

Optical Network을 위한 OAM 기술의 발전 방향

김철수*, 양윤진**, 강수진**, 김영부***

*인제대학교 컴퓨터공학부, **인제대학교 전산학과대학원, ***한국전자정보통신원 네트워크 기술 연구소 통신망 연구팀

I. 서 론

단순한 검색과 이메일 등에 이용되던 인터넷은 최근 사용자들의 다양한 요구로 인해 원격회의 등의 실시간 동영상 서비스와 같은 멀티미디어 서비스에 이용되고 있다. 더욱이 xDSL, CATV 등의 초고속 인터넷의 보급으로 인해 사용자의 수와 데이터 트래픽의 증가로 IP 데이터 트래픽의 양은 기하급수적으로 증가하고 있는 상황이다. 이러한 트래픽의 증가로 인해 네트워크 노드 상의 처리율(Throughput)이 테라 바이트까지 이르러 기존의 네트워크 구조에서 수용할 수 있는 능력의 한계에 가까워지고 있으므로 추가적인 망의 확장이 필요하다. 그러나 무료로 제공되는 인터넷 서비스는 망 사업자들에게 수익성을 전혀 보장하지 못해 망의 확장이 필요하지만 현재 상황으로는 추진이 어려운 실정이다^[1].

Full Optical Network의 도입을 위해서는 망설치 비용과 유지보수 비용이 망사업자에게 보장되어야 하고, 망의 실시간 유지보수를 망사업자가 책임지는 형태가 될 것이다. 망사업자들에게 수익성을 보장해주고 사용자들의 트래픽 요구를 만족시켜주는 대책으로 IP Charging이 대두되고 있다. 아직 표준화 작업은 이루어지지 않았지만 ITU-T SG3 및 여러 사설 표준화 단체에서 활발히 연구 중인 분야이다.

본 고에서는 IP Charging의 적용을 가정하고 OAM에 대해 서술하고자 한다. II에서는 OAM의 필요성을 III에서는 현재 인터넷상의 OAM 기능들에 대해서 살펴보고, IV장에서 IP over

DWDM 네트워크 구조에서의 OAM 발전 방향을 제시한 후 결론을 짓고자 한다.

II. Technical Issue

IP Charging을 도입하기 위해서 QoS 보장이 되어야 하며 망의 관리, 제어, 감시기능이 제공되어야 한다. ATM의 이러한 통신망의 관리, 제어, 감시기능을 ITU-T의 권고안 I.610에서 OAM (Operations, Administration and Maintenance)으로 정의하고 있다. OAM은 통신망의 영역에 따라 F1~F5의 다섯 계층으로 이루어져 있다. F1~F3 OAM은 물리계층에서 수행되며 고장의 발생을 알리고 시그널을 감시하는 기능을 가지는데, F1은 재생기 구간, F2는 디지털 구간, F3는 전송 패스 구간을 각각 가리킨다. F4~F5 OAM은 ATM에서 사용되는 것으로 F4는 Virtual Path, F5는 Virtual Channel 영역을 가리키고 성능 관리기능과 연결성 검사기능 등을 수행한다^[2].

IP over ATM over SDH/SONET over DWDM의 구조를 가지는 현재 네트워크에서의 QoS는 IP 헤더에 TOS(Type Of Service) 필드가 존재하여 프로토콜별로 서로 다른 특성을 가진 서비스를 제공하도록 정의 되어 있지만 실제 사용되지 않고 있으며, OAM 기능은 ATM과 SDH/SONET의 계층에서 제공하고 있다.

현재 네트워크는 IP, FR/ATM, SDH/SONET, DWDM 등이 구조상으로 혼합된 여러 가지 계

층 구조를 가지며, 각 독립적인 계층의 운용체계는 서로 다른 계층간에서 복잡한 형태로 운용되고 있다. 그러나 앞으로의 네트워크 모델은 계층을 단순화 시키고 많은 트래픽을 전송할 수 있는 형태로 진화될 것이다. 오늘날 네트워크 구조의 최종 목표는 IP over DWDM의 구조이다^[3]. 그러나 망 진화 과정에서 기존의 ATM과 SDH/SONET에서 제공하던 OAM 기능을 IP나 DWDM에서 수용해야 할 것이다.

III. 현재 인터넷상의 OAM

1. 물리 계층의 보호와 복구

통신망에서 장애 발생시 물리적으로 대처하는 방법으로 보호(Protection)와 복구(Restoration)가 있다.

보호는 장애 혹은 노화되어 있는 전송 장치를 노드 사이에 미리 할당되어 있는 용량으로 교환하여 네트워크 생존성을 유지하는 방법이고 주로 링 형과 메쉬 형 네트워크에서 이용되고 있다. 보조 선로를 할당하는 방식은 1:1, 1+1, N:1, M:N 네 가지 방법이 있는데 1:1과 1+1 보호는 하나의 주 선로에 보조 선로를 하나씩 할당하는 방식으로, 1+1 보호는 정보를 양쪽 선로에 동시에 전송하고 1:1 보호는 한쪽 선로 고장 시 보조 선로가 활성화되어 전송한다. N:1 보호는 여러 개의 주 선로에 하나의 보조 선로를 할당하는 방식을 말한다. 그리고 M:N 보호는 여러 개의 주 선로에 여러 개의 보조 선로를 할당하는 방식이며 N은 M보다 작게 설정한다. 보호는 빠르고 간단한 생존 방법이지만 보조 선로가 미리 할당되어 있어야 하기 때문에 네트워크의 이용 효율이 낮고 광섬유 레벨에서 보호하기 때문에 정밀하지 못한 단점이 있다.

복구는 장애 개체를 대체할 수 있는 전달 개체를 찾기 위해 노드 간에 가능한 용량을 이용하며 메쉬 형 네트워크에서 주로 사용된다. 복구는 장애가 발생했을 때, 장애가 발생한 네트워크 개체

를 회복시키기 위해 새로운 경로를 찾는 재라우팅 알고리즘을 기반으로 하고 있다.

복구는 제어 방식에서 집중(centralized)과 분산(distributed)으로 나뉘어 지는데, 집중 제어 방식은 모든 복구 과정을 하나의 제어장치가 관리하고 분산 제어 방식은 네트워크의 각 노드의 제어장치가 관리한다. 집중 제어 방식보다 분산 제어 방식이 복구 속도가 빠르지만 네트워크의 각 노드가 제어장치를 가지고 있어야 한다는 단점이 있다.

또한, 재라우팅이 이루어지는 시점에서 동적(dynamic)으로 혹은 사전 계획(pre-planned) 방법으로 나뉘어진다. 동적인 복구는 네트워크에서 장애가 발생할 때마다 재라우팅하여 그 경로로 대체하는 방법이고 사전 계획 복구는 사전에 계산된 경로로 대체하여 복구한다. 사전 계획 복구가 동적 복구보다 빠르지만 항상 재라우팅 테이블의 갱신을 요구한다.

광 전송망에서의 보호와 복구에 대한 자세한 내용은 전기공학회 2월호의 "광 네트워크에서 보호(Protection)와 복구(Restoration)"를 참조 하길 바란다^[4].

2. PSTN(공중 전화망)의 OAM

음성 서비스를 제공하기 위해 서비스 중인 PSTN 망은 현재 서비스되고 있는 망 중에서 가입자 망과 중계선 망의 유지보수 차원의 OAM 기능이 구현되어 있다. PSTN의 OAM은 가입자선을 접합시키는 가입자 회로와 디지털 중계 접합 장치가 OAM 기능을 가진다.

가입자 회로가 가지는 OAM 기능은 BORSCHT라 하며, 가입자 선로에 통화 전류를 공급(B: Battery feed)하고 외부의 과전압으로부터 교환기의 내부 회로를 보호(O: Overvoltage protection)하는 기능을 가진다. 또한, 가입자 호출 신호, 즉 Call signal을 송출하는 기능(R: Ringing)과 Hook ON/OFF를 포착하고 다이얼 펄스, 응답신호를 검출하여 가입자선의 상태를 나타내며(S: Supervision), 아날로그 음성 신호와 PCM 신호 간의 상호변환(C: Coding

decoding), 2선식의 아날로그 신호를 PCM 4선 식으로 송수신하기 위한 상호변환(H : Hybrid), 가입자와 교환기측의 시험 장비를 연결시켜주는 기능(T : Testing)을 가진다.

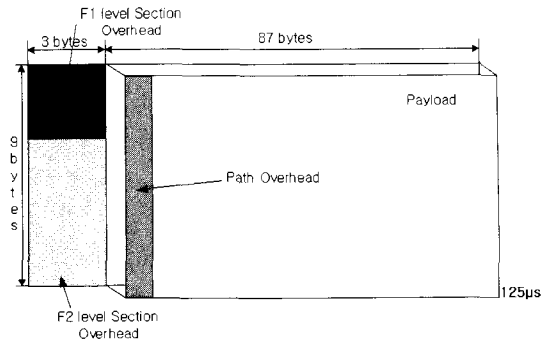
디지털 중계 접합 장치의 OAM 기능은 GAZ-PACHO라고 하며, 발신 시에 프레임 동기화(G : Generation of frames)하고 정렬(A : Alignment of frames)하며, 클럭에 관련하여 Zero Sequence를 억제하는 기능(Z : Zero string suppression)을 가진다. Bipolar와 Unipolar 간의 변환(P : Polar conversion), 로컬과 원격의 경보 및 클럭 경보의 처리(A : Alarm processing), 수신 데이터 검출을 위해 클럭을 재생(C : Clock recovery)하고 수신시의 프레임 동기화(H : Hunt during reframe) 그리고 Office Signalling(O)의 기능이 있다.

PSTN 망은 과금 체계가 정착되어 있고 가입자망과 중계선의 유지보수 차원의 OAM이 잘 구축되어 수행되고 있다. 그러나 전송방식이 아날로그 형식이고 서비스의 종류가 다양하지 않기 때문에 현재 사용자의 요구를 수용할 수 없으므로 현재 네트워크에 적합하지 않은 망이다. 따라서 본 고에서 다루고자 하는 OAM 기능들과는 연관성이 없다.

3. SDH/SONET의 OAM&P(Provisioning)

SDH/SONET은 F1, F2, F3 level의 OAM을 제공하며, 전송 프레임의 SOH(Section Overhead)와 POH(Path Overhead)로 OAM 정보를 전송한다. F1과 F2의 OAM 정보는 SOH에, 그리고 F3의 OAM 정보는 POH의 특정 바이트를 이용한다. 전송 프레임상의 SOH와 POH의 위치는 <그림 1>에 나타내고 자세한 Overhead byte는 <그림 2>에 나타내고 있다. OAM에 필요한 정보를 전송하는 특정 바이트들은 <그림 3>에서 잘 나타내고 있으며 자세한 내용은 G.707를 참조하길 바란다.

SDH/SONET 망은 성능을 평가하고 보호하기 위해 망에서 수행되는 기능의 정보를 수집하는 Prformance monitoring과 선로나 장치의



<그림 1> SONET STS1의 Overhead 위치

	1	2	3	
1	A1	A2	J0/Z0	J1
2	B1	E1	F1	B3
3	D1	D2	D3	C2
4	H1	H2	H3	H4
5	B2	K1	K2	G1
6	D4	D5	D6	F2
7	D7	D8	D9	Z3
8	D10	D11	D12	Z4
9	S1/Z1	M0 or M1/Z2	E2	Z5

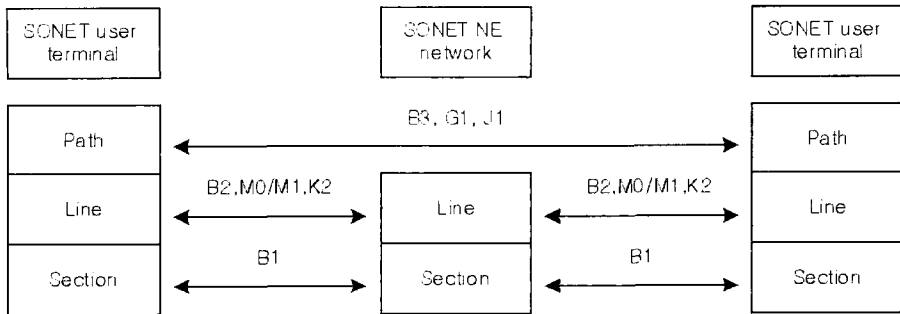
Transport Overhead Path Overhead

<그림 2> SDH/SONET의 Overhead byte

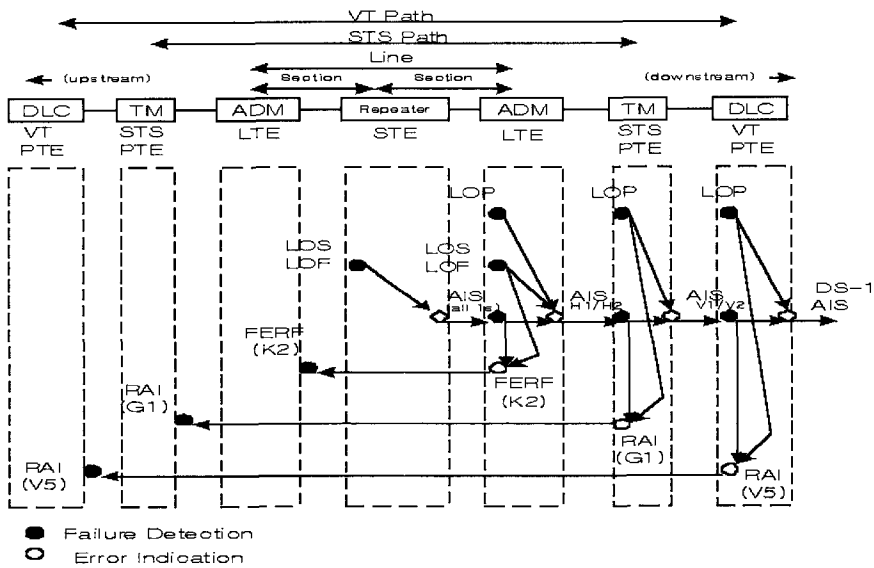
고장을 발견, 격리하고 복구하는 Fault management 기능을 가진다.

오버헤드 바이트를 살펴보면, SOH로 수행되는 F1 OAM Flow는 B1byte를 사용하여 BIP-8(Bit Interleaved Parity)로 시그널을 감시하고, F2 OAM Flow는 B2 byte를 사용하여 전달하는 BIP-8 방식과 REI(Remote Error Indication)의 정보를 가진 M0/M1 byte로 시그널을 감시한다. F3 level에서는 POH의 J1, B3, G1 byte를 이용한다. J1 byte는 Path 영역의 연결성을 검사하고 B3 byte는 BIP-8로, G1 byte의 1~4 bit REI 필드를 이용하여 시그널을 감시한다.

SDH/SONET의 Fault management 기능은 SOH의 K1, K2 byte로 수행된다. SDH/SONET은 APS(Automatic Protection Switching)가 기본적으로 제공되는데 일반적으로 SDH/



〈그림 3〉 OAM&P user information



〈그림 4〉 Failure States and Alarm events

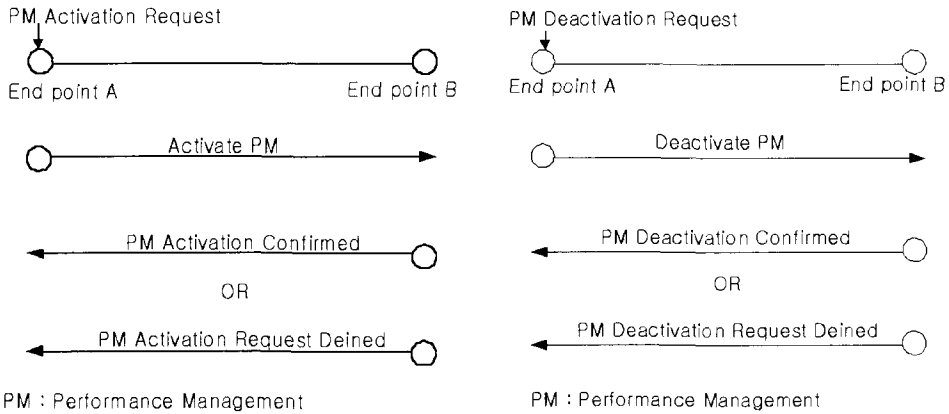
SONET의 APS는 1+1 혹은 1:1의 Protection 방식을 채택하고 있다. APS는 F2 계층에서 수행하고 수신한 신호의 에러, 장비의 고장, AIS(Alarm Indication Signal)나 RDI(Remote Defect Indication)의 발견 시 시작되며 AIS/RDI 시그널은 SOH의 K1, K2 byte로 수행된다. AIS/RDI 시그널이 발견되면 선로에 문제가 생겼다는 것이므로 다중화기 간에 미리 할당된 보조 선로로 전환한다. 그리고 신호의 수신 에러는 LOS(Loss of Signal), LOF(Loss of Frame) 그리고 LOP(Loss of Pointer)로 구별된다. 〈그림 4〉는 고장 발견시의 신호 발생을 나타낸 것으로 FERF(Far End Receive Fail-

ure)는 RDI-L(line, F2 level)를 일컫는 다른 말이며, RAI(Remote Alarm Indication)는 RDI-P(Path, F3 level)를 나타낸다^{[5][6]}.

4. ATM에서의 OAM

ATM은 언급한 바 있는 SDH/SONET의 F1, F2, F3 및 F4, F5 level의 OAM 기능을 제공한다. F4 OAM 정보는 VP-OAM 셀을 이용하고 F5 OAM 정보는 VC-OAM 셀을 이용하여 수행되는데, ATM에서의 OAM 셀의 식별을 위한 헤더의 형태는 〈표 1〉과 같다.

F4 OAM 정보 전송을 위한 OAM 셀은 VPC(virtual path connection)의 VCI(virtual



〈그림 5〉 Performance Management Activation/Deactivation handshaking

cannel identifier)에 의해 식별되고 F5 OAM 정보 전송을 위한 OAM 셀은 VCC (Virtual Channel Connection)의 정해진 PTI(Payload Type Identifier)를 이용하여 식별한다.

ATM의 OAM도 SDH/SONET와 마찬가지로 Fault Management와 Performance monitoring 부분으로 나눌 수 있는데, Fault Management 부분에는 AIS/RDI, Continuity Check, Loopback이 포함된다. Performance Management는 Performance monitoring의 기능에 들어간다. 그리고 중단 간에 정의하여 사용되는 System Management 기능도 있다.

VP와 VC 레벨에서의 AIS 셀은 물리 계층에서의 고장 탐지에 의해서 생성된다. RDI 셀은 VPC/VCC의 고장을 인식하거나 VP-AIS 셀을 감지하였을 경우에 생성되며, 전송 방향의 반대 방향으로 VC의 중단점까지 전송된다. AIS와 RDI 상태의 해제는 3초 동안 AIS와 RDI 셀을 받지 않거나 사용자 셀이나 CC 셀과 같은 유효한 셀을 수신할 때 이루어진다.

VPC/VCC의 CC(Continuity Check) 셀은 사용자 셀이 보통 1초 동안 수신 안 되고, 고장도 인지되지 않는 경우에 전송 방향으로 이 셀을 보내어 VPC/VCC의 연결성을 검사하는 역할을 한다. 사용자 셀 혹은 CC 셀이 3.5(±0.5) 초간 수신되지 않을 경우 AIS, RDI 셀이 망에 생성되어 전송되고 LOC(Loss Of Continuity) 상

〈표 1〉 ATM OAM 셀의 헤더 포맷

Flow		VPI	VCI	PTI
F4	Segment	x	3	k
	End-to-end	x	4	k
F5	Segment	x	y	4
	End-to-end	x	y	5

태임을 알린다.

ATM은 망과 장치의 고장 위치를 알아내고 회선의 연결성 검사와 고장 위치 구분(fault localization)을 수행하기 위해 Loopback 셀을 이용한다. Loopback은 중단 대 중단간 그리고 세그먼트 영역에서의 Loopback으로 구분되며, 중단 대 중단간의 Loopback의 경우 연결되어 있는 임의의 노드에서 삽입, 감시될 수 있지만 중단점만 제거할 수 있다.

ATM은 성능감시를 위하여 N개의 사용자 셀 전송 후 PM 셀을 삽입한다. 특정 셀을 수신한 후 다음 특정 셀이 수신될 때까지 셀을 카운트하여 N개 보다 적으면 셀의 손실을, 많으면 셀이 중간에 오삽(misinsertion) 되었음을 알 수 있다. N의 크기는 128, 256, 512, 1024, N이며 TMN(Transfer Management Network) 혹은 사용자의 요구에 의해 연결 설정 시에 〈그림 5〉와 같이 중단 간의 “handshaking” 과정을 거쳐 시작된다.

마지막으로 System management OAM 셀은 종단 노드 간에 사용되며 종단 노드에서만 삽입 제거할 수 있다.^{[2][7][8]}

5. GMPLS의 Link 관리

GMPLS(Generalized Multiprotocol Label Switching)는 DWDM의 발전으로 인해 MPLS를 광 파장영역까지 일반화시킨 것으로, <그림 6>과 같이 PSC(Packet Switch Capable), L2 SC(Layer-2 Switch Capable), TDM(Time-Division Multiplex Capable) 등 여러 형식의 스위칭을 제공하고 있다. GMPLS는 DWDM의 발전으로 인한 wavelength의 수용력이 급증함으로 링크의 수가 많아 링크를 각각 관리하기가 어렵다.

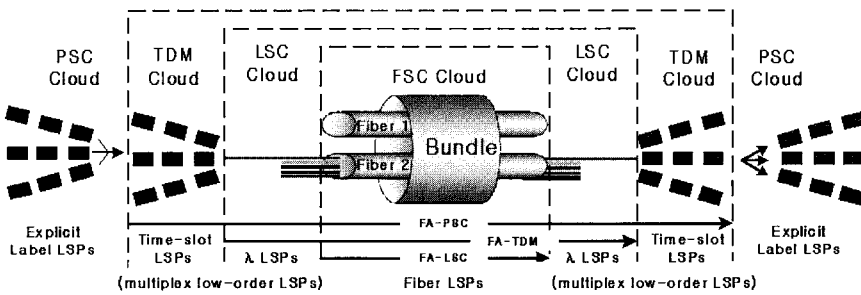
그래서 <그림 7>과 같이 여러 개의 링크를 묶어 함께 관리하는 Bundling이라는 개념이 등장하였다. 또한, 네트워크의 효율을 높이기 위하여 GMPLS에서는 제어평면과 사용자 평면을 분리

하였다. 제어평면과 사용자 평면의 분리로 인한 제어채널의 관리와 Bundled 링크들의 속성 교환은 LMP(Link Management Protocol)라는 프로토콜을 이용한다. LMP는 광전송 계층에서의 GMPLS 신호 및 라우팅을 위하여 TE 링크의 설정, 관리하는 데 사용하고 있다. <그림 8>은 전송망에서의 LMP의 관리 영역을 표현한 것이다.

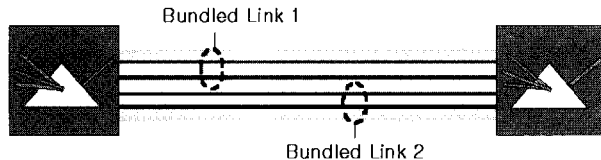
LMP 메시지는 기존의 IP 패킷에 UDP 형식으로 캡슐화 되어 전송되며 <표 2>와 같이 제어채널의 관리, 링크 속성 관리, 링크 연결성 확인, 결함 관리 등의 기능을 가진다.

제어채널 관리 기능은 제어채널이 데이터채널과 분리되어 있어 링크의 연결성에 대한 상관관계가 없기때문에 제어채널의 연결성을 검사하는 기능을 가진다. 연결성을 확인하기 위해 Hello 메시지를 이용하고 Hello 메시지 전송 간격과 Dead Interval의 동작타이머를 협상한다.

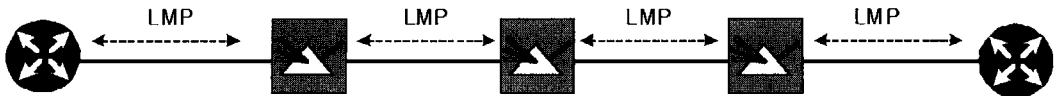
링크 속성 관리 기능은 LMP의 가장 핵심적인



<그림 6> GMPLS의 LSP



<그림 7> Bundled Link



<그림 8> Link Management Protocol의 관리 범위

〈표 2〉 LMP의 Message 종류

기 능		메 시 지
제어채널관리	파라미터 협상	Config, ConfigAck/Nack
	Keep-alive	Hello
링크 속성 교환	링크 요약 정보	LookSummary, LookSummaryAck/Nack
연결성 검증	검증 개시	BeginVerify, BeginVerifyAck/Nack
	검증 수행	Test, TestStatusSuccess/Failure, TestStatusAck/Nack
	검증 종료	EndVerify, EndVerifyAck
링크 장애 관리	장애 통보 채널 활성화	ChannelStatus, ChannelStatusAck
	채널 상태 조회	ChannelStatusRequest, ChannelStatusResponse

기능으로 TE 링크를 기본 관리단위로 수행한다. TE(Traffic Engineering) 링크는 논리적인 개념이며 할당된 물리적 자원과 속성에 대한 정보를 그룹화, 매핑하는 방법을 말한다. GMPLS에서 사용하는 Bundled 링크는 링크 식별자와 label이 포함된 TE 링크의 한 종류이며, LMP는 TE 링크의 식별자와 TE 링크에 포함되는 데이터 링크의 정보를 전송한다. 전송되는 데이터 링크 정보는 할당된 링크, 데이터링크 식별자, 인터페이스 타입(packet, TDM, λ, port) 등이 있다.

링크 연결성 확인은 데이터 링크를 할당하기 전에 데이터 링크의 연결성을 테스트하는 기능을 말한다. 광 전송망은 데이터 링크를 할당한 후에는 투명하게 스위칭하기 때문에 링크 연결성 확인 작업이 꼭 필요하다.

결함 관리 기능은 포토닉 기반의 광 네트워크의 장애를 관리하는 기능으로 결함의 발견시 결함 여부를 확인하여 결함을 국부화 시킨다. 채널 상태를 질의 할 수도 있고 채널을 활성화, 비활성화 시키는 기능도 포함한다.

LMP는 Performance Monitoring과 같은 OAM 기능을 제공하지는 않는다. 그러나 광 전송층의 발전으로 GMPLS에 의해 제시된 Bundled 링크를 제어하기 위해 나타난 프로토콜이며, Bundled 링크 관리는 광 전송층이 발전할수록 그 중요성이 부각될 것이다^{[9][10]}.

6. IP에서 제공하는 OAM

IP는 신뢰성이 없는 비연결 프로토콜로 OAM은 거의 제공되지 않고 있다. 종단간의 패킷 내용에 대한 오류 제어도 상위 프로토콜에서 제공하며 경유하는 노드 간 전송은 전혀 책임지지 않는다. 그러나 Ping 명령어를 사용자가 직접 입력하는 방식으로 ATM에서 가지고 있는 Loopback 기능을 제공하고 있다.

IV. IP over DWDM 방향일 때의 OAM

앞서 서술한 것처럼, 현재 네트워크 모델(IP over ATM over SDH/SONET over DWDM)에서 IP over DWDM의 네트워크 모델의 형태로 발전 한다면 ATM과 SDH/SONET이 가지고 있던 OAM 기능들은 IP와 DWDM의 계층으로 각각 흡수되어야 한다.

네트워크에서 기본적으로 제공되어야 하는 OAM 기능들은 Performance Monitoring 부분의 Performance Management와 BIP-8과 같은 시그널 감시 기능, Fault Management의 AIS/RDI, Continuity Check, Loopback, 그리고 마지막으로 System management 등이 있다. 그러나 DWDM 시스템은 단순히 데이터를 전송

하고 스위칭하는 기능만을 가지고 있어 ATM의 OAM 기능들은 DWDM 계층에서 수용하기 힘들다. DWDM에서 가질 수 있는 OAM 기능으로는 LOL(Loss Of Light)을 감지하여 AIS/RDI의 시그널을 송출하는 것뿐이므로 나머지 OAM 기능들은 모두 IP 계층에서 수용되어야 한다.

IP에서 수용되어야 할 OAM 기능 각각에 대해 살펴보면, ATM에서의 Performance Management는 사용자의 요청으로 시작되고, activation/deactivation 절차에 의해 모니터링 패킷 수가 결정된다. 이는 사용자에 의해 실행되므로 IP가 보장형(guaranteed) 서비스를 제공할 수 있도록 하기 위해 필요한 기능이다. ATM에서의 CC는 데이터 전송 중에 사용자 데이터가 없음을 나타내는 기능으로 TCP/IP의 session 유지 기능과 유사하다. 이 기능은 besteffort 서비스가 아닌 guaranteed 서비스로 진화하는 IP에서 수용해야 할 기능이다. 또한, Loopback은 현재 IP의 ping 기능과 유사하지만 Fault localization 측면에서 Loopback 노드 ID의 지정이 다소 유연해야 한다.

만약 DWDM 교환기(OXC)가 좀더 지능화되어 Performance Monitoring 등의 기능을 포함할 수 있다면, IP는 많은 OAM 기능을 가지지 않아도 된다. 하지만 아직 DWDM 장비의 지능화는 미지수이고 현재의 장비로는 LOL을 인지하고 결함을 알리는 시그널 송출 기능만을 가질 수 있다. IP에 OAM 기능 추가할 때, 본문에서 다루었던 LMP의 링크 관리 기능도 추가한다면 광 전송망 기반의 네트워크의 관리가 더욱 쉬워질 것이다.

아울러 국내에 약 수백개의 노드를 필요로 하던 기존의 PSTN 망과는 달리 DWDM 망은 수십개 정도의 노드만 필요하다. TMN에 의해 네트워크 노드를 관리하는 것이 기존의 ATM 망이나 PSTN 망보다 간단하므로 DWDM 망에서는 TMN에 의한 OAM 기능의 강화가 필요할 것이다.

V. 결 론

본 고에서는 현재 인터넷 상에서 이루어지고 있는 OAM에 대한 내용과 IP over ATM over SDH/SONET over DWDM의 여러 계층으로 이루어진 네트워크가 IP over DWDM으로 발전할 경우, 기존의 ATM과 SDH/SONET에서 담당하고 있던 OAM을 IP와 DWDM 두 계층에서 분담해야 한다는 내용을 다루었다.

Optical Network에서 가져야 할 OAM 기능들은 OAM이 가장 잘 정의되어 있는 ATM의 OAM 기능에 중점을 두었다. IP와 DWDM 계층의 OAM 기능 분배는 DWDM 계층이 물리적인 LOL을 식별하고 AIS/RDI 신호를 송출하는 기능을 가지고 나머지 기능은 IP가 수용하는 방향으로 제시하였다. 또한, LMP와 같이 IP는 광 전송망의 발전으로 증가하는 링크의 수를 관리하는 기능도 포함해야 한다. 그러나 기존 프로토콜과의 호환성 문제가 예상된다.

현재 네트워크 구조를 단순화하고 많은 트래픽을 처리하는 방법으로 여러 가지의 네트워크 모델이 제시되고 있지만, 망사업자의 입장에서 필요한 OAM 기능은 간과되고 있다. 그러나 OAM 기능은 QoS의 제공을 위해 새로운 네트워크 설계시 꼭 첨가되어야 한다. 차후 본 고에서 다루었던 IP 계층에 OAM 기능을 추가하는 자세한 내용에 대한 연구가 이루어져야 한다. 또한, 이 연구는 IETF의 AAA(Authentication, Authorization and Accounting) 그룹에서 진행 중인 인증 및 과금을 위한 프로토콜 개발과 같은 IP Network에서 Charging 연구와 함께 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Mallik Tatipamula, Bhumip Khasnabish, *Multimedia Communications Networks*, Artech House Inc., 1998

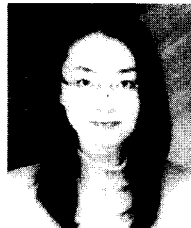
- [2] ITU-T, *Draft Revised version of I.610*, 1998
- [3] Peter Tomsu, Christian Schmutzer, *Next Generation Optical Networks*, Prentice-Hall PTR, 2002
- [4] 한치문, 이순석, 김영부, *광 네트워크에서 보호(Protection)와 복구(Restoration)*, 전자공학회지, 2003-2월호, 02, 2003
- [5] Walter J. Goralski, *SONET Second Edition*, McGraw-Hill, 2000
- [6] ITU-T, 권고 *G.707* 동기식 디지털 계층(SDH)에 대한 통신망 노드 인터페이스, 1996
- [7] 김선미, *ATM 교환기의 가입자망 OAM 기능*, 10, 1993
- [8] Othmar Kyas, Gregan Crawford, *ATM Networks*, Prentice Hall, 5, 2002
- [9] IETF, *Link Management Protocol (LM P) for DWDM Optical Line Systems*, 08, 2002
- [10] IETF, *Generalized Multi-Protocol Label Switching(GMPLS) Architecture*, 08, 2002

저자 소개



金喆秀

1985년 1월~2000년 7월 : 한국 전자통신연구소 선임연구원, 1993년~1996년 : 한국통신기술협회 SG국내연구단 간사, 1993년 : ITU-T SG3, SG11, SG13 한국대표의원, 2000년 : IPv6 포럼코리아 정보가전분야 워킹그룹의장, 2000년~2002년 : ITU-T SG3 Q.6 Rapporteur, 표준 전문가 위원, 2000년 7월~2001년 7월 : (주)위즈넷 공동대표, 2001년 9월 : 인제대학교 컴퓨터공학부 조교수, <주관심 분야 : 프로토콜, Traffic Engineering, ATM 및 IP Charging>



梁允珍

2003년 2월 인제대학교 정보컴퓨터공학부 졸업, 2003년 인제대학교 전산학과 석사 과정



姜秀珍

2002년 2월 인제대학교 정보컴퓨터공학부 졸업, 2002년 인제대학교 전산학과 석사 과정



金榮夫

1982년 한양대학교 전기공학과(공학사), 1984년 한양대학교 전기공학과(공학석사), 1984년~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원, 광네트워크구조팀장, <주관심 분야 : 광인터넷, 광인터넷 진화 전략, 네트워크 구조 및 망 계획, 개방형 네트워크 구조>