

IETF 의 이더넷 스위칭 관련 신기술 표준화 동향

조재형*

2005년 IETF에서는 2계층 장치인 이더넷과 3계층 IP 라우터의 장점을 접목 시켜서 두 계층의 특징을 하나의 장치에 융합한 L2.5 개념의 스위칭 표준을 제정하는 2개의 워킹그룹 활동이 개시되었다. 하나는 GMPLS 프로토콜을 연구하는 CCAMP 워킹그룹에서 기존의 활동 영역을 이더넷 분야로 확장하는 시도이고 또 다른 하나는 IS-IS 라우팅 프로토콜의 개발자로 유명한 라디아 펠만이 주도하는 TRILL이라는 신생 워킹그룹이다. 전자는 코어망에서 잘 발달된 GMPLS 제어 프로토콜을 이더넷의 단순 브릿지 프로토콜 대신 적용 함으로 이더넷 브릿지가 MPLS 라우터의 특징을 가지도록 하는 시도인 반면, 후자는 Rbridge 라는 새로운 라우팅 브릿지 구조를 정의하여 IS-IS 라우팅의 특징을 접목 시키려 하고 있다. 본서에서는 IETF에서 시도하고 있는 이들 신 개념의 이더넷 브릿지 표준화 동향에 대해 소개한다. ■■■

목 차

- I. 이더넷의 발전과 새롭게 대두되는 요구사항
- II. TRILL 의 Rbridge 기술 표준화 동향
- III. CCAMP 에서의 Ethernet-GMPLS 기술 표준화 동향
- IV. 결론

I. 이더넷의 발전과 새롭게 대두되는 요구사항

2000년대 이후 세계적인 통신 업계의 불황 속에서도 메트로 이더넷 시장의 확대는 매우 괄목할만한 것이었다. 소규모 LAN 이나 기업망 환경에서만 적용되던 이더넷은 저가의 가격 경쟁력을 무기로 ATM, SDH 등의 코어 전송 장비를 제치고 본격적으로 메트로 서비스 영역으로 확대되어 사용 되면서 명실공히 백본급 장치로서 급속하게 기술 발전이 이루어 지고 있다[1].

그러나 이 같은 이더넷의 눈부신 약진도 실상을 분석해 보면 전송 링크의 물리적 속도 면에서만 보았을 때의 발전이지, 장치 측면에서 보았을 때 이더넷 스위치

* BcN 기술분석팀/선임연구원

(즉, 브릿지)는 아직도 로컬망의 일부 구간을 벗어나 사용되고 있지 못하다. 예를들어 일반적인 메트로 이더넷망 구성에서 이더넷 링크들을 연결하는 스위칭 장치들은 사실상 라우터 기술로 이루어진 L3 스위치, 혹은 EoS (Ethernet over SDH) 등의 기술을 이용하여 이더넷 액세스 서비스를 제공하는 3 계층 장치들로 이루어 지고 있다 [2]. 이것은 이더넷을 2 계층 수준에서 연결하는 브릿지 장치가 데이터 스위칭 방식면에서 볼 때 백본에는 적합치 않은 단순 브로드캐스트 스위치이기 때문이다[3].

즉, IEEE 의 802.1D [4] 혹은 802.1Q [5] 규격에 따른 이더넷 브릿지 장치들은 다수의 장치들이 하나의 스페닝트리 경로를 공유하여 방송 형태로 데이터를 전송 하는데, 이 같은 스페닝트리 경로는 Shortest Path 를 수립하여 패킷을 전송하는 라우터망에 비해 망자원 활용율이 떨어진다. 또한 브릿지망은 라우터망에 비해 매우 빈번한 방송 트래픽을 발생 시키는데, 망의 규모가 커질수록 방송 트래픽으로 인한 부담도 커져서 단말장치들의 성능에 영향을 미친다. 이밖에 이더넷 브릿지 장치는 백본망 운영자가 보안 정책을 설정하거나, 망의 트래픽을 제어하고, 망의 장애를 신속히 판단하여 적절히 통제하는 등의 고도화된 관리 기능을 제공하고 있지 않다. 이러한 단점들로 인해 메트로 이더넷 등의 백본망은 대부분 라우터등 3 계층 장치를 이용하여 구성하며, 다만 이더넷 브릿지 장치들은 단말과 근접한 위치에서 단말장치들의 링크를 집선하기 위한 정도의 단순 역할을 위해 사용되고 있을 뿐이다.

이러한 문제점을 개선 하고자 최근 IETF 에서는 라우터망을 통해 발전시켜온 GMPLS, IS-IS 등의 IP 기술을 이더넷 브릿지에 접목 시킴으로 2 계층 이더넷망과 3 계층 라우터망의 장점을 융합시켜 신 개념의 스위칭 장치 표준을 개발하고자 하는 노력을 기울이고 있다. 이 같은 IETF 의 노력의 하나로 지난 63 차 IETF 파리 회의를 통해 신생 Work Group 으로 활동을 시작한 TRILL 워그룹의 Rbridge (Routing Bridge) [6][7] 관련 표준 개발 노력을 볼 수 있으며, 또 다른 하나로 GMPLS 프로토콜 표준을 개발하고 있던 CCAMP 워그룹에서 추진하고 있는 L2SC (Layer-2 Switch Capable) [8] 표준 개발 움직임을 볼 수 있다. 두 워그룹은 모두 이더넷 브릿지 개념을 확장한다는 면에서 공통점이 있으나, 중심적인 관심사항, 기반 기술 측면에서 상이함을 보인다. 본서에서는 지난 63 차 IETF 회의를 통해 나타난 이 같은 L2/L3 계층 융합화 장치의 표준화 동향에 대해 살펴보고 이들 기술표준의 잠재성, 향후 표준화 방향 등을 논의해 보고자 한다.

II. TRILL 의 Routing Bridge (Rbridge) 기술 표준화 동향

TRILL (TRansparent Interconnection between Lots of Links) 은 IS-IS 라우팅 프로토콜의 개발자로 유명한 라디어 펄먼 (Radia Perlman) 이 실질적으로 주도하고 있는 워그룸으로, 본 63 차 회의를 통해 신생 워그룸으로 활동을 시작 하였다. Rbridge [6][7] 란 이더넷 프레임 스위칭 기능만을 갖는 2 계층 브릿지 장치에 IS-IS 를 변형한 라우팅 프로토콜을 적용 함으로, 기존의 스페닝 트리 프로토콜등 브릿지 프로토콜이 갖는 단점인 확장성, 경로 효율성 등을 개선한 것이다. Rbridge 의 대략적인 동작 구조는 아래와 같다.

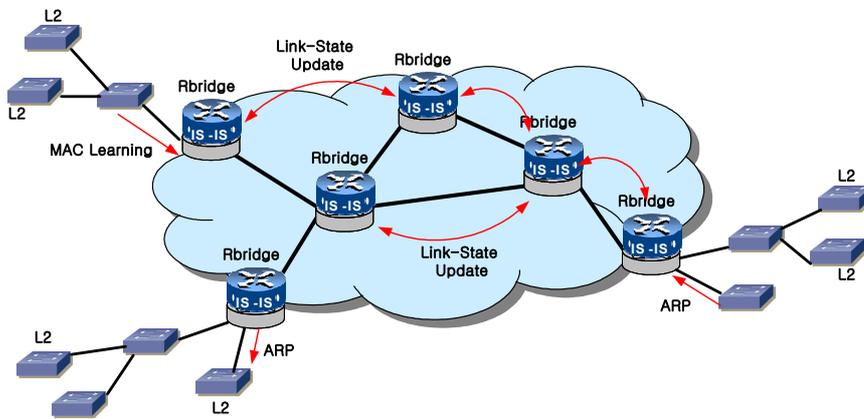


그림 1. Rbridge 망 개요

위 그림 1 은 Rbridge 로 구성된 캠퍼스 백본망의 예를 보여주고 있다. 여기서 캠퍼스 백본망이라 함은 다수의 브릿지들과 라우터들로 구성되는 중급규모 이상의 사설망을 의미하는데, 대규모 기업, 대학, 기관등의 네트워크가 이에 해당된다. 캠퍼스 백본망을 이루는 라우터들의 주요 역할은 VLAN 브릿지로부터 발생한 방송 트래픽이 다른 Subnet 으로 유입되는 것을 막고, 방화벽등 각종 보안 수단을 이용하여 내부망을 보호하면서 IP 패킷 수준의 연결성을 제공하는 것이다. 그런데 고정 IP 를 사용하는 캠퍼스망에서 단말이 소속된 Subnet 을 벗어나 다른 Subnet 에 연결 된다면 단말의 IP 주소 등의 네트워크 설정을 일일이 바꾸어 주어야 한다. 이 같은 사용자들의 불편 외에도 IP 라우터망은 초기에 일일이 IP 설정 및 Subnet 을 구성해야 하는 등의 망구성 작업이 복잡하다. 만일 캠퍼스망

이 모두 2 계층 수준에서 연결되는 하나의 대규모 브릿지망으로만 구성 된다면 이 같은 어려움은 상당부분 해소될 수 있으나 이같이 단일 브릿지로 이루어진 대규모 사설망은 위 1 장에서 설명한 브릿지 장치의 비 효율성으로 인한 부작용 또한 커질 것이다.

Rbridge 는 이와 같은 IP 주소체계의 문제와 대규모 브릿지망의 문제를 동시에 극복하기 위해, 망 장치를 구성하는데 3 계층 IP 정보를 사용하지 않으며 대신 2 계층 MAC 정보만을 이용하여 단말 간에 이더넷 프레임이 전달 될 수 있는 경로를 제공 함으로 IP 주소체계의 문제를 피하고자 한다. 또한 IS-IS 프로토콜을 이용하여 단말간 최단거리 경로를 계산 함으로 브릿지 스페닝 트리의 비효율성을 개선한다.

구체적으로 위 그림 1 의 예 에서 Rbridge 들은 하부의 VLAN 브릿지들로부터 발생하는 단말의 MAC 정보를 학습 (Learning) 하여 이를 IS-IS 프로토콜을 이용하여 다른 Rbridge 들간에 교환한다. IS-IS 라우팅 프로토콜은 노드간 Link 상태에 변화가 생겼을 때 이 정보를 Link-Status Advertisement 패킷에 담아 망의 전체 노드에 방송 한다. 따라서 어떤 Rbridge 가 하부 VLAN 망으로부터 새로운 MAC 정보를 학습 할 때 마다 이를 다른 Rbridge 에게도 방송하여 다른 Rbridge 에서도 이 같은 MAC 정보가 동시에 학습 될 수 있게 한다. 대개 단말이 처음으로 이더넷 프레임을 발생 시킬때나, ARP 를 이용하여 다른 단말의 MAC 정보를 문의할 때 이 같은 이벤트가 발생하게 된다. Rbridge 들은 또한 Rbridge 들간의 링크 정보도 교환하여 이들간을 연결하는 최단 경로를 계산 하여 두므로, 이로서 Rbridge 들은 로컬망 내에 활성화 상태인 모든 단말의 위치와 MAC 정보를 유지 할 뿐만 아니라 이들간에 프레임을 전달하기 위한 최적 경로 정보도 수립 할 수 있게 된다.

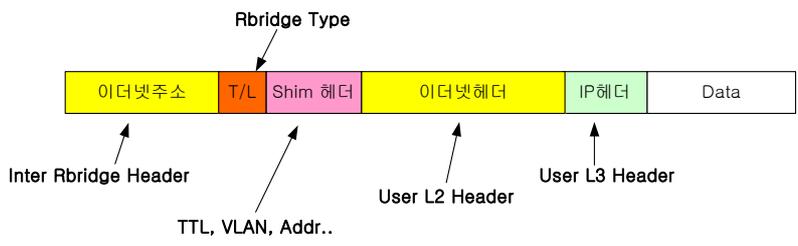


그림 2. Rbridge Frame Format

위 그림 2 는 Rbridge 들이 단말로부터 발생한 이더넷 프레임들을 Encapsulation 하여 다른

Rbridge 에 전달하는데 사용하는 프레임 형식이다. 만일 어떤 Rbridge 에 연결된 근원지 단말 (Source Terminal) 이 다른 Rbridge 에 연결된 목적지 단말 (Destination Terminal) 로 이더넷 프레임을 전달 하고자 한다면, Rbridge 는 먼저 단말로로부터 도착한 프레임의 목적지 MAC 주소를 검사한다. Rbridge 는 IS-IS 에 의해 수립된 경로표를 참조하여 근원지 단말이 연결된 Rbridge 의 정보를 인출하고, 인출된 정보로부터 Rbridge 는 위 그림 2 에서와 같은 Rbridge 헤더 프레임을 만들고 단말의 이더넷 프레임을 Encapsulation 하여 이웃한 Rbridge 에게 전달한다. 위 그림 2 의 프레임 형식에서 가장 외부의 이더넷 헤더는 서로 이웃한 Rbridge 간에 이더넷망을 통해 프레임을 전송하기 위해 사용되며, 외부의 MAC 헤더와 내부의 MAC 헤더 사이에는 Rbridge 들만이 해석할 수 있는 정보를 담은 shim 헤더를 정보를 넣는데, hop-count 수, 최종 목적지 Rbridge 의 주소 정보 등이 기록된다. Rbridge 들은 shim 헤더의 정보를 이용하여 최적 경로를 선택하고 다음 이웃한 Rbridge 에게 Frame 을 전달한다. 이때, 외부의 MAC 헤더와 shim 헤더 정보, 즉 Rbridge 헤더는 매 Rbridge 홉마다 재작성 된다.

위에서 설명한 Rbridge 에 의한 프레임 전송 과정은 백본 라우터가 패킷을 전송하는 과정보다 복잡해 보인다. 이밖에 Rbridge 망의 확장성 문제, ARP 프로토콜의 방송 트래픽이 늘어남으로 인한 부담, 사설망에서 최단거리 프레임 전송이 줄 수 있는 실질적인 효과, 품질보장 능력 부재등 아직까지는 표방된 장점보다 해결해야 문제점들을 더 많이 안고 있다. 그럼에도 불구하고 Rbridge 가 일부 장비 사들의 관심을 끄는 이유는 이것이 캠퍼스망의 라우터 시장을 대체 할 것을 목표로 하기 때문이다. 즉, 이것은 포화 상태에 이른 라우터 시장에서 새로운 틈새 시장을 만들 가능성이 있을 뿐만 아니라, IP 라우터에 비해 가격면에서 저렴 할 수 있을 것이라는 기대감이 있기 때문으로 분석된다. 또한, Rbridge 망은 IP Subnet 구조를 가지지 않으므로 캠퍼스망 내에서의 L2 수준의 이동성을 극대화 하거나 기타 망 설정 작업이 비교적 단순해 질 가능성이 있다. 이러한 이유들로 인해 Rbridge 에 대한 비판의 목소리 만큼 라디아 펄먼이라는 비중있는 인사에 대한 기대감이 크다.

향후 Rbridge 표준은 IEEE 의 802.1ad, 802.1ah 혹은 GMPLS 의 L2SC 스위치등 비슷한 시기에 활동을 시작한 다른 관점의 이더넷 확장 표준들과 비교되면서 경쟁하게 될 것으로 예상 되는데, 이 기술의 실제 실용화 측면 보다는 Rbridge 가 3 계층 IP 라우팅 기술과 2 계층 이더넷 브릿지 기술의 융화를 시도하는 새로운 접근법을 추구하고 있다는 점에서 망 장치 산업계에 기술적 혁신을 촉진하는 계기가 될 수 있을 것으로 기대된다

III. CCAMP 에서의 Ethernet-GMPLS 기술 표준화 동향

3.1 기술적 필요성

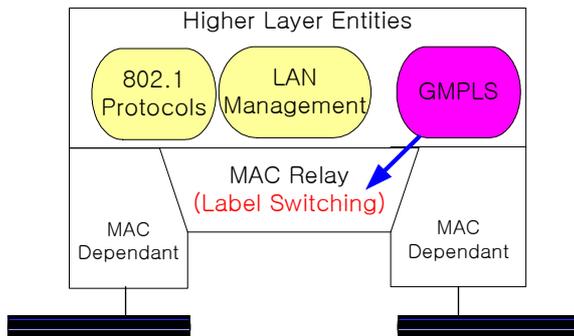
CCAMP 워킹 그룹은 라우터 기반의 IP 망 뿐만 아니라 OXC, SDH, TDM 등의 다양한 이종망간에 GMPLS 레이블 스위칭 기술을 이용하여 상호 연동할 수 있는 공통적인 GMPLS (Generic MPLS) 제어 평면 구조 및 프로토콜 표준을 정의 하는 것을 목표로 하고 있다. GMPLS 의 기본 개념은 IP 패킷 방식이 아닌 광과장분할망, TDM 망 등 이종 전송망의 전송 단위를 일반화된 레이블로 해석하여 RSVP-TE 등의 GMPLS 프로토콜에 의해 전송 트래픽을 제어할 뿐만 아니라, 코어에서 엣지까지 계층적인 GMPLS-LSP 중첩 체계를 구성하여 일관되고 확장성 있는 전송 및 제어 체계를 이루려 하는 것이다. 따라서 GMPLS 에서 대상으로 하는 전송/스위칭 방식은 크게 아래와 같이 5 가지 계층으로 구분하여 볼 수 있다.

- PSC (Packet Switch Capable) : IP, MPLS 등 패킷교환
- L2SC (Layer-2 Switch Capable) : 이더넷, FR, ATM 등 링크계층 전송방식
- TDM (Time Division Multiplexing) : PBX, SDH 등 시분할 교환장치
- LSC (Lambda Switch Capable) : PXC, OXC 등 광교환 장치
- FSC (Fiber Switch Capable) : 광링크 교환장치

위에서 L2SC 란 ATM, Frame Relay 등 2 계층 전송망을 말하는데, 이러한 망에서는 VPI/VCI 혹은 DLCI 등 전송망 고유의 프레임 단위 식별자를 GMPLS 레이블로 해석하여 트래픽 플로우를 제어한다. 그동안 MPLS 및 GMPLS 워킹 그룹 에서는 상기 5 종의 스위칭/인터페이스 분야에 대한 Common Control Layer 규격을 발전시켜 왔었으나 이더넷 계층에 대해서는 상대적으로 표준화 작업이 미미하였다. 그러나 최근 이더넷 스위치가 백본급 스위칭 용량에 해당하는 10G 급 이상의 속도로 대형화, 고속화 하면서 동아시아 지역을 중심으로한 이더넷 시장이 급성장 할 뿐만 아니라, 이더넷 LAN 서비스 범위가 메트로 및 WAN 의 영역으로까지 광역화 하면서 IP 라우터망을 대체하는 광역 서비스망 수단으로 새롭게 부상하자 이더넷 장비 시장에 대한 새로운 전달망 표준화 필요성이 CCAMP 워킹 그룹 내에서 대두되게 되었다.

3.2 Ethernet-GMPLS 기술 개요

Ethernet-GMPLS 란 코어망에서 발전해온 GMPLS 제어구조를 이더넷 브릿지에 적용하여, IP 트래픽을 수용한 이더넷 프레임 포워딩 경로를 제어하고자 하는 표준이다. 이는 마치 Rbridge 가 이더넷 브릿지 구조에 IS-IS 프로토콜을 적용하려는 것과 개념적으로 유사하나, 다만 Rbridge 는 새로운 프레임 형식 및 하드웨어를 정의하는 반면, Ethernet-GMPLS 는 IEEE 의 802.1D/Q 브릿지 하드웨어 구조를 그대로 이용하되, 상위 제어 블록에 802.1 계열의 브릿지 프로토콜 대신 IP 라우팅 및 GMPLS 신호 프로토콜을 적용한다. 그 결과 이더넷의 확장성, 안정성을 개선 시키고, 트래픽 제어 능력 등 코어망의 요구에 적합한 기능을 제공 함으로 궁극적으로 경제적인 이더넷 브릿지를 이용하여 MPLS 코어 라우터를 대체 할 수 있도록 한다. 뿐만 아니라 로컬 및 액세스망 분야에서는 RSVP-TE 신호 프로토콜을 이용하여 이더넷 위에서 VoIP 등 연결 기반의 응용 서비스에 적합한 품질보장 경로를 제공 해 줄 수 있게 된다.



GMPLS Bridge Architecture

그림 3. GMPLS Implementation over Ethernet 개념

위 그림 3 은 이더넷 브릿지 하드웨어 위에 GMPLS 제어 프로토콜을 적용한 구조를 도시하고 있다. 그림 3 에서 제어 계층의 GMPLS 블록을 제외 한다면 IEEE 의 802.1D 에서 정의하는 브릿지 구조와 동일하다. 802.1D 브릿지의 제어 계층은 GARP 등의 브릿지 프로토콜과 Managenet Control 에 의해 하부 MAC Relay 부분의 Filtering Database 등을 제어한다. 브릿지는 Filtering Database 의 정보를 참조하여 이더넷 프레임의 포워딩 경로를 결정하는데, 이 정보는 대개 수신한 프레임의

Source MAC 주소를 학습 (Learning) 함으로 동적으로 작성 되거나, Operator 에 의해 직접 Static Entry 형태로 기록된다.

상기 브릿지 구조에 GMPLS 기술을 적용할 경우, 제어계층의 GMPLS 프로토콜 엔터티는 이웃한 GMPLS 장치들과 RSVP-TE 등을 이용하여 IP 에 의해 제어 받아야할 이더넷 프레임 정보를 주고 받는다. GMPLS 엔터티는 수집된 정보를 바탕으로 최적 경로를 계산하고, 수립된 프레임 전송 경로를 Filtering Database 에 기록 한다. 이와 같이 GMPLS 에 의해 Filtering Database 에 작성된 프레임 전송 경로를 L2-LSP (Layer-2 Label Switched Path) 라 한다. 아래 그림 4 는 GMPLS 가 적용된 브릿지를 이용하여 로컬망 혹은 백본망을 구성한 예를 도시하고 있다.

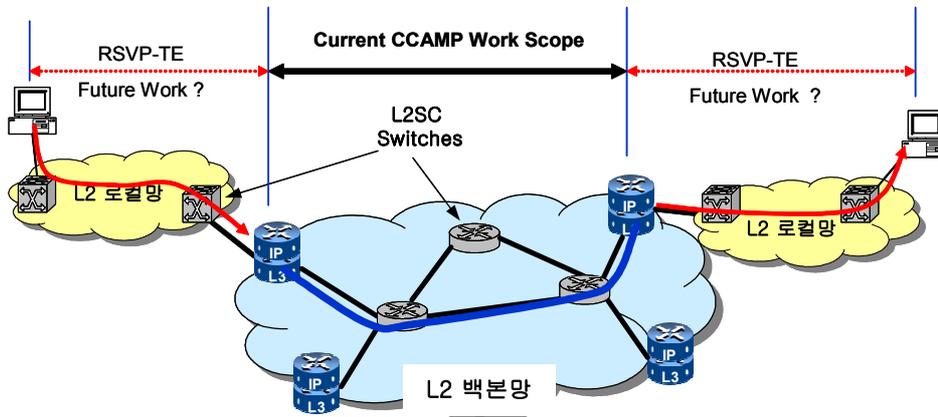


그림 4 GMPLS 브릿지를 이용한 백본 및 로컬망

위 그림 4 의 백본망 부분에서 GMPLS 브릿지 (즉, L2SC Switch) 들은 백본망의 내부를 이루는 코어 라우터의 역할을 대신하고 있다. 백본망의 Ingress 엣지 라우터들은 외부망으로부터 유입되는 트래픽을 Egress 엣지 라우터까지 전달 할 수 있는 이더넷 프레임에 Encapsulation 한후 백본망 내부의 GMPLS 브릿지들에게 전달한다. 백본망 내부의 GMPLS 브릿지들은 GMPLS 제어 프로토콜에 의해 미리 설정된 이더넷 전송 경로를 따라 프레임을 전송한다. Egress 엣지 라우터 에서는 L2 백본망을 통과해온 이더넷 프레임을 Decapsulation 하여 목적지 외부망으로 전달한다.

위 그림 4 에서 설명한 백본망에서의 이더넷 프레임 전송 경로만을 보았을 때 L2-LSP 는 Rbridge 와 같이 최단거리 경로를 통해 프레임을 전송하는 특징이 있다. 그러나 Rbridge 가 단말의 MAC 정보를 모두 수용 하고 있어야 하므로 확장성에 제한이 있으며 캠퍼스급 규모 이하의 망에서만 적용 할 수 있는 반면, Ethernet-GMPLS 는 이 같은 확장성 제한 없이 대규모급 백본망에 적용 가능하다. 뿐만 아니라 Rbridge 가 새로운 프레임형식, 하드웨어 구조를 정의하고 있어서 사실상 신종 장비 개발을 필요로 하는 반면, Ethernet-GMPLS 는 이론적으로는 기존의 이더넷 프레임 형식 및 브릿지 하드웨어를 거의 수정 없이 사용하되, 다만 상위 제어 소프트웨어만을 변경하여 코어 스위칭 장치로 사용 하는 것을 목표로 하고 있어서 보다 경제적이고 실용적이다. 이밖에 Ethernet-GMPLS 표준 개발은 여러 해 동안 축적 되어온 GMPLS 프로토콜 개발 경험을 바탕으로 하고 있어서 L2-LSP 의 보호/복구, 품질보장, 자원제어 및 Policy 구현 등 다양한 브릿지 백본 제어 기능을 개발 하기가 상대적으로 용이하다.

3.3 주요 이슈 및 향후 표준화 방향

Ethernet-GMPLS 기술 표준은 아직까지 기본 구조와 원칙적인 방향만 수립 되었을뿐, 구체적으로 이더넷 프레임 위에 GMPLS 레이블을 Encoding 하는 방법, L2-LSP 의 엣지 인터페이스 방법, 멀티캐스트 지원 방안 등 구체적인 구현 방안은 논의 중에 있다.

예를들어 레이블 인코딩 방식에 있어 ATM-MPLS [9] 가 VPI/VCI 를 레이블로 이용 하듯이 이더넷 망에서는, 이더넷 프레임이 VLAN Tag 을 포함 하고 있을 경우, VLAN ID 와 Destination MAC Address 중 하나, 혹은 모두를 참조하여 프레임 포워딩 경로를 결정 할 수 있다. 만일 VLAN Tag 을 GMPLS 레이블로 이용할 경우, GMPLS 브릿지들은 GVRP 를 대신하여 이웃한 노드와 VLAN 정보를 주고 받으면서 VLAN 경로를 설정 하게 된다. 이는 어찌 보면 IEEE 의 802.1Q VLAN 규격과 가장 호환적인 방법이라고 볼 수 있으나, 이 방법은 근본적으로 VLAN 이 최대 4094 개 이상을 정의할 수 없는 한계로 인해 대규모 백본망에는 적용 하기 어렵다.

반면 한국에서 제안하고 있는 48bit 의 MAC 주소 영역을 이용하는 방법은 단말들이 사용하지 않는 MAC 주소의 일정 영역을 GMPLS 브릿지들이 동적으로 사용 할 수 있는 레이블 공간으로 사용 한다. 즉, IEEE 의 LAN 주소 규격에 따르면 48bit 의 MAC 주소 영역 가운데 상위 24bit (3byte) 의

OUI (Organization Unique Identification) 번호는 각 제조업체마다 고유의 번호로서 할당하고, 각 제조업체들은 하위 24bit 를 이용하여 단말의 고유 MAC 주소를 임의로 할당 하는데, 이러한 주소 체계를 이용하여 GMPLS 에서는 GMPLS 프로토콜을 식별 할 수 있는 고유 OUI 번호를 고정 할당하고 나머지 하위 24bit (3byte) 의 영역을 이용하여 각 브릿지들이 레이블로서 자유로이 사용 할 수 있도록 한다. 이 방법에 의하면 GMPLS 브릿지들은 총 1 천6 백만개 이상의 L2-LSP 를 식별 할 수 있어서 확장성이 좋을 뿐만 아니라, 일반 단말의 MAC 주소와 GMPLS 레이블은 외형적으로 동일 하므로 브릿지의 이더넷 프레임 포워딩 구조를 최대한 이용 할 수 있는 장점이 있다. 따라서 GMPLS 브릿지는 이웃한 노드와 RSVP-TE 등을 이용하여 MAC 주소 형태의 레이블 정보를 교환하고, 이렇게 설정된 L2-LSP 정보를 Filtering Database 에 Static Entry 형태로 설정하게 된다. 데이터 포워딩 하드웨어는 일반 MAC 주소와 GMPLS 레이블을 구분없이 Filtering Database 의 정보에 따라 프레임 포워딩 하지만, GMPLS 레이블의 프레임들은 상위 제어 블록이 설정한 최적경로 혹은 품질보장 경로를 통해 전송된다.

이들 제안된 이더넷 레이블 규격중 어느 방법이 최종적으로 선택 되어질 것인가의 문제는 두 방법에 기초한 서비스 제공 방안의 우수성, 기타 응용에의 확장성 및 업계의 지지도 등에 따라 결정 되어질 것이므로 이에 관한 국내의 지속적인 관련 기술 개발과 표준화 노력이 요구된다.

또 다른 이슈로, 그간 백본망 영역에 대해서만 집중적으로 고려되고 있던 GMPLS 규격을 확장하여 액세스망 및 사설망 영역으로 확대 적용하는 방안이 논의되고 있다. 이는 현재 이더넷 장치가 백본망 보다는 사설망 및 액세스망에 집중적으로 사용되고 있으므로 이들 망의 품질보장 능력, 서비스 인증, 및 보안 등을 GMPLS 프로토콜을 이용하여 향상 시키고자 하는 시도 이다. 예를들어 VDSL, EPON, 아파트 LAN 등의 가입자망은 저가형 이더넷망으로 구성되어 있어서 IP-TV, Video-Phone 등 통신 품질에 예민한 서비스를 제공하기에 적합치 못하다. 이러한 이더넷 기반 가입자망에 GMPLS 제어 구조를 도입할 경우, RSVP 등의 명시적인 신호 프로토콜을 이용하여 서비스별 인증 및 품질보장, 자원할당 정책 등을 적용 할 수 있어서 액세스망을 고도화 시킬 수 있게 된다. 이밖에 단말과 단말간에 L2-LSP 를 동적으로 수립 함으로 Connectionless 프레임 전송 특성만을 가진 이더넷에 연결형 서비스 패러다임을 새로이 도입 하여 이를 기반한 신기술, 신종 서비스 개발을 용이하게 해 줄것으로 기대된다.

IV. 결론

이제까지 IETF 에서 진행중인 이더넷에 기반한 L2/L3 융합화 장치의 표준화 동향을 살펴 보았다. IP 제어 계층과 이중 하부 전송 장치를 융화 시키는 MPLS 혹은 GMPLS 기술의 발전은 전통적인 통신 Layer 개념의 붕괴를 촉진할 뿐만 아니라 음성과 데이터, 유선과 무선망이 Convergence 되는 새로운 통신 패러다임을 촉진하는 근간이 되고 있다. 특히 Connectionless 프레임 전송을 본질로 하는 이더넷에 동적 LSP 수립에 의한 연결형 서비스 특징을 부여하는 Ethernet-GMPLS 기술은 Besteffort 서비스에서부터 실시간 보장형 서비스에 이르기 까지 다양한 상위 응용 서비스 요구를 만족시키는 상이한 통신 특징을 모두 제공해 줄 수 있어서 융합 기술이 지향하고 있는 신 개념의 편재형 통신 시대의 지평을 여는 계기가 되어 줄 것으로 기대된다.

이미 포화 상태에 이른 IP 라우터 시장에서 이 같은 저가형 단순 구조를 무기로 하는 Rbridge 혹은 GMPLS 브릿지등의 계층 융합화 장치들이 가져올 수 있는 미래 장비시장에서의 잠재력은 과소평가 될 수 없다. 특히 통신 인프라의 진화 속도가 비교적 빠르고 이더넷 기반의 망 서비스 구조가 잘 발달된 아시아 시장에서 이 같은 이더넷 중심의 신 기술 개발 움직임이 시너지를 가져올 수 있다면 경우에 따라 멀지 않은 미래에 세계 통신 지배 구도를 재편하는 지각 변동을 가져 올 수 있는 계기가 될 수도 있을 것으로 기대해 본다.

다행한 것은 이 같은 새로운 통신 기술 표준화의 중심에 작지만 몇몇 우리나라의 선각적인 노력이 있으므로, 이를 계기 삼아 우리나라도 이 같은 변화의 흐름에 각성의 눈을 뜨고 우리 고유의 독자적인 노력으로 관련된 핵심 기술들을 개발, 확보하여 미래 시장 변화의 주도권을 확보하는 노력을 기울여야 할 것이다.

<참 고 문 헌>

- [1] Amy Harris, "Worldwide Metro Ethernet Internet Access Services Forecast", Doc #29415, IDC Research, <http://www.idc.com>, May 2003 Study
- [2] Girish Chiruvolu, An Ge, David Elie-Dit Cosaque, Maher Ali, Jessy Rouyer, "Issues and Approaches on Extending Ethernet Beyond LANs", IEEE Communications Magazine, p80~86, Mar. 2004
- [3] Lothar Zier, Wolfgang Fischer, Frank Brockners, "Ethernet-Based Public Communication Services: Challenge and Opportunity", IEEE Communications Magazine, p88~95, Mar. 2004
- [4] IEEE, "Media Access Control (MAC) Bridges", 802.1D, ANSI/IEEE Standard Document, 1998
- [5] IEEE, "Virtual Bridged Local Area Networks", 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan networks, 7th May 2003
- [6] Perlman, Radia, "Rbridges: Transparent Routing," Proc. Infocom 2004, Mar. 2004
- [7] R. Perlman, J. Touch, A. Yegin, "Rbridges: Transparent Routing", IETF, Work in Progress, <http://www.postel.org/rbridge>, 2005
- [8] D. Papadimitriou, Jaihyung Cho, "A Framework for Generalized MPLS (GMPLS) Ethernet", IETF draft, draft-papadimitriou-ccamp-gmpls-ethernet-framework-00.txt, Jan. 2005
- [9] B. Davie, et. al., "MPLS using LDP and ATM VC Switching", RFC 3035, IETF standard recommendations, Jan. 2001