

<http://dx.doi.org/10.7236/IIIBC.2015.15.3.59>

IIBC 2015-3-8

MPLS-TP 망에서 관리 망 구축 방안 에 대한 설계 및 구현

Design and Implementation for Construction Method of Management Network in MPLS-TP Network

문성남*, 강남희**

Sungnam Moon*, Namhi Kang**

요 약 최근 네트워크 산업계에서 기존 전송 망 보다 유연한 망을 구축하기 위한 캐리어이더넷 기술이 부각되고 있으며 MPLS-TP (MultiProtocol Label Switching-Transport Profile) 기술이 해당 영역의 주요 표준 기술로 적용되고 있다. 하지만 MPLS-TP 망내의 장비를 관리하기 위한 관리 망에 대해서는 명확하지 않은 상태이다. 본 논문에서는 MPLS-TP 망 내의 장비 설치 시 부가적 설정 없이 자동으로 관리 망을 구축하는 방안을 제안한다. 제안하는 방법으로 관리시스템과 망 연결을 위한 설정을 최소화 하여 망 내의 장치 설치비용과 유지 관리 비용을 감축할 수 있다. 또한 실제 MPLS-TP 장비에 적용하여 제안하는 방법의 실효성에 대해 검증하였다.

Abstract To build a flexible network than traditional transport network, the carrier ethernet technology is emerging in network industry recently and MPLS-TP technologies are being applied as a major standard technology for the carrier ethernet. However, network management technologies required to handle equipment installed in MPLS-TP network are not clear. This paper propose an efficient method to build a management network automatically without any additional configuration when network equipments are installed in MPLS-TP network. The proposed scheme reduce cost required for both equipment installation and network maintenance by minimizing configuration procedures of connecting management system with network. We evaluated the effectiveness of the proposed scheme by applying the scheme to a real MPLS-TP equipment.

Key Words : Multiprotocol Label Switching-Transport Profile(MPLS-TP), Carrier Ethernet, Management

1. 서 론

비용 대비 효율적인 망 관리 방안은 네트워크 사업자와 장비 산업계에서 반드시 고려해야 하는 중요 지표 중 하나이다^[1]. 최근 산업계에서는 망 내의 대역폭 사용의 효율성과 관리 및 유지비용의 효율성으로 인해 캐리어

이더넷 기술을 적용하고 있다. 캐리어 이더넷의 전달망 기술 중 하나로 적용되는 MPLS-TP(Multi Protocol Label Switching-Traffic Profile) 기술은 가상회선 기반의 연결성을 기반으로 링크 오류에 대응할 수 있는 기술을 포함하고 있어 높은 신뢰성을 제공해 주는 백본 기술이다^{[2][3]}.

*정희원, (주)모도 기술연구소

**정희원, 덕성여자대학교 디지털미디어학과(교신저자)
접수일자 2015년 5월 26일, 수정완료 2015년 6월 12일
게재확정일자 2015년 6월 12일

Received: 26 May, 2015 / Revised: 12 June, 2015 /

Accepted: 12 June, 2015

**Corresponding Author: kang@duksung.ac.kr

Dept. of Digital Media, Duksung Women's University, Korea

MPLS-TP 망을 관리하는 네트워크 시스템과 구성 방안은 관리 패킷의 전송을 보장할 수 있어야 하고 MPLS-TP 망 내의 NE(Network Element)를 시스템에서 관리할 수 있도록 망이 자동으로 구성되어야 한다. 국제 표준화 기구인 IETF (Internet Engineering Task Force)에서 표준화된 RFC-5951에서도 관리 망 구성을 위해 그림 1에 나타난 “공용 인터페이스의 분리 통신 채널 구조”라는 채널 방식을 기반으로 한다^[4]. 즉, VLAN (Virtual LAN) 기술을 적용하여 MPLS-TP 망에 대역 이외의 채널을 이용하여 관리 망을 구성하는 가상화 방법을 사용한다^[5].

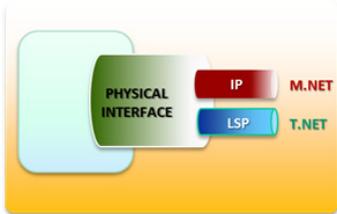


그림 1. 공용 인터페이스의 분리 통신 채널 구조
Fig. 1. Architecture of shared interface out-of-band CCh

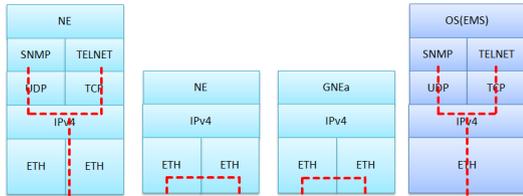


그림 2. 공용 인터페이스의 분리 통신 채널 시의 패킷 전송
Fig. 2. Forwarding a packet of shared interface out-of-band CCh

공용 인터페이스의 분리 통신 채널을 적용한 경우 패킷 전송은 다음 그림 2와 같다.

현재 대부분의 MPLS-TP 망에서 장비를 관리하는 방안에 다양한 이슈가 있다. MPLS-TP 망에서는 장비를 관리하기 위해 OSPF(Open Shortest Path First) 라우팅 프로토콜 등을 이용한 장비 설정에 의존하고 있다. 이러한 방법은 설정의 복잡함과 관리 메시지에 대한 우선순위를 지정하기 어려운 문제점이 있다. MPLS-TP 망에서 운영 서버가 망 내의 장비들을 운영하기 위해서는 연결성이 제공되어야 한다. 또한 전송 경로를 지정을 위해서 각 장비의 위치를 알 수 있어야 한다. 연결성을 제공하기 위해서는 각 장비마다 접속 가능한 IP 주소가 할당

되어야 하고 어떤 장비에 어떤 IP 주소가 할당되었는지 알 수 있어야 한다. 그리고 관리 패킷에 대해 망 내에서 보장이 되어야 한다. 이러한 요구사항을 수용할 수 있도록 설치단계에 장비에 설정하는 것은 설치도 복잡해지고 오류의 발생률이 높아질 것이다^[6].

따라서 본 논문에서는 어떠한 초기 설정도 필요 없이 현장에 장비를 설치하고 전원을 인가하면 스스로 관리 망을 구축하여 운영 시스템이 GNE(General Network Element)를 통해 모든 NE에 접속할 수 있는 연결성을 제공하기 위한 방안을 제안한다. 자동 관리 망 구축이 적용되면 장비 설치 시의 설정의 복잡함을 제거하고 자동 복구 기능을 추가하여 설치비용과 유지 보수비용을 절감할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장에서 기술한 연구의 필요성을 기반으로 2장에서 제안하는 망 관리 구성 방안의 구조를 설명한다. 3장에서 제안하는 관리 망의 생성 과정을 기술하고, 4장에서 전송되는 메시지의 종류와 형식을 설명한다. 이어서 5장에서 실제 네트워크 장비에 제안 방안을 적용하여 시험한 결과를 보이고, 마지막 6장에서 결론을 맺는다.

II. 제안 시스템 구조

제안하는 망 관리 방안은 망 구조와 무관하게 아무 설정이 없는 상태에서 각 NE의 연결 인터페이스 간에 관리 채널을 VLAN을 통해 설정하고 IP를 할당하는 방법을 제공한다. 또한 망 전체를 관리하기 위해 게이트웨이 NE를 루트로 하는 관리 망 트리를 생성하는 것을 목적으로 한다. 이렇게 생성된 관리 망은 MPLS-TP 기반의 전송 망의 연결과는 분리된 오버레이 망으로 구성된다 (그림 3 참조).

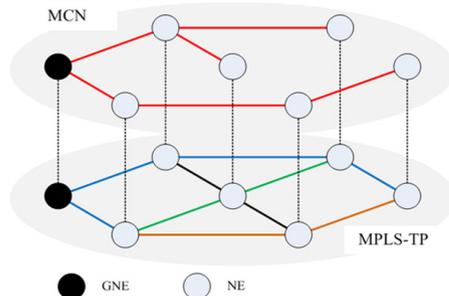


그림 3. 오버레이 관리 망 구성
Fig. 3. The architecture of overlay management network

VLAN이 설정된 801.3q 형식으로 전송되며 경로 상의 모든 NE들은 이 패킷에 대한 전송을 보장하게 된다.

GNE가 가입 메시지를 수신하면 요청한 NE가 이전에 IP 주소를 할당 받았던 NE인지를 검사한 후 IP 주소를 할당한다. IP 주소를 할당한 이후에는 만료 타이머를 구동하여 NE가 더 이상 사용하지 않는 경우에 다시 회수할 수 있도록 한다.

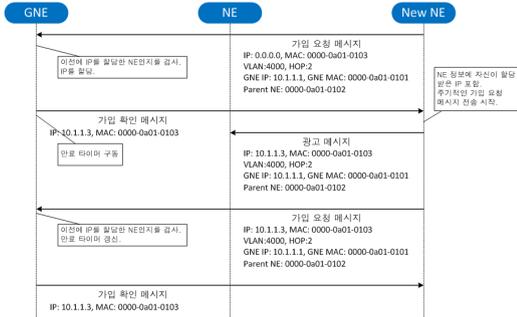


그림 6. IP 주소 할당 과정
Fig. 6. Processing of allocating a IP address.

GNE로부터 IP 주소를 할당 받은 NE는 주기적으로 가입 메시지를 GNE로 전송하여 자신이 계속적으로 IP 주소를 사용하고 있음을 알려야 한다. 할당 받은 IP 주소는 광고 메시지에 포함시킨다.

4. 관리 망에서의 패킷 전달

NE는 관리 망을 통해 전달되는 모든 데이터에 802.1q 헤더를 사용하여 경로상의 다른 NE들이 관리용 패킷임을 구분 할 수 있도록 한다. 각 NE들은 관리 VLAN에 대해 별도의 MST 식별자를 할당하여 NE에서 동작되는 스패닝 트리 알고리즘에 의한 포트 속성에 제한받지 않도록 한다.

5. 관리 망의 재설정

관리 망 구성 후 NE 간의 연결이 단절되는 경우, NE가 삭제되는 경우 그리고 이전 부모 NE 보다 우선되는 부모 NE가 발견되는 경우에 관리 망은 일부 재구성된다.

NE 간의 연결이 단절되거나 NE가 삭제되는 경우에 NE는 자신의 부모 NE 명단에 NE가 존재하면 NE 연결 단계로 천이하고 만약 NE가 존재하지 않는다면 NE 발견 단계로 천이한다. 새로운 부모 NE와의 연결이 완료되면 NE는 자신의 새로운 정보를 포함하여 광고 메시지를

전송한다.

IV. 관리 메시지 종류와 형식

관리 망 생성을 위해 사용되는 메시지들은 헤더와 TLV들로 이루어진다. GNE와 NE간에 사용되는 메시지를 제외한 모든 메시지는 1 홉 간의 통신으로 이루어진다.

표 1. 각 메시지에서 사용되는 TLV
Table 1. TLVs used in a message

TLV	메시지	광고 요청	광고	연결 요청	연결 해지	가입	가입 확인	가입 해지
NE정보		○	○	○	○	○	×	○
관리VLAN /홉정보		×	○	×	×	○	×	×
GNE 정보		×	○	×	×	○	×	×
부모 NE		×	○	×	×	○	×	○
자식 NE		×	○	×	×	×	×	×
IP 할당		×	×	×	×	×	○	×

표 1은 각 메시지에서 사용되는 TLV를 나타낸 것이다. 다음 그림 7에서와 같이 헤더에는 버전, 메시지의 타입 그리고 패킷의 길이 정보와 메시지 형식에 맞는 TLV들이 포함된다.

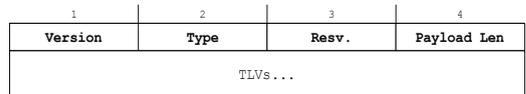


그림 7. 메시지 헤더 형식
Fig. 7. Format of a message header

그림 8은 NE 정보 TLV를 나타낸다. NE 정보 TLV의 타입 번호는 1이다. TLV에는 자신의 IP 주소와 MAC 주소가 포함된다. GNE로부터 IP 주소를 할당받기 전까지 IP 주소 영역은 0으로 채워진다.

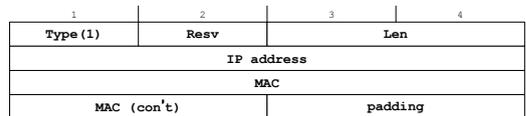


그림 8. NE 정보 TLV
Fig. 8. Format of TLV for NE information

그림 9에서 보여주는 관리 VLAN/홉 정보 TLV는 관리 망에서 사용되는 VLAN 정보와 GNE까지의 홉 수가

포함된다.

V. 분석 및 실험

1	2	3	4
Type (2)	Resv	Len	
VLAN		Hop	

그림 9. 관리 VLAN과 홉 정보 TVL
 Fig. 9. Format of TLV for Management VLAN and Hop count

그림 10의 GNE 정보 TVL에는 GNE의 IP 주소와 MAC 주소 정보가 포함된다.

1	2	3	4
Type (3)	Resv	Len	
IP address			
MAC			
MAC (con't)		padding	

그림 10. GNE 정보 TVL
 Fig. 10. Format of TLV for GNE information

그림 11에 나타낸 부모 NE 정보 TVL에는 자신의 부모 NE의 MAC 주소 정보가 포함된다.

1	2	3	4
Type (4)	Resv	Len	
MAC			
MAC (con't)		padding	

그림 11. 부모 NE 정보 TVL
 Fig. 11. Format of TLV for a parent NE

그림 12처럼 자식 NE 정보 TVL에는 자신의 자식 NE들의 MAC 주소 정보가 포함된다.

1	2	3	4
Type (5)	Resv	Len	
MAC			
MAC (con't)		...	

그림 12. 자식 NE들의 정보 TVL
 Fig. 12. Format of TLV for child NEs

1	2	3	4
Type (1)	Resv	Len	
IP address			
MAC			
MAC (con't)		padding	

그림 13. IP 주소 할당 TVL
 Fig. 13. Format of TLV for IP address allocated

IP 주소 할당 TVL에는 할당하는 IP 주소와 이 IP 주소를 할당받는 NE의 MAC 주소가 포함된다.

관리 망 구성이 완료되면 각 NE는 일반 채널을 통해 주기적으로 광고 메시지를 전송하며 관리 망을 통해 주기적으로 가입메시지를 전송한다.

광고 메시지는 헤더를 포함하여 여러 종류의 TLV로 구성되어 있으며 자식 노드의 수에 따라 그 길이가 가변적이다. 따라서 하나의 링크에 존재하는 메시지들의 총 패킷 사이즈는 다음 식(1)과 같다.

$$T_s = \sum_{n=0}^k (S_{h+tlv} + S_{ctlv} * C_{cne}) + \alpha \quad (1)$$

식(1)에 사용된 기호는 다음과 같다.

- T_s : 링크 상에 존재하는 메시지들의 총 사이즈
- S_{h+tlv} : 헤더 메시지의 사이즈와 자식 정보 TVL를 제외한 TLV들의 사이즈의 합
- S_{ctlv} : 자식 정보 TVL의 사이즈
- C_{cne} : 자식 NE의 개수

제안 하는 시스템은 상용화되고 있는 MPLS-TP 장비에 구현하여 시험 하였다. 그림 14에 나타낸 네트워크 구성과 같이 제안 시스템 적용 시험을 위해 MPLS-TP 장비 6대를 이용하였으며 각 장비들을 관리 할 수 있는 EMS 장비와 연결성을 검사하기 위한 예코 서버를 GNE와 연결 하였다. 그림 14에 붉게 표시된 선은 GNE와 NE간의 관리 망 자동 생성 결과를 나타낸다.

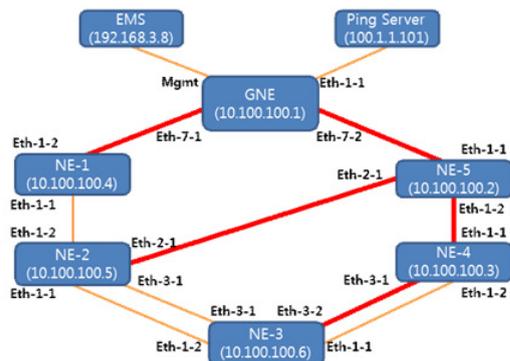


그림 14. 관리 망 자동 생성 결과
 Fig. 14. Architecture for the management network by supposed solution.

제안하는 방식을 이용하여 구축된 관리 망의 구성은 그림 15와 같다.

```
GNE# sh dcn management tree
DCN Management Tree Network
=====
HOP-2 NE-(0000.0000.0242) has PNE-(000c.9881.0303) up(10.69126)
- has CNE-(000b.98e0.00c2)
- has CNE-(000c.9816.2702)
HOP-2 NE-(000c.9824.0402) has PNE-(000c.9881.0303) up(13.886109)
HOP-3 NE-(000b.98e0.00c2) has PNE-(0000.0000.0242) up(13.274112)
- has CNE-(000c.9803.0305)
HOP-3 NE-(000c.9816.2702) has PNE-(0000.0000.0242) up(14.223764)
HOP-4 NE-(000c.9803.0305) has PNE-(000b.98e0.00c2) up(14.237682)
=====
Total: 5

GNE#
```

그림 15. GNE에서의 관리 망 조회
Fig. 15. The reference of a management networks in GNE.

이와 같이 구축된 관리 망에서의 절체 및 복구 시험을 진행하기 위해, 그림 16에 나타낸 것처럼 GNE와 NE-5 간의 링크를 절체한 뒤 시험했다.

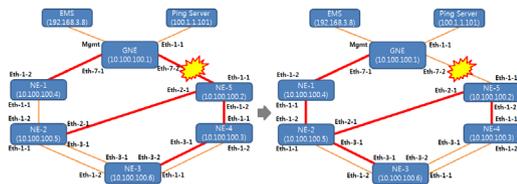


그림 16. 경로 절체 후 복구
Fig. 16. Recovery of the management network.

그림 16에 표현된 복구 시험 이후, GNE에 구축되는 관리 망의 정보는 다음 그림 17에 나타내었다.

```
GNE# sh dcn management tree
DCN Management Tree Network
=====
HOP-2 NE-(000c.9824.0402) has PNE-(000c.9881.0303) up(11.185128)
- has CNE-(000c.9816.2702)
- has CNE-(0000.0000.0242)
- has CNE-(000c.9803.0305)
HOP-3 NE-(000c.9816.2702) has PNE-(000c.9824.0402) up(12.219058)
- has CNE-(0000.0000.0242)
- has CNE-(000c.9803.0305)
HOP-4 NE-(0000.0000.0242) has PNE-(000c.9816.2702) up(11.218929)
- has CNE-(000b.98e0.00c2)
HOP-4 NE-(000c.9803.0305) has PNE-(000c.9816.2702) up(12.222826)
HOP-5 NE-(000b.98e0.00c2) has PNE-(0000.0000.0242) up(13.225488)
=====
Total: 5

GNE#
```

그림 17. 복구 후의 GNE에서의 관리 망 조회
Fig. 17. After recovering a management network, the reference of the network in GNE.

VI. 결론

본 논문에서 제안하는 방안은 MPLS-TP 망에서 관리 패킷의 전달이 보장되고 설치되는 NE에 복잡한 설정을 하지 않고도 자동으로 관리 망을 구성하는데 목적이 있다. 이를 위해 각 NE는 주변의 NE를 탐색하여 가상의 오버레이 형태로 관리 망을 자동 구성하도록 하였다. 또한 본 논문에서는 제안 방안의 효율성을 시험하기 위해 실 장비에 제안 기술을 구현하였다. 망 관리 운영 시험을 통해 관리 망이 자동 생성되고, 운영 중 경로가 절체 되었을 경우 자동 복구됨을 확인했다.

References

- [1] N. Kang, Y. Kim, "Virtual Topology Control System for Evaluating Semi-structured Wireless Community Networks," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, VOL. 12, No. 1, October 2012.02.
- [2] Min-Seop Shin, Jin-Seek Choi, "An Implementation and Extension of GMPLS PCE Protocol for Carrier Ethernet Topology Discovery and Configuration," The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol.37, 2012.12.
- [3] T. K. Kang, T. S. Jung, J. H. Yoo, "Carrier ethernet technology and standard status,"ETRI ettrends, Vol. 24, No. 3, 2009.06.
- [4] K. Lan, S. Mansfield and E.Gray, "Network management requirements for MPLS-based transport networks," IETF Standard, RFC-5951, 2010.09.
- [5] Iijima, Tomoyuki, et al. "Applying a Resource-pooling Mechanism to MPLS-TP Networks to Achieve Service Agility." Int. Conf. Proceeding of CLOUD COMPUTING 2014, 2014.05.
- [6] Lee, Hosong, et al. "Challenges in the design and deployment for packet optical converged core network." Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium (Networks), IEEE,

2014.09.

- [7] Chun-Kwan Park, "QoS Functions in Mobile Backhaul Network," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 13, No. 5, October 2013.

저자 소개

문 성 남(정회원)



- 2001년 2월 : 숭실대학교 공학석사
 - 2012년 8월 : 숭실대학교 공학박사
 - 2011 11월 ~ 현재 : (주) 모도 기술연구소 수석 연구원
- <주관심분야 : MPLS-TP, 컴퓨터 네트워크, 인터넷 네트워킹, 사물 인터넷>

강 남 희(정회원)



- 2001년 2월 : 숭실대학교 공학석사
 - 2004년 12월 : University of Siegen, 공학박사
 - 2009년 3월 ~ 현재 : 덕성여자대학교 디지털미디어학과 부교수
- <주관심분야 : 유무선 인터넷통신, 네트워크 보안, 사물인터넷보안>

※ 본 연구는 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2014R1A1A2056961); 또한 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITP-2015-H8501-15-1008).