보를 이용하여 패킷을 룩업하고, 적합한 ATM 가상연결 번호를 부착하여 포워딩한다. 모든 코어 홉에서는 입력되는 셀의 ATM 가상연결 정보를 이용하여 ATM 스위칭하여 다음 홉으로 포워딩한다. Egress LSR은 레이블을 제거한 후 패킷 헤더의 목적지 주소에 따라 L3 룩업을 하여 최종 목적지로 패킷을 포워딩한다.

그림 4는 IP 트래픽을 처리하는 ATM 기반 포워딩 엔진/VC Merging 기능 구성도를 보여 주는데, IP 패킷을 플로우별로 그룹핑하여 특정 LSP로 포워딩하는 포워딩엔진(FE:Forwarding Engine)과 VC Merging 기능으로 구성된다. 포워딩엔진은 622Mbps IP 포워딩 처리 성능을 지원하며, FPGA를 이용한 하드웨어 기반 IP 헤더 처리와 CAM 기반의 14 MPPS IP 룩업이 가능하다. Customized IP QoS 서비스를 지원하기 위해 IP 룩업 엔진에서는 IP패킷을 품질요구사항에 따라 분류할 수 있다. 즉, 인터페이스 정보, IP 헤더의 주소나 프로토콜 포트 정보 혹은 DSCP 필드를 분석함으로써 응용의 종류에 따른 패킷 플로우 세분화가 가능하다. RT(Real Time)서비스, IP 계층 ELL(Emulated Leased Line Service), VPN 서비스, Best-effort IP 등을 차별화하여 그룹핑할 수 있다. 10Gbps의 MPLS 서비스 용량을 지원하기 위해서는 16개의 MIM이 장착되며, 이들간은 VP 플레쉬로 연결된다.

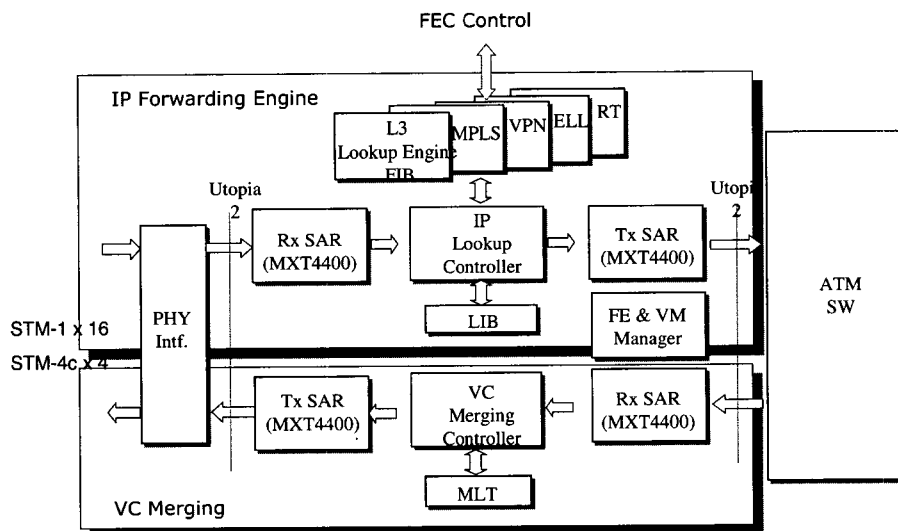


그림 4. 포워딩 엔진/VC Merging 기능 구성도

4. ATM 기반 MPLS의 트래픽 엔지니어링 기술 다.

인터넷 트래픽의 급속한 증가에 비해 IP 서비스의 수익성이 기대에 못 미치자 물리용량의 지속적 확충의 경제적 기술적 한계에 직면하고 있는 사업자들은 한정된 망자원을 사용하되, 동적으로 바뀌는 IP 트래픽을 효과적으로 처리하여, 서비스 품질을 요구하는 가입자에게 QoS를 차별적으로 지원함으로써 수익성을 극대화할 수 있는 IP 트래픽 엔지니어링 기술에 관심을 쏟고 있다. 아울러 트래픽 엔지니어링을 통해 급속히 팽창하고 있는 IP망을 효과적으로 운용 관리하고, 네트워크 장애 시에 신속한 복구가 가능한 구조로 망을 개선시키려는 추세에 있다. 이처럼 트래픽 엔지니어링에 대한 중요성이 부각됨에 따라 1990년대 이후 IP 트래픽 엔지니어링 기술 분야가 빠르게 발전하고 있는데, 대표적인 기술로는 ATM, DiffServ, MPLS등을 꼽을 수 있다.

MPLS 트래픽 엔지니어링 기술은 MPLS 망 내에 서비스 요구나 망 사업자의 자원 사용 정책을 반영한 traffic-engineered path(explicit routed path)를 설정하여 자원을 할당하고, 입력단에서 MPLS 망으로 유입되는 트래픽을 특성에 따라 분류하여 적절한 LSP로 분배해 줌으로써 트래픽 흐름을 적절히 제어해 주는 메커니즘을 바탕으로 한다.

따라서 기능적으로는 서비스 품질 요구사항을 만족하는 경로를 찾는 constraint-based routing, 찾아낸 경로를 따라 자원을 예약하기 위한 시그널링 기능(CR-LDP 및 RSVP-TE), 트래픽의 종류에 따라 트래픽 플로우를 최적으로 분류 및 분배하는 기능 그리고 네트워크 상태 변화를 모니터링하여 지속적으로 re-optimization 하는 기능 등으로 구성된다.

ACE2000 MPLS 시스템의 트래픽 엔지니어링 기능은 CR-LDP와 RSVP-TE를 이용한 ER-LSP의 설정기능과 Customized QoS 서비스를 제공하는 멀티-서비스 플로우 분류 기능 그리고 ATM 계층에서 이루어지는 L2 트래픽 제어 기능으로 구성된

IV. ACE2000 MPLS 시스템의 응용 서비스

ACE2000 MPLS 시스템의 대표적인 응용 서비스 기능은 트래픽 엔지니어링 서비스와 MPLS 기반 IP-VPN 서비스 기능이다.

1. 트래픽 엔지니어링 서비스

ACE2000 MPLS 시스템의 트래픽 엔지니어링 서비스는 크게 가입자 관점에서 제공되는 Customized QoS 서비스와 네트워크 사업자 관점의 네트워크 트래픽 엔지니어링 서비스로 구분된다.

가. Customized QoS 서비스 (프리미엄 IP 서비스)

Customized QoS 서비스는 응용이나 가입자의 특성에 따라 서비스 품질을 차별적으로 제공함으로써 가입자 관점에서는 서비스 비용 대비 최적 서비스 만족을 얻고, 사업자 관점에서는 한정된 망자원을 효과적으로 사용함으로써 수익성을 개선하기 위한 것이다.

가입자와 응용의 특성에 따라 프리미엄 클래스, 비즈니스 클래스, 이코노미 클래스로 구분하며, 각 서비스는 대역폭, 지연, 손실, 신뢰도 등에서 차별화되는 제한 요구 사항을 갖는다. Customized QoS 서비스를 지원하기 위해 MPLS 망 내에는 LER들 간에 특정 가입자나 응용을 위한 품질차별화된 터널이 구성된다. 그림 5는 Customized QoS 서비스를 위한 QoS 모델을 보여 주는데, 서비스 계층, MPLS 계층 및 ATM 계층간의 상호 관계를 보여준다.

프리미엄-LSP는 대역폭과 지연변이 제한 사항을

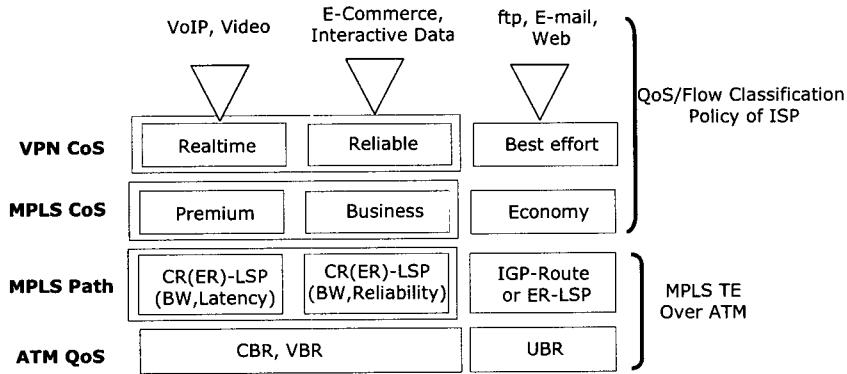


그림 5. ACE2000 MPLS 시스템의 Customized QoS 서비스 모델

만족시킬 수 있는 LSP로서 CR-LDP 혹은 RSVP-TE 프로토콜에 의해 LSP가 설정된다. 실시간 서비스나 ELL 서비스 등 프리미엄 IP 서비스를 요구한 가입자나 응용을 위해 설정된다. 비즈니스-LSP는 대역폭과 신뢰도 제한 사항을 만족시킬 수 있는 LSP로서 CR-LDP 혹은 RSVP-TE 프로토콜에 의해

설정된다. 고신뢰도 VPN과 같은 서비스를 위한 LSP로서 경로보호 메커니즘이 지원되는데, 1:3의 경로 다중화를 지원할 수 있다. 이코노미-LSP는 IGP-Route 혹은 특정 제한 사항을 갖지 않는 ER-LSP로서 저가형 VPN이나 best-effort IP 서비스 용으로 설정된다.

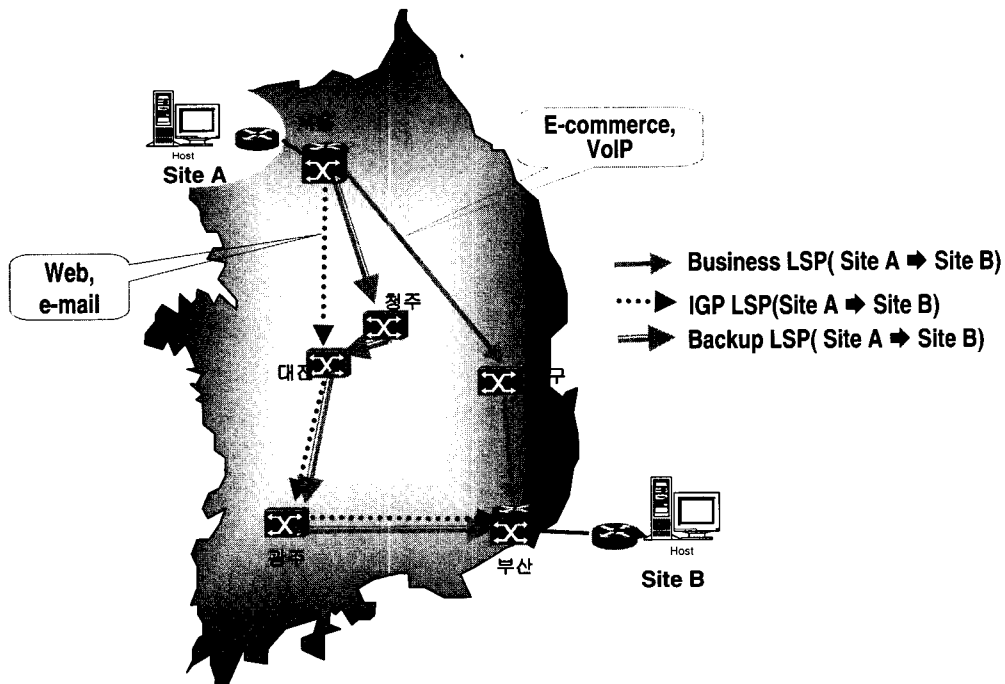


그림 6. Customized QoS 서비스를 위한 품질 차별화 경로 배치의 예

Customized IP QoS 의 대표적인 응용으로는 고품질의 실시간 IP 서비스(VoIP, 인터넷방송, 증권뉴스 등)와 특정 사이트간 대역폭 보장형 터널을 지원하는 ELL 서비스, 품질 보장형 VPN 서비스 등을 제공할 수 있다. 그림 6은 서비스 제공의 한 예를 보여 주는데, 고신뢰도 VPN 서비스를 위해 장애시의 백업 LSP를 설정하고, 고품질 트래픽과 일반 best-effort 트래픽 경로를 달리 설정한 예이다.

나. 네트워크 트래픽 엔지니어링 서비스

네트워크 트래픽 엔지니어링 서비스는 네트워크 사업자 관점에서 망을 가장 효율적이면서 안정적으로 구성 운용하기 위한 제반 서비스로서, 운용자에 의해 망내 경로와 트래픽을 유연하게 배치하는 서비스이다. 네트워크 트래픽 엔지니어링 서비스는 MPLS에서 제공되는 ER(CR)-LSP의 배치 및 트래픽 플로우의 제어 기능을 이용한다. 대표적인 서비스로서는 트래픽의 분산, 폭주시의 우회 루트로의 트래픽 분산, 사용율이 급증하고 있는 경로에 대한 우회루트 지원, IGP 루트에 대한 ER-LSP 우회루트 설정, 네트워크 노드나 링크 장애시의 경로 보호 서비스 등이다.

2. MPLS 기반 IP-VPN 서비스

ACE2000 MPLS 시스템의 대표적 응용 기능으로 개발된 MPLS 기반 IP-VPN은 MPLS LSP를 이용하여 VPN 사이트들간을 연결함으로써 가상의 사설망 서비스를 제공하는 서비스이다. MPLS 기반 IP-VPN은 구조적으로 BGP4 확장 프로토콜을 이용한 구조와 Virtual Router 방식의 두가지 구조가 연구되고 있으며, 이에 대한 표준화가 IETF에서 추진되어 RFC로 승인되었다. ACE2000 MPLS 시스템에서는 확장성과 타 밴더 장비와의 상호 연동성을 고려하여 BGP4/MPLS VPN 구조로 개발하

였다. BGP/MPLS VPN 구조는 망측 에지 장비들 간에 iBGP 피어링을 맺고, 확장된 BGP4 어트리뷰트들을 이용해서 VPN 멤버쉽 및 루트 정보를 전달한다. 망측 에지 장비들은 각 VPN 그룹별로 VPN용 라우팅 테이블(VPN Routing & Forwarding Table)을 따로 유지한다.

ACE2000 MPLS 시스템의 VPN 서비스 기능은 VPN 그룹 설정 기능, VPN용 라우팅 정보의 분배 및 관리 기능, VPN용 LSP 설정 기능, 그리고 VPN 패킷 포워딩 기능 등으로 구성된다. VPN 사이트간의 멤버쉽 및 라우팅 정보 분배는 RFC 2547을 준수하도록 BGP4-MP 프로토콜을 확장하였다. 그리고 VPN 사이트간의 VPN 터널은 ACE2000 MPLS 시스템의 LSP Provisioning과 트래픽 엔지니어링 기능을 이용하여 품질차별화가 가능하도록 하였다.

MPLS-VPN은 MPLS 트래픽 엔지니어링 기능을 이용하여 서비스 품질의 차별적 지원이 가능하고, LSP를 공유할 수 있으므로 확장성이 뛰어나다. 또한 서비스의 운용 관리를 사업자가 제공하므로 가입자 관점에서는 서비스 자체를 아웃소싱할 수 있다. 사업자 관점에서는 여러가지 부가서비스와 운용관리를 통합 지원함으로써 단순히 터널만 제공하는 구조에 비해 수익성을 개선할 수 있는 장점을 가지므로 ATM 기반 L2-VPN에 비해 수익성 개선이 가능할 것으로 기대된다.

V. 결 론

본 논문에서는 ACE2000 MPLS 시스템의 주요 기술과 특성을 소개하였다. ACE2000 MPLS 시스템은 HANbit ACE2000 스위치 시스템에 IP 라우팅 및 MPLS 프로토콜과 IP 패킷 포워딩 모듈을 통합하여 IP 패킷의 고속 고품질 처리를 가능하게 한 시스템이다. ATM 기반 초고속망의 LSR 및 LER

시스템으로 적용하면 별도의 라우터를 추가하지 않고, 사용자가 원하는 서비스 품질에 따라 적정 비용을 지불하는 최적 인터넷 서비스 사용이 가능할 것으로 기대된다. 아울러 품질보장이 가능한 MPLS 기반 IP-VPN을 비롯한 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있어서 사업자는 한정된 망자원을 사용하여 수익성을 향상시킬 수 있을 것이다.

그러나 기술적으로는 특정 QoS를 만족시킬 수 있는 explicit routed path를 계산해 내기 위한 QoS 라우팅, 실시간 네트워크 자원 상태 모니터링 및 다양한 시스템간의 상호 연동 기술 등에 대해서는 아직은 초기 연구단계에 있으므로 앞으로 더 많은 연구가 필요하다.

참고문헌

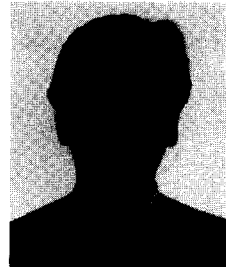
- [1] IETF Draft, "draft-ietf-mpls-framework-05.txt: A Framework for Multiprotocol Label Switching," Sep. 1999.
- [2] IETF Draft, "draft-ietf-mpls-arch-06.txt: Multiprotocol Label Switching Architecture," Aug. 1999.
- [3] Anoop Ghawani 외, "Traffic Engineering Standards in IP Network Using MPLS," IEEE Communications Magazine, Dec. 1999.
- [4] Petri Aukia 외, "RATES: A Server for MPLS Traffic Engineering," IEEE Network Magazine, Mar/Apr. 2000.
- [5] Tony Li, "MPLS and the Evolving Internet Architecture," IEEE Communications Magazine, Dec. 1999.
- [6] Daniel O. Awduche, "MPLS and Traffic Engineering in IP Networks," IEEE Communications Magazine, Dec. 1999.
- [7] Nancy Feldman, "Traffic Engineering Standards in IP Networks Using," IEEE Communications Magazine, Dec. 1999.
- [8] George Swallow, "MPLS Advantages for Traffic Engineering," IEEE Communications Magazine, Dec. 1999.
- [9] E.Rosen, Y.Rekhter, BGP/MPLS VPNs, RFC 2547, Mar. 1999.
- [10] E.Rosen, et al, "BGP/MPLS VPNs", draft-rosen-rfc2547bis-02, July.2000.
- [11] 양선희, 정민영, 이유경, "MPLS 트래픽 엔지니어링에 의한 인터넷 품질제어 기술," 한국통신학회 학회지, 제 17권 9호, 2000.9. 윤호선, 정민영, 최병철, 양선희, MPLS-VPN을 위한 Forwarding Engine의 설계, Proc. of 한국통신학회 추계학술대회, 제22권 2호, 2000. 11
- [12] 윤호선, 윤현식, 양선희, 강민수, ACE2000 BGP/MPLS VPN 서비스 개발, Proc. of 한국정보처리학회 추계학술대회, 제8권 2호, 2001
- [13] 양선희, 윤호선, 이유경, 품질보장이 가능한 MPLS 기반의 IP-VPN 기술, 한국통신학회 학회지, 제 18권 9호, 2001.9
- [14] Sunhee Yang, HoSun Yoon, Hoyong Ryu, Yoo-Kyoung Lee, "Implementation of QoS differentiated and highly reliable MPLS-based IP-VPN," ISS 2002 submitted.



양 선 희

1984年 경북대학교 전자공학과(학사), 1986年 한국과학기술원 전기및전자공학과(석사), 1986年 2月~1988年 7月 한국과학기술원 통신공학 연구실 연구원, 1988年 8月~현재 한국전자통신연구원 네트워크연구소 책임연구원.

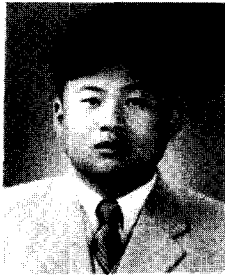
현 차세대프로토콜 팀장
 <관심분야> 광인터넷 기술, MPLS/GMPLS 프로토콜, 인터넷 QoS 기술, MPLS-VPN 기술



류 호 용

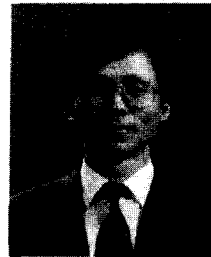
1993年 광운대학교 전자통신공학과(학사), 1995年 광운대학교 전자통신공학과(석사), 1999年 광운대학교 전자통신공학과(박사), 1998年 12月~현재 한국전자통신연구원 네트워크연구소 선임연구

원 <관심분야> 광인터넷 기술, MPLS/GMPLS 프로토콜, 실시간OS 기술



박 평 구

1999年 고려대학교 전산학과(학사), 2001年 고려대학교 전산학과(석사), 2001年 1月~현재 한국전자통신연구원 네트워크연구소 연구원 <관심분야> 인터넷망관리 기술, MPLS/GMPLS 프로토콜 기술



이 유 경

1978年 2月 한국항공대학 전자공학과(학사), 1980年 2月 연세대 대학원 전자공학과(석사), 1980年 8月~1984年 3月 공군제2사관학교 교관, 1984年 4月~2000年 8月 현재 한국전자통신연구원 네트워크연구소 책

임연구원 현 인터넷기술연구부 부장, 1990年 12月 전기통신 기술사 <관심분야> 고속통신시스템, 네트워크 구조, MPLS/GMPLS 기술