

연구망에서의 캐리어 이더넷 서비스

작성자: 김민아, 공정욱, 홍원택

연구망개발팀, 고성능연구망사업단, 한국과학기술정보연구원
{petimina, kju, wthong}@kisti.re.kr

최종수정일: 2007년 11월 20일

Abstract

최근 이더넷 기술은 더 이상 LAN 에서의 네트워크 프로토콜이 아닌 MAN, WAN을 대체하는 지배적 프로토콜로 떠오르고 있다. 캐리어 이더넷은 이더넷이 MAN, WAN 서비스의 일부를 대체 하는 의미일 뿐 아니라, WAN의 전송 서비스까지 모두 이더넷으로 대체 하고자 하는 기술이다. 본 문서에서는 이러한 캐리어 이더넷에 대한 Metro Ethernet Forum의 기술적 정의를 알아보고, 이러한 기술을 주요 장비 업체들이 어떻게 지원하는 지 정리하며, 향후 연구망에 캐리어 이더넷을 도입하기 위해 고려해야 할 사항들과 이를 통한 연구망 서비스에 대해 살펴본다.

Topics

1. 서론
2. 캐리어 이더넷 기술
3. 주요 벤더들의 캐리어 이더넷 기술 지원 현황
4. 연구망과 캐리어 이더넷 서비스
5. 결론
6. 참고문헌

1. 서론

이더넷 기술은 최근 10년도 채 안 되는 기간 동안 10Mbps에서 10Gbps까지 전송용량을 증가시키면서 무서운 속도로 진화해 왔다. 이에 비해 전통적인 WAN 서비스들은 SONET 과 DWDM의 확산에도 불구하고 대역폭과 유연함에 있어 여전히 제한적이다.

전통적인 WAN 전달 서비스는 1계층의 TDM에 근간한 point-to-point 의 leased line 서비스로 QoS와 신뢰성, 보안에 있어 탁월하였으나 액세스 속도가 DS0, DS1/T1/E1이나 DS3/E3등으로 고정적이어서, 용량 초과 시 증설비용과 고객의 새로운 요구에 대한 유연성에 있어 많은 부담이 있었다. 이러한 이유로 2계층과 3계층에서 WAN 전달 서비스를 제공하기 위한 시도들이 있어 왔다.

전통적인 2계층 WAN 전달 서비스로는 ATM 과 FR이 있다. resiliency, security, QoS 그리고 속도에 효율적인 조합을 가졌음에도 ATM은 WAN 시장을 지배하지 못했다. ATM은 모든 종류의 서비스를 위한 end-to-end QoS를 제공하도록 설계되었지만, 서비스 제공자들과 그들의 고객은 FR 을 선호한다. ATM 복잡하고 비싼 비용을 요구하며, 특히 multi-point 와 동적인 연결에 있어 scalability 가 떨어진다. 그러나, 고정된 셀 크기와 더 효율적인 스위칭 기술로 FR 보다는 더 빠른 속도를 보장한다. ATM port 가 OC-192까지 도달한데 반해 FR 은 일반적으로 E1/T1 속도로 제한적이다[7].

이러한 전통적 2계층 WAN 전달 서비스에 대한 문제의 해결책으로 망 서비스 제공자들과 캐리어들이 DWDM 와 SONET의 대역폭을 십분 활용할 수 있는 MPLS 코어망상에서의 이더넷 WAN 액세스 기술과 pure Ethernet WAN transport 기술들이 등장한다. 알카텔-루슨트는 이더넷 WAN 액세스 솔루션을 만드는데 있어 실질적으로 핵심적인 역할을 해 왔던 MPLS를 1.5 layer에서 구현하는 T-MPLS 를 제안하였으며, 노텔은 pure Ethernet WAN transport를 지향하는 Provider Bridge Transport 를 내세웠다. 이러한 기술들은 장비 업체들의 표준화 활동과 기술을 탑재한 장비의 출시로 가시화되고 있으며, 이를 도입한 BT 등 사업자들의 행보는 주목할 만하다.

본 문서에서는 WAN 전송 서비스 부분의 이러한 변화를 반영하는 Metro Ethernet Forum의 캐리어 이더넷 서비스 특징을 알아본다. 또한, 이러한 서비스를 구현하기 위해 실제 벤더들이 개발하고 있는 혹은 개발 완료된 기술들과 이러한 기술이 적용된 망의 케이스를 살펴봄으로써, 연구망에서 캐리어 이더넷 서비스의 적용 가능성과 적용 시 활용 가능한 서비스에 대해 정의해 본다.

2. 캐리어 이더넷 기술

캐리어 이더넷 서비스는 Metro Ethernet Forum(이하 MEF)에 의해 정의 되었다. MEF 는 캐리어 이더넷 시장을 확산하고자 하는 35개의 업체들이 모여 결성된 포럼으로 4년의 짧은 역사지만, 2년 전 메이저급 통신 사업자들이 가세와 엔드 유저들의 대역폭 요구가 확대되면서 캐리어 이더넷과 함께 급속히 성장하였다. MEF의 설립 초기 회원사들은 대부분 장비 공급업체들로 이더넷 기술의 시장 가치에 대해 기대를 가지고 있었지만 캐리어 관점에서 LAN 환경을 구현할 때 이더넷에 몇 가지 필요한 요구사항들이 부족하다는 데 주목하였다. 이러한 관점에서 MEF는 캐리어 이더넷 서비스를 정의하고, 캐리어 이더넷 서비스에 대한 Implementation Agreement 를 만들어 벤더들에게 캐리어 이더넷 서비스인증에 대한 기준을 제시하고 있으며 이에 대한 인증 프로그램을 운영하고 있다. 본 절에서는 MEF

에서 정의하고 있는 캐리어 이더넷 기술에 대해 알아본다.

2.1 캐리어 이더넷

이더넷은 짧은 거리의 고 대역폭 네트워킹에 사용되어져 왔다. 최근 이더넷 기술은 장거리 기술들과 동일한 범위의 영역에 서비스 할 수 있을 만큼 성장하였고, 쉽게 기가비트까지 확장 가능하다. 그러나, 캐리어 이더넷 서비스는 이것으로 충분하지 않다. 기존의 FR이나 ATM 과 유사한 수준의 보장된 서비스, 좀 더 강화된 신뢰성과 복잡한 관리 기술, 보다 진보된 유지/보수 기능 등이 요구된다.

Metro Ethernet Forum의 정의에 따르면, 이더넷을 근간으로 하는 랜 서비스와 캐리어 급의 이더넷 서비스를 구분하는 것은 다음의 다섯 가지 요소이다.

1. Standardized Services
2. Scalability
3. Reliability
4. QoS
5. Service Management

즉, 캐리어 이더넷은 E-LINE, E-LAN, Ethernet virtual private line, Ethernet virtual private LAN 과 같은 표준화된 서비스로 다양한 비즈니스 영역을 위한 네트워크 서비스를 액세스나 메트로 망에서부터 국가적 혹은 국제적인 망까지 확대할 수 있는 물리적 인프라 스트럭처이며, 사용자에게 영향을 끼치지 않고, 50ms 내에 오류를 감지하고 복구할 수 있다. 또한, end-to-end 까지 다양한 SLA를 통한 QoS를 제공해야 하며, 표준으로 구현된 모니터링, 진단, 관리를 포함하는 캐리어 급의 OAM으로 빠른 프로비저닝을 제공할 수 있어야 한다. Figure 1은 기존의 이더넷과 캐리어 이더넷의 차이점을 보여준다.

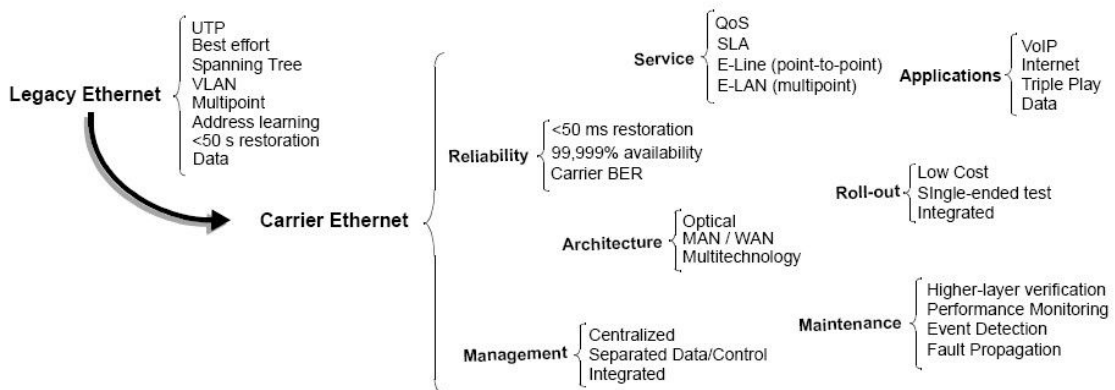


Figure 1. Legacy Ethernet and Carrier Ethernet

MEF에서는 이러한 캐리어 이더넷 서비스의 타입을 정의하고, 정의된 서비스 타입에 필요

한 속성과 인자들을 정의한다.

2.2 캐리어 이더넷 서비스 모델

Figure 2는 MEF에서 정의하는 이더넷 서비스의 기본 모델을 보여준다. 이더넷 서비스는 Metro Ethernet Network(이하 MEN)에 의해 제공된다. Customer Edge 는 UNI에서 이더넷 인터페이스를 통해 MEN에 연결된다.

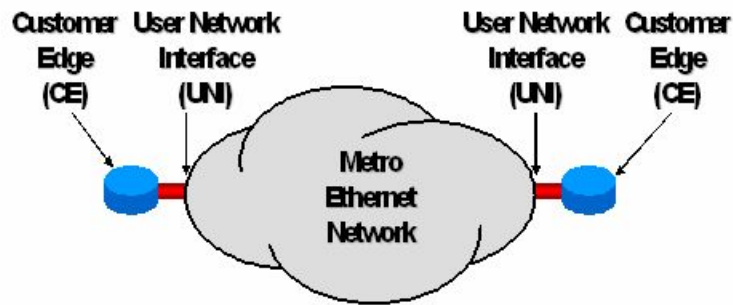


Figure 2. Carrier Ethernet Service Model

이러한 MEN에서 제공 될 수 있는 서비스 타입을 결정하는 핵심에 Ethernet Virtual Connection 이 있다. MEF는 connection-less 기술의 한계를 극복하기 위해 Ethernet Virtual Connection (이하 EVC) 의 개념을 정의하였다. MEF의 정의에 따르면, EVC는 “둘 혹은 그 이상의 UNI들의 관계” 이다. EVC는 크게 다음의 두 가지 기능을 수행함으로써, Service Connectivity를 정의한다.

- 둘 혹은 그 이상의 가입자 사이트들 사이에 이더넷 프레임 전송할 수 있도록 연결한다.
- 동일한 EVC가 아닌 가입자 사이트들 사이에 데이터 전송을 막음으로써, 데이터의 프라이버시와 보안 측면에서 ATM과 FR의 PVC 와 유사한 기능을 수행한다.

EVC는 연결된 UNI의 수에 따라 다음의 두 가지 형태를 갖는다. Point-to-Point EVC는 두 개의 UNI를 하나의 EVC 로 연결한다. Multipoint-to-Multipoint EVC는 둘 이상의 UNI 들을 하나의 EVC 로 연결한다.

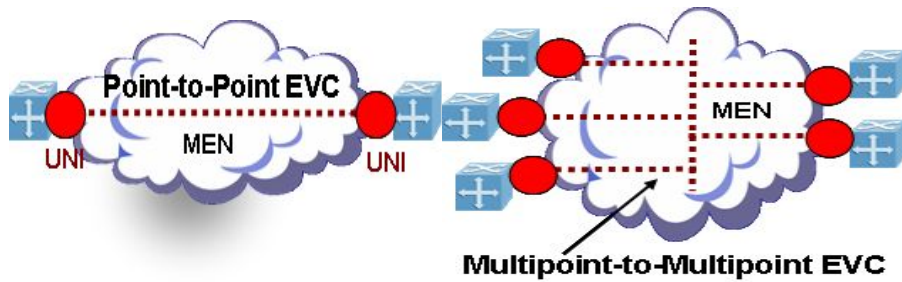


Figure 3. Point-to-Point EVC and Multipoint-to-Multipoint EVC

이러한 EVC 개념에 근거하여 MEF 는 두 가지의 이더넷 서비스 E-LINE 과 E-LAN 서비스를 정의하였다.

2.3 E-LINE, E-LAN 서비스

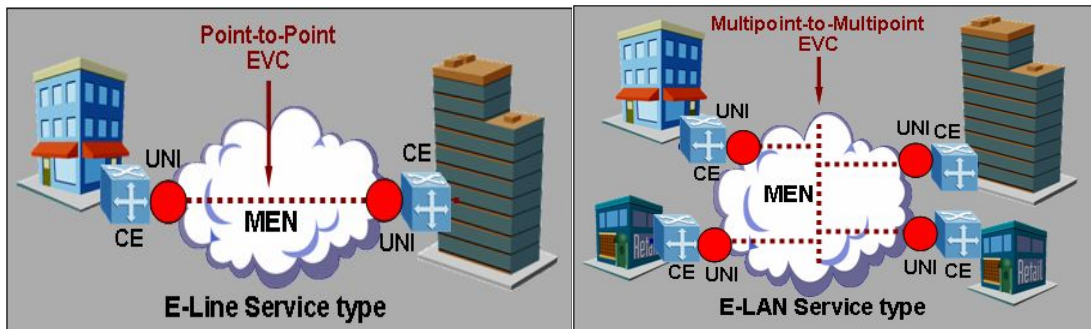


Figure 4. E-Line Service and E-LAN Service

E-LINE 서비스는 Point-to-Point EVC를 제공한다. 하나의 물리적 포트인 UNI에 여러 개의 Point-to-Point EVC 가 만들어 질 수도 있다. 이러한 경우 E-LINE은 서비스 다중화를 지원하며, 이러한 E-LINE을 E-VPLINE(Ethernet Virtual Private Line)이라 부른다. 이 때 EVC 상호간의 bandwidth 보장을 위해 EVC 별 CIR(Committed Information Rate), CBS(Committed Burst Size), EIR(Excess Information Rate)과 관련된 EBS(Excess Burst Size), delay, jitter, loss 등을 정의할 수 있다. 즉, E-LINE 서비스는 FR이나 전용선과 같은 서비스를 제공할 수 있다.

E-LAN 서비스는 Multipoint-to-Multipoint EVC를 제공한다. E-LAN도 하나의 물리적 포트인 UNI에 여러 개의 Point-to-Point EVC나 Multipoint-to-Multipoint EVC를 가질 수 있다. 이러한 경우 E-LAN은 서비스 다중화를 지원하며, 이러한 E-LAN을 E-VPLAN이라 한다. E-LINE 과 마찬가지로 이 때, E-LAN 은 EVC 별 CIR(Committed Information Rate), CBS(Committed Burst Size), EIR(Excess Information Rate)과 관련된 EBS(Excess Burst Size), delay, jitter, loss 등을 정의할 수 있다. 가입자 입장에서 E-LAN 서비스는 MEN 을 하나의 LAN처럼 보이게 한다.

2.4 이더넷 서비스 특성

E-LINE, E-LAN 서비스는 실제로 하나의 포괄적인 구분에 불과하다. 하나의 특정한 이더넷 서비스를 완전히 기술하기 위해서는 서비스 제공자는 서비스 타입 뿐 아니라 그 서비스 타입에 관련된 UNI와 EVC 서비스 특성들을 정의해야 한다. 이러한 서비스 특성들은 다음의 몇 가지로 요약할 수 있다.

- 이더넷 물리 인터페이스
- 트래픽 패러미터
- 성능 패러미터
- 클래스 오브 서비스
- 서비스 프레임 전송
- VLAN 태그 지원
- 번들링
- 보안 필터

이더넷 물리 인터페이스는 물리적인 매개 수단이 무엇인지(10BaseT, 1000BaseSX 등), 인터페이스의 속도는 얼마인지(10Mbps, 100Mbps, 10Gbps등), 혹은 인터페이스가 full duplex인지 half duplex 인지를 말한다.

트래픽 패러미터는 Bandwidth Profile로 명세할 수 있다. Bandwidth Profile은 UNI 별, EVC 별, CoSIdentifier 별로 정의할 수 있어야 하며, CIR, CBS, EIR, EBS 등을 포함한다.

성능 패러미터는 망 사용자가 직접 체감하는 서비스 품질에 영향을 끼치는 특성으로 Availability, Frame Delay, Frame Jitter, Frame Loss 등으로 구성된다.

메트로 이더넷 서비스가 제공하는 클래스 오브 서비스는 물리적인 포트, CE-VLAN, DiffServ/IP ToS 와 같은 다양한 서비스의 클래스를 지원해야 한다.

서비스 프레임 전송은 유니 캐스트, 멀티 캐스트, 브로드 캐스트, 2계층 프로토콜 처리 등을 포함한다.

VLAN 태그는 EVC 를 구분하는 중요한 요소이다. 따라서 이더넷 서비스는 VLAN에 대한 서비스를 지원해야 한다. 기본적인 802.1q 외에도 scalability를 위한 Q-in-Q, MAC-in-MAC 을 지원하는 802.1ad, 802.1ah 에 대한 지원 여부도 포함한다. 이러한 VLAN ID 와 VLAN ID별 CoS 는 특별한 경우를 제외하고 CE에서 들어온 프레임에 존재하는 그대로 목적지의 CE 에게 전달되어야 한다.

서비스 멀티 플렉싱은 하나의 UNI에 여러 개의 EVC 가 존재할 때 필요하다. 하나의 회선에 여러개의 EVC 를 허락함으로써, 추가적인 회선, 전력, 공간의 비용을 최소화 할 수 있다. E-VPLINE, E-VPLAN 서비스를 위해 사용된다.

번들링은 둘 이상의 가입자 측에서 부여한 VLAN ID인 CE-VLAN ID를 특정 UNI에 존재하는 하나의 EVC에 매핑할 때 발생한다. 아주 특별한 경우에는 모든 CE-VLAN ID를 하나의 EVC에 매핑할 수도 있다.

보안 필터는 서비스 공급자가 특정 UNI에 접근할 수 있는 MAC 주소를 리스트 함으로써 허락되지 않은 MAC에서 오는 트래픽을 거부할 수 있도록 한다.

MEF는 이러한 특성들을 EVC 나 UNI 에 부여함으로써 장비 벤더들이 하나의 이더넷 서비스를 명확히 기술할 수 있는 표준 규격을 제공한다.

2.5 OAM

캐리어 망에서는 SONET, ATM 등과 같은 다양한 계층의 전송 프로토콜이 존재할 수 있기 때문에 이들을 모두 지원하기 위해서는 망의 모든 계층에서 관리 기능을 제공해야 한다. 그러나, 전통적인 LAN 중심의 이더넷에서는 관리 기능이 없기 때문에 이더넷 OAM 에는 다양한 관리 기능이 추가로 구현되어야 한다.

Provisioning 을 제외한 이더넷 서비스 OAM을 위한 MEF 의 요구사항은 크게 다음과 같다.

- Fault Management (detection, verification, localization, notification)
- Performance Monitoring
- Auto-Discovery (discovering service aware NE within provider networks)
- Intra-provider and inter-provider Service OAM

MEF 에서는 MEN Layer Network Model 을 Figure 5와 같이 세 가지 계층, Application Layer(App Layer), Ethernet Service Layer (ETH Layer), Transport Services Layer(Trans Layer) 로 정의하고 각각에 대한 OAM의 기능을 정의하고 있다.

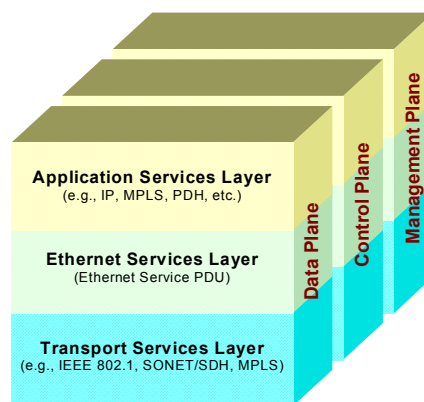


Figure 5. MEN Layer Network Model

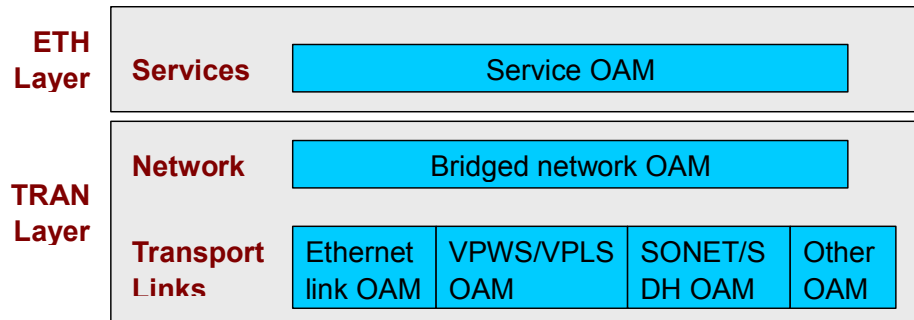


Figure 6. Relationship across different OAM Components

IEEE에서는 Trans Layer를 ETY 계층이라 정의하며 OAM은 IEEE 802.3ah로 표준이 개발되어 있고, ETH 계층 OAM은 IEEE 802.1ag 및 ITU-T SG13, MEF 등에서 프로토콜 정의 작업이 진행되고 있다[2].

Table1은 이더넷 표준과 관련된 표준화 기구에서 정한 이더넷 OAM의 기능을 보여 준다.

주요기능	OAM 프레임 종류
Continuity Check	CCM
Loopback	LBM-LBR
Link Trace	LTM-LTR
Alarm Indication Signal	AIS
Remote Defect Indication	CCM
Lock Signal	LCK
Test Signal	TST
Automatic Protection Switching	APS
Maintenance Communication Ch.	MCC
Experimental OAM	EXM-EXR
Vendor Specific OAM	VSM-VSR
프레임 손실 측정	CCM, LMM-LMR, IDM, DMM-DMR
Throughput Measurement	LBM-LBR or TST

Table 1. Ethernet OAM Main Functions and Frames

2.6 E-LMI

이더넷의 보급 초창기에 이더넷이 인기 있었던 이유는 이더넷을 라우터에 설치하기만 하면 자동적으로 서비스가 동작하고 복잡한 세팅 작업이 필요 없다는 것이었다. 그러나 통합 환경에 대한 망의 필요성이 대두되면서 네트워크 세팅은 점점 복잡해질 수밖에 없었다.

E-LMI (Ethernet Link Manage Interface)는 이러한 네트워크 세팅 작업에 대한 부담을 덜어주는 자동 환경구성 기능을 지원한다. E-LMI 의 프로토콜과 프로시저는 CE의 auto-configuration 을 허락한다. 또한 EVC 가 추가되고 삭제될 때 마다 이를 보고해 줌으로써 EVC의 상태를 알려준다.

E-LMI의 framing 메카니즘은 IEEE 802.3 untagged MAC-frame format을 바탕으로 UNI-C와 UNI-N 사이에 메시지 교환의 형태로 이루어진다. 또한 EVC의 상태는 Point-to-Point일 경우 "new", "active", "inactive" 의 세 가지가 존재하며, Mutipoint-to-Multipoint 일 경우 "partially active"가 추가된다.

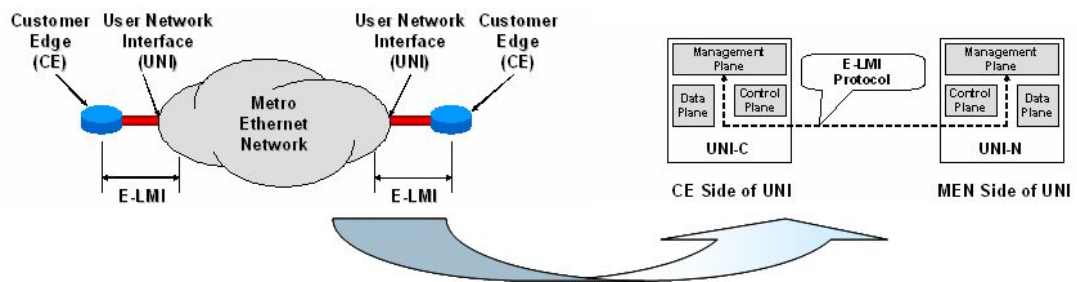


Figure 7. E-LMI

E-LMI 서비스 속성과 인자들은 자동 환경 설정을 가능하게 하기 위해 MEN 에 의해 제공 되는 서비스 속성의 집합이다. 다음은 E-LMI의 STATUS와 STATUS ENQUIRY 메시지를 통해 전달될 수 있는 E-LMI 메시지의 속성들이다.

- Protocol Version
- Message Type
- Report Type Information Element
- Sequence Numbers Information Element
- CE-VLAN ID/EVC Map Information Element
- UNI Status Information Element
- EVC Status Information Element
- Data Instance (DI) Information Element
- Bandwidth Profile Sub-information Element
- EVC Map Entry Sub-information Element
- UNI Identifier Sub-information Element
- EVC Identifier Sub-information Element
- EVC Parameters Sub-information Element

3. 주요 벤더들의 캐리어 이더넷 기술 지원 현황

캐리어 이더넷은 업계의 트렌드로 자리 잡고 있다. MEF의 이더넷 서비스는 기술적 프로토콜을 정의하는 표준화 단체가 아니라 서비스를 정의하고 서비스를 구현하기 위한 Implementation Agreement를 만드는 표준화 단체이므로 각 장비 업체들은 나름의 기술로 이러한 서비스를 구현하고 있다. 이더넷을 WAN 전송 서비스에 도입하고자 하는 기술들은 각 장비 벤더들을 중심으로 활발하게 연구되고 있으며, 최근 출시된 장비들은 이러한 기술을 반영하여 MEF의 인증을 받고 있다. 이 장에서는 현재 연구망에 장비를 공급하고 있는 시스코와 T-MPLS 진영을 진두지휘하고 있는 알카텔-루슨트, 그리고 Provider Backbone Transport 기술의 표준화에 앞장서고 있는 노텔의 캐리어 이더넷 지원 현황에 대해 알아본다.

3.1 시스코

시스코는 주니퍼와 함께 국내 뿐 아니라 전 세계의 라우터 시장을 점유하고 있다. 이 때문에, 캐리어 이더넷 서비스를 위한 전략도 초기에는 MPLS를 기반으로 한 라우터 중심의 접근이었으나, WAN transport를 이더넷 서비스로 대체 하고자 하는 캐리어 이더넷 서비스의 본질에 동감하며, 알카텔-루슨트와 노텔의 동향을 주시하고 있다. 알카텔-루슨트와 노텔의 힘겨루기가 끝나 지배적 기술이 결정되면 시장에 제품을 출시할 것으로 보인다. 시스코는 WAN transport와 OAM, E-LMI 를 반영한 솔루션은 가지고 있지 않으나, 부분적으로 MSPP에 2계층을 탑재하거나 MSTP, ROADM 장비에 2계층을 탑재하여 VLAN을 지원하며 RPR 기술로 resiliency를 제공한다.

Table 2는 MEF 의 승인을 받은 시스코 제품군의 리스트이다. MEF 9은 “Abstract Test Suite for Ethernet Services at the UNI” 이면, MEF 14는 “Abstract Test Suite for Traffic Management Phase 1” 이다. 시스코는 라우터부터 MSPP의 카드까지 다양한 제품군에서 MEF의 승인을 받았으나, 이러한 기능을 기존 제품이 가지기 위해서는 소프트웨어적 업그레이드가 아니라 카드를 구매해야 하는 비용부담이 존재한다.

Service Name	MEF 9 Certified Services	MEF 14 Certified Services
Cisco ME 3400 Series Ethernet Switch - ME-3400-24TS-A (ME-3400-24TS-D, ME-3400G-12CS-A, ME- 3400G-12CS-D, ME-3400G-2CS-A)	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco Catalyst 3550 Series Ethernet Switch	EPL,EVPL and E-LAN	
Cisco Catalyst 3750 Metro Series Switch	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco Catalyst 4500	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco Catalyst 4948-10G	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN

Cisco Catalyst Supervisor 720	6500 Series Switch	-	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco Catalyst Supervisor 32	6500 Series Switch	-	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco Catalyst Supervisor 720-10GE	6500 Virtual Switching		EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco ME 6524	6500 Series Ethernet Switch	- ME	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco Supervisor Engine 720	7600 Series Router	- Cisco 7600Series	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco ONS 15454 ML-Series			EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco ONS 15454 CE-Series			EPL	EPL
Cisco ONS 15454 MSTP 10GE Xponder	MSTP GE Xponder (ONS 15454 MSTP 10GE Xponder)		EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco ONS 15310 ML-Series			EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Cisco ONS 15310 CE-Series			EPL	EPL

Table 2. Cisco's MEF Certified Services and Products

3.2 알카텔-루슨트

알카텔-루슨트는 ITU-T에서 캐리어 이더넷 관련 표준화 활동을 가장 활발히 하고 있는 업체이다. 현재 출시되어 MEF의 인증을 받고 타 장비와의 호환성 테스트를 거친 제품들은 Alcatel 1850 Transport Service Switch (TSS), 7750 Service Router (SR), 5620 Service Aware Manager (SAM) 등이 있다. 이들은 기본적으로 MPLS 기반으로 MEF에서 정의한 2계층 서비스인 E-LINE, E-LAN 서비스를 지원하고 있으며, VPLS, VPWS, H-VPLS 기술들을 사용하여 이를 구현한다.

또한, WAN Transport에서 Ethernet MPLS 기술을 캐리어 클래스 네트워크에 채용한 T-MPLS를 내세우고 있다. T-MPLS 는 MPLS 를 단순화하고, control plane 부분은 GMPLS를 이용하여 제어한다. T-MPLS 의 표준화는 ITU-T Study Group 15에서 2005년 이후로 T-MPLS 의 정의를 표준화하고 있으며, 알카텔-루슨트는 이러한 표준화를 주도하고 있다. ITU-T는 2006년 초, 세 개의 합의된 문서를 공개했으며, 2006년 말에는 마지막으로 이를 승인했다. 다음은 그 세 개의 문서이다.

- G.8110.1: Architecture of Transport MPLS(T-MPLS) Layer Network
- G.8112: Interfaces for the Transport MPLS(T-MPLS) Hierachy (TMH)
- G.8121: Characteristics of multi-protocol label switched (MPLS) equipment functional blocks.

다음은 MEF 의 승인을 받은 알카텔 루슨트의 제품군 리스트이다. 이 중 1850 TSS 는 패킷 네트워크의 resilience capability와 QoS, 링 토폴로지에서 사용되는 operation의 단순성을 제공하는 T-MPLS에 근간한 ring protection 메카니즘을 구현하고 있다. 그러나,

이것은 표준화 전단계의 구현이다.

알카텔-루슨트의 캐리어 이더넷 솔루션을 도입하기 위해서는 T-MPLS의 표준화와 이에 따른 제품의 구현을 기다려야 한다. 또한 현재 KREONET 은 모두 cisco 장비로 구성되어 있으므로 표준화가 더딜 것으로 예상되는 OAM 등을 고려해 볼 때, KREONET 의 전 장비를 교체하여야 하는 비용부담이 존재한다.

Service Name	MEF 9 Certified Services	MEF 14 Certified Services
1850 TSS-40	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
7450 ESS (7750 SR, 7710 SR)	EPL,EVPL and E-LAN	
7250 SAS	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
1521 CL IP and 1531 CL AS	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
1850 TSS-320	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
1675 LambdaUnite MSS	EPL,EVPL and E-LAN	
Lucent Ethernet Router 3200 (Lucent Ethernet Router 1100, Lucent Ethernet Router 3100, Lucent Ethernet Router 8000, Lucent Ethernet Router 8600, Lucent Ethernet Router 38000)	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Lucent Ethernet Router 15800	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
1665 DMX	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
1665 DMXtend	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
1643 AM and 1643 AMS	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
1655 AMU	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
1663 ADM	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Optical MultiService Node (OMSN) with Integrated Service Adapter (ISA) ES16	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
Optical MultiService Node [OMSN] with Integrated Service Adapter [ISA] ES4 (ISA ES1)	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN

Table 3. Alcatel-Lucent's MEF Certified Services and Products

3.3 노텔

노텔은 전통적인 전송장비 업체로 캐리어 이더넷의 이더넷 전송부분에 대한 표준화 개념으로 Provider Backbone Transport를 정의한다. Provider Backbone Transport 는 IEEE 와 ITU-T에서 표준화한 Ethernet 표준인 802.1ad, 802.1ah 등의 VLAN 기술들을 재사

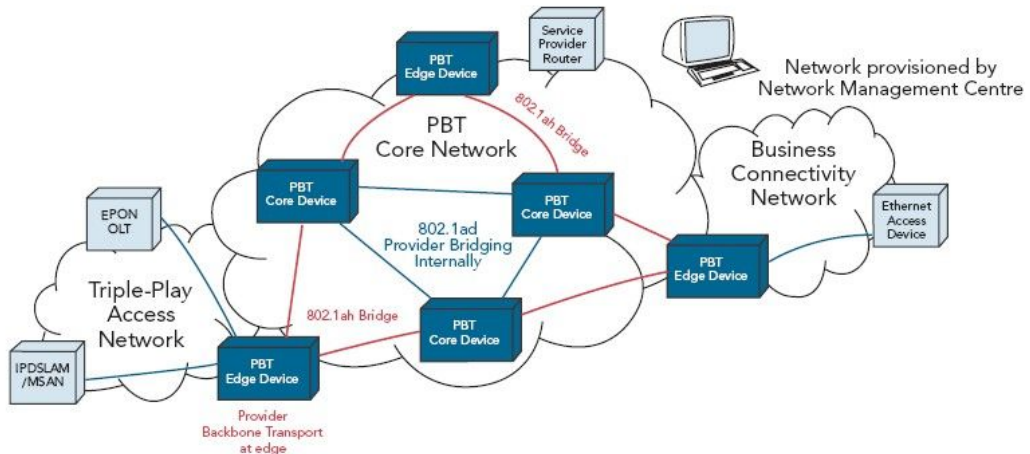


Figure 8. Provider Backbone Transport

용하여 이용하여 하나의 Provider Backbone Transport를 구현한다. Figure 8 은 Provider Backbone Transport를 보여준다.

노텔은 존재하는 이더넷 기술을 재활용하므로 Provider Backbone Transport 를 구현할 수 있는 제품을 이미 출시하고 있으며, 캐리어 클래스의 OAM 을 탑재한 시스템들을 선보이고 있다. Table 4 는 MEF 의 승인을 받은 노텔의 제품군이다.

cisco 가 지배적 기술로 Nortel의 PBT를 지원한다면, 기존의 VLAN 기술들을 재활용한 연동은 어렵지 않을 것으로 보인다.

Service Name	MEF 9 Certified Services	MEF 14 Certified Services
Metro Ethernet Routing Switch 8600	EPL	
Metro Ethernet Routing Switch 8600 and ESU 1800	EPL,EVPL and E-LAN	
Metro Ethernet Routing Switch 8600 and ESU 1850	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL and E-LAN
OME 6500 EPL-Series	EPL	EPL,EVPL and E-LAN
OME 6500 L2SS-series	EPL,EVPL	
OME 6500 RPR-series	EPL,EVPL and E-LAN	EPL,EVPL
OME5200	EPL	EPL,EVPL and E-LAN
OM 3500 EPL-Series	EPL	
Nortel Optical Metro 3500 RPR Series & Optical Metro 1400	EPL,EVPL and E-LAN	

Table 4. Nortel's Certified Services and Products

4. 연구망과 캐리어 이더넷 서비스

대용량 데이터 전송을 유발하는 e-Science 응용 연구와 적은 양의 데이터지만 다른 트래픽의 침범을 원하지 않는 의료 교육 분야 등 최근 연구망은 다양한 사용자 요구에 직면해 있다. 이러한 사용자들은 원거리로 떨어져 있는 특정 사용자 그룹 간에 특정 시간에 대역폭이 보장되는 VPN 을 요구한다. 사용자들이 원하는 VPN을 물리적으로 구성해 주거나 VPN을 사용자들이 원할 때 마다 네트워크 오퍼레이션을 통해 제공해 주는 것은 망의 운영 관점에서 시간과 비용 소모적인 작업이다.

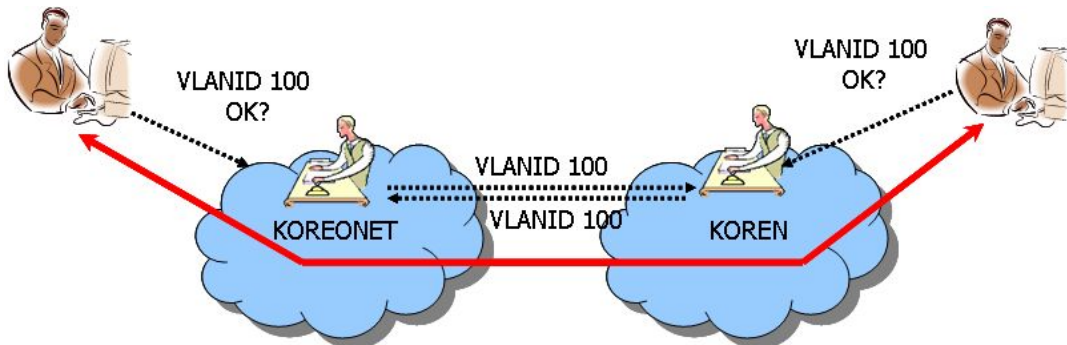


Figure 9. VPN making process without ELAN service

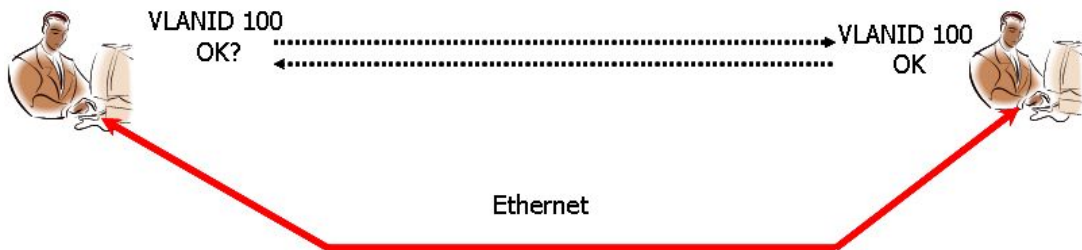


Figure 10. VPN making process with ELAN service

Figure 9은 실제 원격 의료 교육 시 발생한 상황이다. KREONET 사용자와 KOREN 사용자가 하나의 VLAN 으로 VPN을 구성하고자 할 때, KREONET 사용자는 KREONET 운영자에게 VLAN 사용에 대한 요청을 하고 허가를 받는다. KOREN 사용자도 마찬가지로 KOREN 운영자에게 이에 대한 허가를 요청해야 한다. 또한, KREONET 과 KOREN 운영자 서로가 사용하고자 하는 VLAN ID 를 서로 맞추어야 비로소 하나의 VLAN ID를 가지는 VPN을 구성할 수 있다. VLAN ID 를 맞추는 과정은 전 사업자의 네트워크에 걸쳐 광범위하게 일어나야 한다.

Figure 10은 이러한 상황에서 캐리어 이더넷을 도입할 경우 ELAN 서비스를 이용하여 VPN 생성의 간단함을 보여 준다. 연구망의 사용자인 연구자 응용 그룹들은 기업 사설망처럼 상시 연결되어 있는 VPN을 원하지는 않는다. 필요할 경우에 동적으로 하나의 VPN 을 생성하고자 할 때, 저렴한 비용과 간단한 operation 만으로 하나의 VPN 을 생성할 수 있

도록 하는 것은 현재 연구망에 필수적인 서비스가 될 것이다. 또한 이러한 VPN 은 pseudo wire와 처럼 사용자가 요구하는 QoS를 보장해 주는 VPN이 될 것이다.

5. 결론

현재 캐리어 이더넷 서비스는 장비 벤더별로 차별화된 전략을 추진하고 있다. 또한 전송계층에서의 이더넷 기술은 알카텔-루슨트의 pure Ethernet WAN transport인 T-MPLS 와 노텔의 Provider Backbone Transport 중 아직 지배적인 기술이 나타나지 않고 있다.

이러한 가운데 시스코 장비로 구성된 현재 연구망에서 단계적으로 캐리어 이더넷을 도입할 때, 가장 안전한 방법은 시스코 장비로 테스트 망을 구축하고 이를 확대해 나가는 것이다. 만일 시장의 지배적인 기술이 정해지면, 시스코는 이를 반영할 것이다. 그러나, 시스코의 전략상 이러한 반영이 기존 장비의 단순한 소프트웨어 업그레이드로 일어나지는 않을 것이라는 데 있다. 이는 장비 업그레이드 비용을 발생시킬 것이다.

따라서, KREONET의 캐리어 이더넷 서비스를 위한 백본 구축은 시장의 기술 동향을 지켜 보면서, 서비스 요구가 강력한 소수의 사용자 그룹에 테스트 베드를 구축, 운영하고 업그레이드 시점에 이른 장비부터 교체하는 방향으로 이루어져야 할 것이다.

6. 참고문헌

- [1] Technical Specification MEF1, "Ethernet Services Model, Phase 1", November, 2003.
- [2] 주성순, 안계현, 이유경, "차세대 인프라를 위한 캐리어 이더넷 기술", 전자통신동향분석 제6호, 2006년 12월 .
- [3] Technical Specification MEF10.1, "Ethernet Services Attributes, Phase 2", November, 2006.
- [4] José M. Caballero, "Metro Ethernet Provision", Trend Communication, January, 2006.
- [5] Technical Specification MEF 17, "Service OAM Requirement & Framework Phase 1", April, 2007.
- [6] Stan Hubbard, "2006 Survey of Ethernet Service Provider", Heavy Reading Vol 4, No 17, October, 2006.
- [7] Aref Medded, "Why Ethernet WAN Transport?", IEE Comm.Magazine, November, 2005
- [8] Anush Elagovan, "Efficient Multicasting and Broadcasting in Layer 2 Provider Backbone Networks", IEEE Comm. Magazine, November 2005.
- [9] ITU-T Draft Recommendation Y.17etoam, "OAM Functions and Mechanism for Ethernet based Networks", 2005.
- [10] "List of Certified Companies, Services and Products",
http://metroethernetforum.org/page_loader.php?p_id=33 ,
- [11] TPACK, "Transport-MPLS, A New Route to Carrier Ethernet", <http://www.tpack.com>, 2006.
- [12] TPACK, "PBT, Carrier Grade Ethernet Transport", <http://www.tpack.com>, 2006.