

이종망간 OAM 상호 연동을 위한 변환기 설계

양진홍¹ 강수진¹ 김철수¹
 인제대학교 전산학과¹
 sunupnet@nate.com¹

Design for OAM Translator in Heterogeneous Networks

Jinhong Yang¹, Soojin Kang¹, ChulSoo Kim¹
 Dept. of Computer science, INJE University.¹

요약

인터넷의 폭발적인 성장으로 인하여 MAN(Metropolitan Area Network)은 기존 음성 트래픽 전송 중심의 SONET/SDH(Synchronous Optical NETwork/Synchronous Digital Hierarchy) 환경에서 데이터 트래픽을 수용 할 수 있는 MSPP(MultiService Provisioning Platform) 환경으로 변해가고 있다. 이러한 네트워크 환경에서 이종 망간의 스위칭 역할을 수행하는 NG-SDH장비는 각 망간의 OAM을 제공하기 위해 OAM(Operation/Administration/Maintenance) 상호에 대한 IWF(InterWorking Function) 기능을 필요로 하게 된다. 본 논문은 이종 망간 OAM 기능 제공을 위한 IWF에 대해 분석, 정의하고 이를 기반으로 NG-SDH 장비 블록 내에서 이종망간 OAM 기능을 제공할 OAM 변환기를 설계하였다.

1. 서론

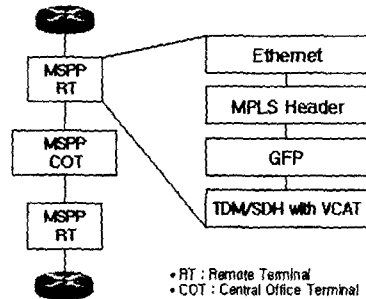
기존 SONET/SDH 기술은 그 동안 기간 통신 망 사업자들의 음성 트래픽 처리를 위한 광 전송 네트워크에서 중추적인 역할을 담당해 왔으나 최근 인터넷의 급성장에 따라 음성 트래픽보다는 IP와 같은 데이터 트래픽이 급증하면서 TDM기반의 SONET/SDH 망의 비효율성이 대두되기 시작하였다.[1] 그러나 차세대 광망 네트워크로 전환 시점에서의 과도기적인 기술로써, 기존 SONET/SDH의 효율성을 제공하고 ATM, IP와 같은 데이터 트래픽도 수용할 수 있는 차세대 QoS 스위칭 시스템이 등장하게 되었다. 이러한 차세대 QoS 스위칭 시스템은 크게 MSPP으로 볼 수 있으며, MSPP망에서의 핵심적인 역할을 담당하는 NG-SDH기술은 데이터 트래픽을 TDM 기반의 SONET/SDH 광 전송 네트워크를 통해 효율적으로 전송하는 기능을 제공한다.

이러한 이종 망간의 다양한 연결을 지원하는 MSPP 특성상 MSPP의 핵심장비인 NG-SDH 장비에서의 OAM 기능제공은 주요한 이슈이며, 이러한 이종 망간의 OAM기능을 제공하기 위해서는 각 망에서 발생하는 OAM 신호들을 망의 특성에 맞게끔 변환, 전달할 수 있는 IWF를 가져야 한다.

하지만 현재 이종 망간의 OAM제공을 위한 IWF의 경우 SONET/SDH to ATM을 제외하고는 전무한 실정이며[2] 기존 장비에 OAM 기능 구현이 미비하고 OAM 관련 표준화가 확립되지 않은 상태에서 네트워크 벤더들 간의 각기 다른 방법으로 OAM 기능이 구현되어 있어 장비 간 및 망간의 호환성과 상호 운용성이 보장되지 않는 문제가 발생하였다. MSPP 망에서 이종 망간의 OAM 보장을 위해 MSPP의 프로토콜 스택 구조를 살펴보면 [그림1]에서 나타나듯이 Ethernet과 MPLS (Multiprotocol Label Switching) OAM 기능에 관한 IWF를 기본적으로 제공할 수 있어야 한다.

이에 본 논문에서는 차세대 기간망 서비스 제공을 위해 최우선시 되는 OAM 기술의 중요성을 인지, QoS 보장을 위한 차세대 스위칭 시스템에서의 SONET/SDH와 MPLS/Ethernet OAM 및 MPLS와 Ethernet 프로토콜간의 OAM 상호기능 연동 방안 제시를 위해 기간망의 OAM 문제를 분석하여 요구사항을 도출하고 OAM 기능 상호간의 효율적인 연동을 위한 IWF Mapping Table을 작성해 보았다. 또한 IWF 기능 제공을 위해 OAM 변환기가 탑재된 NG-SDH의 시스템 기능 블록 디자인을 설계하였다.

인을 설계하였다.



[그림1] MSPP Protocol Stack

2. 전송망에서의 OAM 기능

OAM이란 전송망에서 어떠한 결함이나 성능 감소를 감지하여 문제 해결을 위한 동작을 취함으로써 서비스 수행 능력을 유지하고 보장하는 것을 말한다. 이러한 OAM은 기존의 구축되어 있는 SONET/SDH, MPLS 및 Ethernet 기반의 전송망에서 다양한 형태로 제공되어지고 있다. 또한 Ethernet과 MPLS OAM 에 대한 표준은 ITU-T(International Telecommunication Unit), IETF(Internet Engineering Task Forth), IEEE(Institute of Electronics Engineering), MEF(Metro Ethernet Forum)등에서 활발히 연구 중이다.

2.1 SONET/SDH OAM

SONET/SDH OAM은 ANSI 및 ITU-T에서 표준화 되었으며 물리계층 상의 3개의 하위 OAM 레벨 F1~F3을 이용하여 OAM 정보를 할당한다. 물리 계층에서의 F1은 재생 구간 레벨, F2는 디지털 구간 레벨, F3는 전송 경로 레벨이며, 이 계층에서는 LOS(Loss of Signal), LOF(Loss of Frame), AIS(Alarm Indication Signal), RDI(Remote Detect Indication), FEBE(Far End Block Error), 이종화 관리 기능 등을 통해 OAM 기능을 제공한다. 이러한 OAM 기능을 제공하기 위한 Overhead 바이트를 살펴보면, SOH(Section OverHead)로 수행되는

F1 레벨은 B1byte를 사용하여 BIP-8(Bit Interleaved Parity)로 시그널을 감시하고, F2 레벨은 시그널을 감시하는 방법으로 B2 byte를 사용하여 전달하는 BIP-8방식과 REI(Remote Error Indication) 정보를 가진 M0/M1 byte로 시그널을 이용 감시하는 방법이 있다. F3 레벨에서는 POH(Path OverHead)의 J1, B3, G1 byte를 이용한다. J1 byte는 Path 영역의 연결성을 검사하고 B3 byte는 BIP-8로, G1byte의 1~4 bit REI 필드를 이용하여 시그널을 감시한다.

Fault management 기능은 SOH의 K1, K2 byte로 수행된다. SONET/SDH는 APS(Automatic Protection Switching)가 기본적으로 제공되며 SONET/SDH APS는 1+1 혹은 1:1의 Protection방식을 채택하고 있다. APS는 F2 계층에서 수행하고 수신한 신호의 에러, 장비의 고장, AIS나 RDI의 발견 시 시작되며 AIS/RDI 시그널은 SOH의 K1, K2 byte로 수행된다. AIS/RDI 시그널이 발견되면 선로에 문제가 생겼다는 것이므로 다중화기 간에 미리 할당된 보조 선로로 전환한다. 그리고 신호의 수신에러는 LOS, LOF 그리고 LOP(Loss of Pointer)로 구분된다.[3]

2.2 MPLS OAM

MPLS OAM은 ITU-T의 SG13 및 IETF MPLS WG(Working Group)에서 진행중이며, 사용자간 전달 경로의 보장이나 고장 검출, 혼잡 경로 회피방법, 고장 감지시 신속한 재경로 설정 과정이 중요한 OAM 기술 요소이다.[4][5][6] MPLS의 주요 OAM 기능으로는 아래의 [표1]과 같다.

[표1] MPLS의 주요 OAM 기능

OAM Function	Function Description
Connectivity Verification	연결성 검증기능은 MPLS 계층뿐만 아니라 하위 계층의 결함으로 인한 모든 형태의 LSP 연결성 결함을 검출하고 진단하는 기능
Performance	"P" 패킷을 사용하여 장애 진단 및 LSP상의 패킷 손실 측정
FDI(Forward Defect Indication) /BDI (Backward Defect Indication)	계층화된 망에서 결함이 발생한 계층 위로 경보가 파급되는 것을 억제하기 위한 것 / 손방향의 결함을 LSP의 역방향으로 전달하기 위한 것이며 이를 위해서는 역방향의 경로를 필요
LoopBack	LSP 중단 점의 상태확인과 지연 측정 등의 목적으로 Loopback 기능을 제공

2.3 Ethernet OAM

Ethernet OAM과 관련된 내용은 ITU-T의 권고안 [9][10][11]과 IEEE의 802.3ah EFM(Ethernet First Mile)에 나타나 있으며 현재의 LAN(Local Area Network) 서비스는 OAM 관점에서 결함을 감지하여 국지화 시키고 서비스를 복구할 어떠한 메커니즘도 제공되지 않고 있다. ICMP(Internet Control Message Protocol), Ping, Traceroute와 같은 IP의 확장을 통해 Ethernet에서의 OAM 기능을 제공하는 시도가 있었으나[12] QoS를 보장하기 위한 Protection/ Restoration 기능이 부족하며 기존 망의 장비와도 호환성 문제가 발생한다. IEEE 802.3ah EFM(Ethernet First Mile)은 통신 사업자와 서비스 공급 업체들이 액세스 네트워크 모니터링과 같은 문제 해결에 이용할 OAM에 대해 정의하고 있으며, OAM 절차로 성능 모니터링, Loopback 테스트, 장애 점검, 고립, 자동발견 등을 포함하고 있다. 이러한 EFM의 작업은 현재 기가비트 Ethernet에 적용되고 있으며, Ethernet에 관한 주요 OAM 요소들은 아래의 [표2]와 같다.

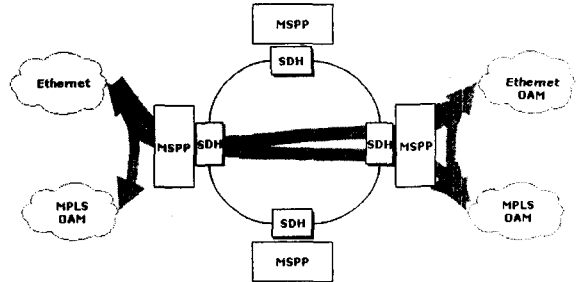
[표2] Ethernet(802.3ah)의 주요 OAM기능

OAM Function	Function Description
Discovery/Connectivity-Test	망의 결함 발견 및 연결성 검사
Performance Monitoring	물리 계층 링크들의 에러를 통해 성능 측정 제공
Loopback	망의 루프 현상 방지
AIS(Alarm Indication Signal) /RDI(Remote Defect Indication)	망 결함 정보를 리피터 및 코어 네트워크 전후방향으로 전송
Traceroute	망의 전송 경로 추적 기능

3. OAM 기능 간 상호 연동관계 제안 및 설계

MSPP 장비는 하나의 광 전송장비(SONET/SDH)를 통해 다양한 형태의 데이터를 전송, 처리할 수 있는 차세대 네트워킹 장비로, 기존 전송망으로 구축된 동기식 디지털계위(SDH)나 TDM, DWDM, ATM, MPLS, Ethernet 등 다양한 전송 신호를 하나의 장비에서 처리할 수 있는 특징을 가지고 있다.

이러한 특징으로 인해 MSPP장비들은 다양한 망과 연결되고 이들 간의 유기적인 상호 작용이 가능하여야 한다. MSPP 장비의 스위칭 모델을 간략히 살펴보면 아래의 [그림2]와 같다.



[그림2] MSPP 스위칭 모델

이러한 서비스를 위한 MSPP의 프로토콜 스택은 [그림1]에서처럼 Ethernet과 MPLS OAM 기능을 수용할 수 있어야 한다.

SDH 장비와 프로토콜 스택간의 OAM 상호 연동을 위해서는 TDM/SDH장비에서 올라오는 F1~F3레벨의 하드웨어적인 신호를 MPLS/Ethernet OAM에 매핑하기 위한 IWF가 필요로 하며 MSPP를 통해 전송되는 다양한 프로토콜간의 OAM 기능 상호 연동을 위해서는 각각의 Protocol간의 OAM 매핑을 위한 IWF가 요구된다. 본 장에서는 두 가지 경우에 대해 모두 알아보고 IWF에 관해 ITU-T에서 언급되어 있는 GFP-F CMF CSF를 사용한 802.3ah(Ethernet OAM)과의 OAM 상호 연동성을 분석하였다.

3.1 Interworking Function for H/W to Protocol Stacks

SONET/SDH 장비에서 올라오는 F1~F3레벨의 OAM 신호들을 감지, 연결된 통신 중인 망으로의 OAM 정보 전송을 위해서는 하드웨어에서 올라오는 전기적인 신호를 프로토콜 상에 실을 수 있는 상호 연동 기능이 필요하다. 이러한 상황에 해당하는 것이 SONET/SDH to MPLS OAM, SONET/SDH to Ethernet OAM(802.3ah)의 경우이다.

(가) SONET/SDH to MPLS OAM

F1~F3레벨의 OAM 기능을 MPLS Protocol에 접합하기 위해서는

MSPPP장비에서의 IWF(Internetworking Function)이 구현되어야 한다. 이러한 구현은 다양한 SONET/SDH의 OAM 기능을 MPLS OAM 기능에 한정하여 변환할 수 있어야 한다.

(나) SONET/SDH to Ethernet OAM

SONET/SDH와 Ethernet OAM 연동을 위해서 ITU-T SG15/Q12에서 서비스 관리채널(Service management Channel(SMC))을 정의하고 있으며 Provider edge NE-to edge NE에서 OAM 정보 교환이 이루어진다. G.7041에서는 프로바이더 edge NE to edge NE OAM 정보 전달을 위해 GFP-F Client Management Frames(CFM)사용하는 것과 intermediate provider NE와 Provider edge NE간의 통신 채널을 위해 Path Overhead 바이트를 사용하는 것을 제안하고 있다. G.7041[11]에는 ingress edge NE에서 egress edge NE의 정보 전송을 위한 CMFs를 정의하고 있다. GFP-F CMF CSF와 EFM OAM Link Fault Flag를 사용하기 위해서는 Ethernet 점대점 단일 서버 응용에서 AIS 및 네트워크 RDI 기능을 제공하여야 한다.

3.2 Interworking Function for Protocol to Protocol

MSPPP를 전송 계층으로 사용하는 Protocol 간의 OAM 상호 연동의 경우 각각의 Protocol별 OAM 기능 매핑에 대해 고려하여야 한다. 이러한 경우에 대해 살펴보면 아래의 [표3]와 같으며 '*' 표기된 것은 OAM 기능 제공을 위해 고려해야 할 Protocol이다.

[표3] Protocol 별 OAM Mapping Table

Ethernet (OAM) (Y.17ethoam)	SDH	MPLS (OAM installed) (Y.1711)	SDH
	Ethernet (Legacy)		Ethernet (Legacy)
	Ethernet OAM		* Ethernet OAM
	* MPLS OAM		MPLS OAM

Legacy Ethernet의 경우 프로토콜 자체 OAM 제공 기능이 없으므로 다른 프로토콜과의 OAM 기능은 고려 대상이 아니며 동일한 프로토콜 간의 OAM 문제는 NG-SDH망의 Transparent한 전송 특징으로 인해 언급하지 않는다.

(가) MPLS OAM to Ethernet OAM

MPLS와 Ethernet OAM 간의 상호 연동은 기능간의 IWF로 정리하면 아래의 [표2]와 같다.

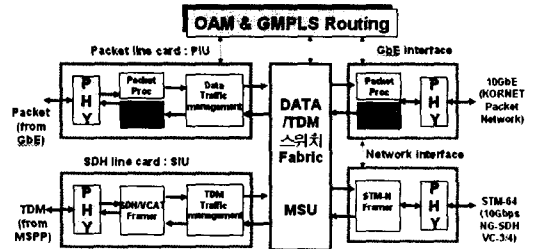
[표2] MPLS OAM to Ethernet OAM Function Mapping

Function Mapping	
MPLS OAM	Ethernet OAM
Connectivity Verification	Discovery / Connectivity Check
Performance	Performance monitoring
Loopback	Loopback
FDI/BDI	AIS/RDI
BDI	Traceroute

3.3 이종망간 OAM 상호 연동을 위한 변환기 설계

이종 망간의 OAM 기능을 제공하기 위한 OAM 변환기의 경우 MSPPP의 시스템 기능 블록 내에서 [그림3]과 같이 Packet Processor에 위치하여야 하며 입력단의 Packet Processor와 출력단의 Packet Processor 둘 다 위치하여야 한다. QoS 스위치의 경우 크게 Ingress, Egress, Data/TDM 스위치로 구성되어 있으며, Ingress부분에서

Packet을 처리하는 PIU 모듈과 TDM을 처리하는 SIU로 이루어져 있으며 Egress부분은 Packet을 처리하는 GbE Interface와 TDM을 처리하는 network Interface로 구성되고, 이를 스위칭할 수 있는 DATA/TDM 스위치로 구성된다. GbE Packet 입력단의 경우 PIU(Packet Line Card)내의 Packet Processor에 탑재 되어야 하며 TDM기반으로 SIU(SDH Line card)를 통해 Transparent하게 전송된 Packet이 GbE를 통해 전송되는 경우를 위해 GbE 출력 인터페이스의 Packet Proc에도 위치하여야 한다. 두 개의 OAM 변환기는 분산된 구조를 가짐으로써 고속의 Packet 전송시 각 프로세스별 Overhead를 감소시키며 변환된 OAM 정보들은 GMPLS Routing시 제약 조건들로 이용될 수 있다.



[그림3] QoS 스위칭 시스템 기능 블록에서의 OAM 변환기

4. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 MSPPP 환경에서의 각 망별 OAM 기능에 대해 살펴보고 이를 상호 연동하기 위해 QoS 스위칭 시스템에서 제공하여야 할 Hardware to Protocol별 OAM 고려 사항과 Protocol to Protocol을 지원하기 위한 OAM IWF에 대해 기능별 매핑 테이블을 작성하였고 QoS 스위칭 시스템 기능 블록내에서의 Protocol간의 OAM 기능 전달을 위한 OAM 변환기를 설계해 보았다.

앞으로의 연구 과제로는 실제 MSPPP망에서 이종 장비간의 테스트베드를 통한 OAM IWF의 성능 테스트를 수행할 것이다.

참고 문헌

- [1] Kevin H. Liv, IP over WDM, QOptics Inc. oregon, USA, 2003
- [2] Mike saxton, Andy Reid, Broadband Networking:ATM, SONET/SDH, Artech House, Sepetmber, 1997
- [3] Walter Goralski, SONET/SDH Third Edition, McGrawHill, October 2002
- [4] Requirements for Operation & Maintenance functionality for MPLS networks (Y.1710), ITU-T, November 2002
- [5] Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks (Y.1711), ITU-T, November 2002
- [6] Protection switching for MPLS networks, ITU-T, April 2003
- [7] Thomas D. Nadeau, David Allan, Satoru Matsyshima, OAM Requirements for MPLS Networks, IETF, Internet Draft, June 2003
- [8] David Allan, A Framework for MPLS Data Plane OAM, IETF Internet Draft, October 2003
- [9] Requirements for OAM functions in Ethernet based networks (Y.1730), ITU-T
- [10] OAM Function and Mechanisms for Ethernet Based Networks (Y.17ethoam), ITU-T
- [11] Physical layer Ethernet OAM Requirements (Contribution), ITU-T
- [12] Larry L. Peterson and Bruce S. Davie Computer Network, a systems approach, 2.edition, organ Kaufmann Publisher, pages 246 - 366, 2000
- [13] Generic Framing Procedure (GFP), ITU-T