2003년도 한국정보통신설비학회 하계학술대회 논문집 (2003.8.29-30)

MSR40을 이용한 MPLS/VPN 망 구축에 관한 연구

임건호, 강민수, 권경인
LG전자 안양연구소 시스템S/W그룹

The study of building MPLS/VPN network using MSR40 System

Lim Gun Ho, Kang Min Soo, Kwon Kyung In
System S/W Gr, LG Electronics

Abstract - MPLS/VPN서비스는 MPLS망의 인프라를 이용하여 사설망을 제공하는 서비스로 각 VPN사이트사이를 고속의 LSP를 이용하여 연결한다. MPLS/VPN서비스는 차별적인 다양한 서비스 품질을 지원하는 것이 용이하며, 또한 서비스 도입과 운용 및 관리가 용이하여 저비용으로 VPN서비스를 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 논문에서는 초고속 국가망에 도입될 예정인 ATM/MPLS MSR40시스템을 이용하여 MPLS/VPN망을 구축하기 위해 요구되는 라우팅 프로토콜상에서의 설정 및 고려사항을 설명한다. 현재 시험서비스중인 MPLS네트워크 구축 사례를 바탕으로 하여 MPLS 도메인 내부 라우팅 설정 절차 및 가입자측 라우팅 설정 절차에 대해 설명하고 또한 MPLS망의 특성상 요구되는 몇가지 라우팅 이슈에 대해 설명한다.

1. 서 론

인터넷의 폭발적인 성장으로 인해 인터넷 백본망에서의 급격한 트래픽증가로 인한 네트워크 폭주 및 서비스 품질 저하 의 문제점이 발생되고 있다. MPLS (Multi-Protocol Label Switching)은 Label swapping에 의한 LSP(Label Switched Path)를 설정하여 트래픽을 전송하는 기술로써 백본망의 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있으며 서비스 품질 또한 향상시킬 수 있다. 본 논문에서는 이러한 MPLS망을 이용하여 사설망을 제공하는 MPLS/VPN망을 MSR40시스템을 이용하여 구축에 대한 내용을 다룬다. 본론에서는 현재 시험서비스중인 MPLS네트워크 구축 사례를 바탕으로 하여 MPLS 도메인 내부 라우팅 설정 절차 및 가입자측 라우팅 설정 절차에 대해 설명하고 또한 MPLS망의 특성상 요구되는 몇가지 라우팅 이슈에 대해 설명한다.

2. 본 론

2.1 MPLS 개요

MPLS은 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 표준화된 기술 표준이다. MPLS는 기존의 네트워크 계층(Layer 3) 패킷 전송 방식을 레이블(Label) 스위칭에 의한 전송으로 대체함으로써 보다 효율적인 인터넷 트래픽을 전송할 수 있는 차세대 인터넷 라우터 구축 기술이다. MPLS 하위 링크 계층 및 상위 프로토콜 계층에 무관하게 서비스를 제공할 수 있는 특징을 가지고 있다. MPLS망은 그림 1과 같이 구성될 수 있으며, 그림에서와 같이 MPLS망을 구성하는 시스템은 기능적으로 LER(Label Edge Router) 및 LSR(Label Switching Router)로 나눌 수 있다.

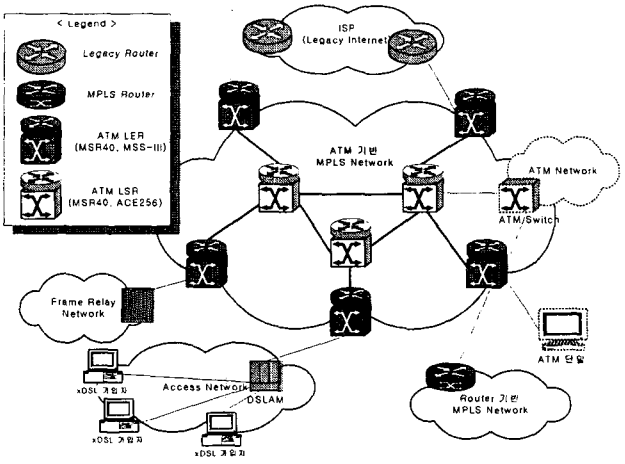

그림 1. MPLS 망 구성도

LER시스템은 망의 경계부에 위치하여 기존 네트워크 계층 패킷(IP패킷)과 MPLS패킷간의 상호연동을 위한 트래픽 전송 기능을 수행하며 LSR 시스템은 망의 중심부에 위치하며 MPLS방식으로 패킷을 전송하는 기능을 수행한다. MPLS망에서의 패킷 전달은 레이블 교환에 의해 이루어지며 MPLS망의 각 노드에서는 입력되는 패킷에 포함된 레이블 값에 의해 다음 전송될 노드를 결정하고 레이블을 교환하여 다음 노드로 MPLS패킷을 전송해 주는 기능을 수행한다.

2.2 MSR40 시스템 개요

MSR40(Multi Service Switch and Router 40)는 40기가급 ATM/MPLS LER/LSR시스템이다. STM-1/4/4c/16, DS-3, E1 인터페이스를 지원하며 MPLS/VPN서비스를 위해 그림2와 같은 라우팅 프로토콜을 지원한다. MPLS망 내부 라우팅은 OSPF, ISIS, RIP를 사용하고 LER사이의 VPN라우팅정보 교환을 위해 MP-BGP(MultiProtocol Extension for BGP4)를 사용한다. VPN가입자측 라우팅은 EBGP(External BGP), Static, OSPF를 사용할 수 있으며, ATM을 기반으로 하기 때문에 MPLS Label은 ATM VPI/VCI 값을 사용하며 MPLS Signaling 프로토콜은 LDP, CR-LDP를 지원한다.

2.3 라우팅 프로토콜 설정

본 논문에서는 MPLS망에서 OSPF를 IGP(Interior Gateway Protocol)로 사용하고 LER시스템사이를 IBGP Full mesh로 설정하고 VPN가입자측 라우팅은 EBGP를 사용한다.

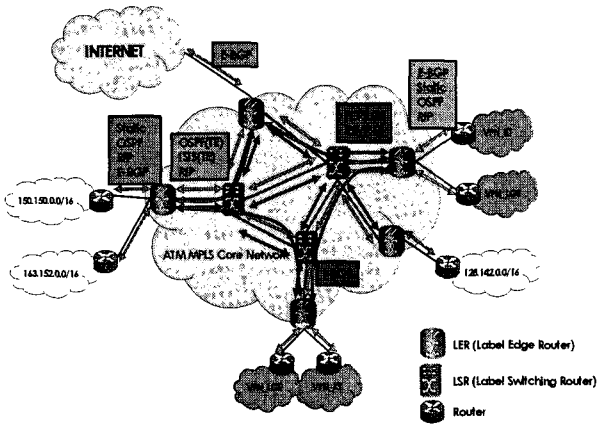

그림 2. MSR40시스템 MPLS/VPN 망 구성도

2.3.1 OSPF(Open Shortest Path First)

OSPF를 IGP를 사용함으로써 MPLS도메인내부의 모든 라우팅정보는 모든 LSR, LER에 전달된다. MPLS망을 구성하는 장비의 수에 따라 OSPF Area를 결정할 필요가 있으며 시험망에서는 MPLS망 전체를 OSPF Backbone Area로 설정한다. OSPF라우팅정보에 의해 LDP(CR-LDP)는 LSP를 설정한다. 각 LER에 설정한 Loopback인터페이스에 대한 라우팅정보는 OSPF를 통해 전송되어야 하는데, 그 이유는 BGP4를 LER사이에서 설정할 때, Loopback인터페이스를 이용하여 BGP세션을 설정해야 되기 때문이다. MPLS망 내부 라우팅 프로토콜에 의한 IP패킷은 제어채널을 통해 전송되며 가입자측으로부터 들어오는 IP패킷은 설정된 LSP를 통해 전송된다.

2.3.2 BGP4(Border Gateway Protocol 4)

MPLS/VPN망에서 LER사이에서 VPN라우팅정보를 전송하기 위해 BGP4에 여러 가지 확장 기능이 추가되었다[3][4][5][7][8]. LER의 개수에 따라 LER사이를 Full mesh구조로 IBGP세션을 설정하거나 또는 하나이상의 LER 또는 LSR을 Route Reflector로 사용하여 IBGP세션을 설정할 수 있다[6]. IBGP세션 설정시 Multiprotocol Extension기능을 사용하기 위해 Peer와 Capability negotiation을 수행한다[5]. 또한 IBGP세션은 Loopback인터페이스를 이용하여 설정해야 한다. 이는 VPN가입자 라우팅정보를 IBGP로 전송할 때 해당 라우팅정보의 Nexthop을 자기의 Loopback인터페이스로 설정해야 하기 때문이다. VPN라우팅정보 업데이트시 RD, IPv4주소, VPN Label값 등이 MP_REACH_NLRI 필드에 포함되고[2][3], RT값은 Extended Community Attribute 필드에 포함하여 Peer에게 업데이트된다[8].

2.4 VPN 설정

OSPF, BGP 설정이 완료된 후 실제 VPN가입자를 수용하기 위해 다음과 같은 설정이 필요하다.

2.4.1 VPN 그룹 설정

VPN그룹별로 사설 주소들이 관리될 수 있게 하기 위해 각 VPN 그룹 설정시 VRF(VPN Routing & Forwarding) 테이블이 생성된다.

2.4.2 VRF 인터페이스 설정

설정한 VRF 테이블과 특정 VPN 가입자 인터페이스를 연관시킨다. VRF인터페이스로 유입되는 IP패킷은 IPv4 라우팅 테이블이 아닌 해당 VRF 테이블을 이용하여 포워딩된다.

2.4.3 RD, RT 설정

RD(Route Distinguisher)는 VPN그룹마다 설정되며 RD는 VPN에서 사용하는 사설주소와 조합함으로써 전역적으로 유일한 VPN-IPv4주소를 가질 수 있다. RT(Route Target)은 VPN라우팅정보를 선별적으로 전달하기 위해 사용되는 값이며 export/import 값을 설정한다. RT값을 설정할 경우, 설정된 BGP세션을 통해 Route Refresh메세지를 전송하여 원격 LER로부터 해당 VRF테이블을 업데이트받을 수 있다[7].

2.4.4 가입자측 라우팅 설정

BGP를 이용하여 CE라우터와 EBGP세션을 설정한다. EBGP로부터 받은 라우팅정보를 IBGP세션으로 전송시 nexthop값은 Local loopback주소로 변경시켜 전송해야 한다.

2.5 VPN 트래픽 처리

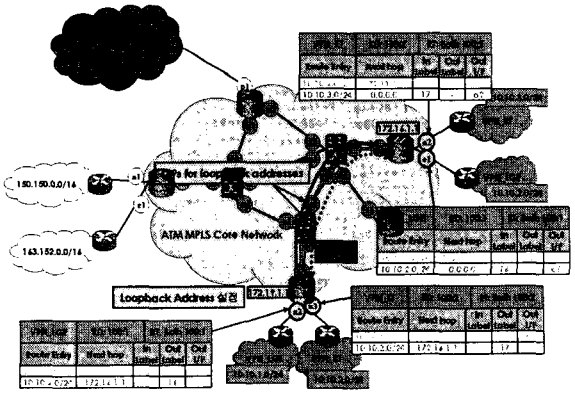

그림 3. MPLS/VPN 트래픽 처리 예제

IBGP세션을 통해 전달된 VPN라우팅정보의 *nexthop*은 해당 경로 정보를 발생시킨 LER의 loopback인터페이스 IP주소이기 때문에 특정 라우팅정보가 룩업되어 트래픽이 흘러 나가기 위해서는 해당 Nexthop으로 LSP가 설정되어 있어야 한다. VPN라우팅정보를 IBGP를 통해 다른 LER로 전송할 때 VPN Label을 할당하여 전송한다. VPN Label은 VPN트래픽이 Egress LER에서 outgoing 인터페이스를 룩업하기 위해 사용된다.

2.6 MPLS/VPN 망 구축 고려사항

2.6.1 BGP Route Reflector

MPLS망에서 LER의 수가 많아질 경우, IBGP세션 수를 감소시키기 위해 Route Reflector(RR)의 사용을 권고한다. RR을 사용하지 않을 경우, LER수(n)의 증가에 따라 AS내부에서 필요한 총 BGP 세션수 (n(n-1)/2개)는 급격히 증가하게 된다. BGP세션수가 많으면 어떤 장애발생시 BGP라우팅테이블도 불안정하게 되므로 세션수를 감소시키는 것이 바람직하다. MPLS/VPN망에서의 Route Reflector는 IPv4에 대한 RR과 VPNv4에 대한 RR를 따로 설정할 수 있다. 그림 4에서는 IPv4와 VPNv4 Route Reflector 구성에 대한 예제를 나타낸다.

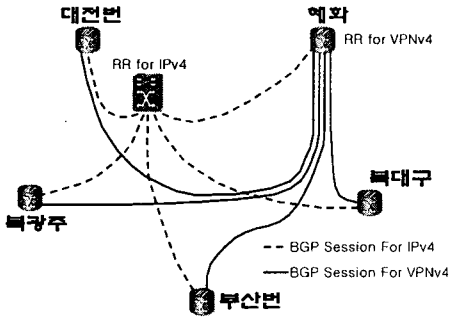

그림 4. IPv4 and VPNv4 Route Reflector

IPv4 Multihoming 가입자와 연결된 LER의 경우 IPv4 Full BGP 라우팅 테이블을 가입자에게 업데이트해야 하므로 VPNv4와 IPv4 RR을 구분하여 설정함으로써 VPNv4가입자만을 가진 LER에서의 BGP 처리부하를 감소시킬 수 있다.

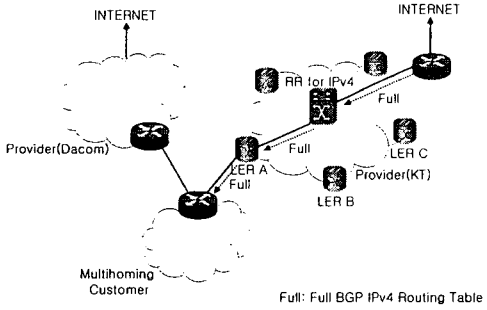

그림 5. Multihoming Customer

2.6.2 VRF Ping

VPN가입자 접속 장애 발생시 이를 확인하기 위해 망 운용자 입장에서의 진단기능이 필요하다. VRF Ping에 대해 그림 6에서 설명한다.

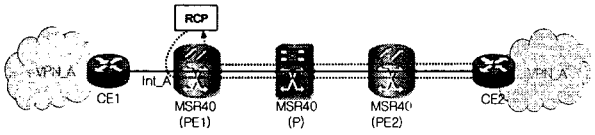

그림 6. VRF Ping

PE1에서 CE2사이의 패킷경로를 확인하기 위해 PE1에서 VRF Ping을 수행한다. PE1의 제어계(RCP)로부터의 Ping Request는 Int_A를 Source IP주소로 설정하여 CE1에서 들어온 패킷처럼 LSP를 통해 포워딩되고 CE2로부터의 Ping Response도 동일한 경로를 통해 전달되어 해당 패킷은 PE1(RCP)에서 종단됨으로써 PE1에서 CE2사이의 패킷 경로를 확인할 수 있다.

2.6.3 VPN Internet Access

MPLS/VPN가입자에게 인터넷서비스를 제공하기 위해서는 그림7에서와 같은 방법을 사용할 수 있다.

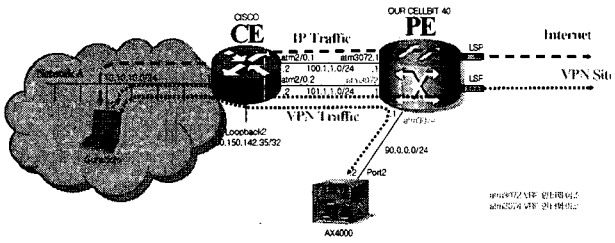

그림 7. VPN Internet Access Service

VPN가입자는 사설 IP주소를 사용하기 때문에 인터넷접속을 위해서는 NAT기능이 요구된다. 위 방법에서는 PE와 CE라우터사이에 IPv4와 VPN인터페이스를 각각 설정하고 CE라우터에서 NAT기능 및 Firewall을 수행함으로써 VPN가입자의 인터넷접속을 가능하게 할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 MSR40시스템을 이용하여 MPLS/VPN 망을 구축하기 위해 요구되는 라우팅 설정 및 고려사항들에 대해 설명하였다. 현재 MSR40시스템은 초고속국가망에 도입, MPLS/VPN 시범서비스를 제공할 예정이며 외산장비와의 연동시험도 진행중이다. 향후 연구계획으로는 OSPF-TE, ISIS-TE를 이용한 TE(Traffic Engineering)서비스 제공 및 OSPF PE/CE 라우팅 지원, MP-BGP를 이용한 IPv6 지원 등을 계획하고 있다.

[참 고 문 헌]

[1]E.Rosen, Y.Rekhter, "BGP/MPLS IP VPNs", draft-ietf-l3vpn-rfc2547bis-00.txt, May 2000
[2]Y.Rekhter, T.Li, "A Border Gateway Protocol 4(BGP-4)", RFC1771, Mar. 1995.
[3]T.Bates, Y.Rekhter, R.Chandra, D.Katz, "Multi protocol Extensions for BGP-4", RFC2858, Jun. 2000
[4]Y.Rekhter, E.Rosen, "Carrying Label Information in BGP-4", RFC3107, May 2001
[5]R.Chandra, J.Scudder, "Capabilities Advertisement with BGP-4", RFC2842, May.2000
[6]T.Bates, R.Chandra, E. Chen, "BGP Route Reflection -An Alternative to Full Mesh IBGP", April 2000
[7]E. Chen, "Route Refresh Capability for BGP-4", Sep. 2000
[8]Srihari R. Sangli, Daniel Tappan, "BGP Extended Communities Attribute", draft-ietf-idr-bgp-ext-communities-05.txt