

BcN을 위한 네트워크 생존성 기술

한국전자통신연구원 전경규, 송종태, 김영부

목 차

I. 서론

II. BcN-OAM (Operation, Administration & Maintenance) 구성요소

III. BcN 자동보호절체

IV. 결론

I. 서론

BcN(Broadband Convergence Network)이란 지금보다 50배 이상 빠른 속도로 언제, 어디서나, 어느 기기로나 원하는 정보를 끊임 없이 획득, 이용 할 수 있는 “유비쿼터스 IT환경”의 기반을 다져나가기 위한 기반으로서 정통부에서 지난 2004년 2월에 “광대역통합망구축 기본계획”을 수립한 바 있다. “광대역통합망구축 기본계획”에 의하면 BcN은 통신, 방송, 인터넷을 대통합하고 나아가 홈네트워크, 지능형로봇 등 IT 신성장동력과 BT, NT 등 첨단기술 개발의 핵심인프라를 제공함을 목표로 하고 있다. 따라서 이와 같이 새로운 융합서비스를 제공하기 위해서는 서비스품질(QoS), 보안(Security) 및 주소자원(IPv6) 등 새로운 고도화 요구사항을 충족할 수 있는 망이 제공되어야 한다.

본 논문에서는 BcN에서 요구되는 서비스 품질을 만족시키기 위해 필연적으로 요구되는 BcN 망 생존 기술에 관해 기술한다.

망 생존이란 현재 서비스가 되고 있는 망에서 장애가 발생하여 서비스가 중단될 경우에 망에서 스스로 장애를 복구하여 서비스가 재 개시될 수 있도록 망에서 제공하는 수단을 말한다. 망 생존 기술은 장애 복구의 범주, 복구시간 및 시그널링의 필요성 등을 따라 두 가지 부류, 즉 자동보호절체 기술과 망복구 기술로 구분할 수 있다. 자동보호절체 기술은 점대점 혹은 환형으로 구성된 망에 적합하며 SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 망에서 주로 적용되어 왔던 기술이나 최근에는 MPLS (Multiprotocol Label Switching)와 이더넷 망에서도 적용할 수 있도록 ITU-T에서 표준화 작업이 진행 중에 있다. 망복구 기술은 자동보호절체기술과는 달리 메쉬 망에 적합하고 라우팅을 위한 시그널링이 제공되어야 하므로 IP 혹은 MPLS 망에 주로 적용되어 왔었다.

그러나 최근 들어 ITU-T에서는 SDH 혹은 OTN (Optical Transport Network)으로 구성된 메쉬 망에서 VC (Virtual Container) 또는 ODU (Optical Channel Data Unit) 단위로 자동

경로 설정이 가능한 ASON (Automatically Switched Optical Network) 기술을 개발하여 물리계층에 대해서도 망복구기능이 가능하게 되었다. 현재 ETRI에서 개발 중인 BcN장비는 Ethernet, MPLS 및 SDH 기반으로 각 계층별 자동절체 기능과 망복구 기능을 개발하고 있으며 향후 백본 망을 고려하여 OTH (Optical Transport Hierarchy)도 함께 고려하고 있다. 본 논문에서는 BcN에서 자동보호절체와 관련된 이슈에 대해서만 기술한다.

II. BcN-OAM (Operation, Administration & Maintenance) 구성요소

<표 1>은 BcN-OAM신호 중 BcN망의 생존성과 관련된 신호로서 자동절체 요구신호 혹은 자동망복구 요구신호로 각각 사용된다. BcN-OAM 신호는 각 계층별로 별도로 존재하며 용도에 따라 3가지 부류로 구분할 수 있으며 OAM신호의 역할에 대해 살펴 보면 다음과 같다.

<표 1> BcN 장애와 관련된 OAM 신호

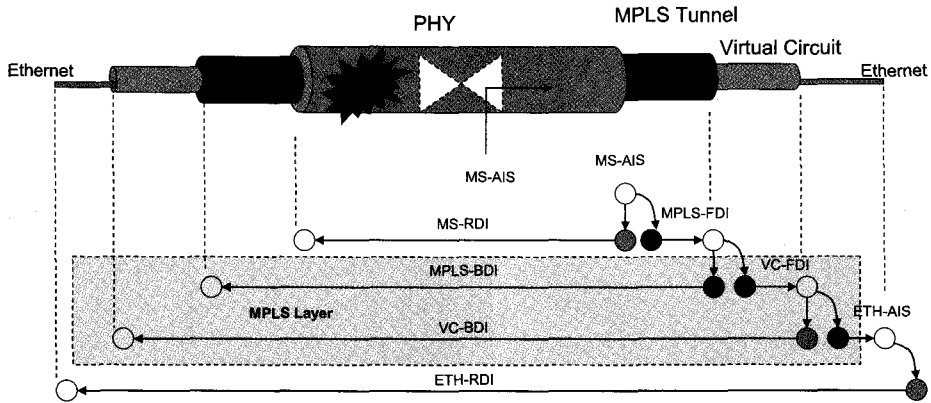
SDH	AIS, RDI	LOS, LOF, LOP	TIM
MPLS	FDI, BDI	CV, FFD	Mismerge, Mismatch
Ethernet	AIS, RDI	CC	Mismerge, Unexpected

1. Maintenance Signal

Maintenance Signal 는 서버계층 장애 시 클라이언트계층으로 장애를 알려주는 서버/클라이언트 관계로 동작한다. 만약 물리적인 링크 및 논리적인 경로상에서 장애가 발생하면 장애를 검출한 위치에서 AIS (Alarm Indication Signal) 또는 FDI

(Forward Defect Indication) 신호를 삽입한다. SDH의 광링크에서 장애 발생시 STM-N (Synchronous Transport Module -N) 프레임 중 중계구간 오버헤드를 제외한 나머지 프레임에 all "1"을 삽입하여 AIS 신호를 만들고, MPLS와 이더넷에서는 OAM 패킷의 OAM function type code-point에 FDI 혹은 AIS 에 해당하는 값을 삽입하여 만든다. AIS와 FDI 신호를 수신하는 sink 노드에서는 SDH 링크, MPLS LSP (Label Switched Path) 혹은 이더넷 flow에서 장애가 발생했음을 source 노드 쪽으로 알려주기 위해 RDI (Remote Defect Indication)와 BDI (Backward Defect Indication) 신호를 각각 사용한다. (그림 1)은 BcN이 제공하는 서비스 중 VPWS (Virtual Private Wire Service) 서비스에 대해 물리계층에서 장애가 발생한 경우에 어떻게 Maintenance Signal이 어떻게 전파되는지에 대한 예를 나타내었다. SDH 계층에서 케이블 절단 또는 시스템 장애가 발생할 경우에 SDH 중계기에서 MS-AIS신호를 삽입하고 단국장치에서 MS-AIS를 검출한다. 이때 검출된 MS-AIS 신호는 절체요구신호로 사용될 뿐 아니라, 역방향으로 MS-RDI를 삽입하고 SDH의 클라이언트인 MPLS 계층으로 MPLS-FDI 신호를 삽입시킨다. VPWS의 egress단에서 MPLS-FDI를 검출하고 역방향으로 MPLS-BDI 삽입 후 MPLS 터널의 클라이언트인 Virtual Circuit에 VC-FDI를 삽입시킨다.

여기서 MPLS-FDI신호는 MPLS 계층에 대한 절체요구신호로 사용된다. 한편 VC-FDI를 수신한 egress단에서는 역방향으로 VC-BDI를 삽입하고 Virtual Circuit의 클라이언트인 이더넷계층으로 ETH-AIS를 삽입한다. ETH-AIS를 수신한 이더넷 계층에서도 MPLS 에서와 같이 역방향으로 ETH-RDI를 삽입하고 ETH-AIS를 절체요구신



(그림 1) 서버/클라이언트간 Maintenance Signal 전파 구조

호로 사용한다.

2. Continuity Check 신호

Continuity Check신호는 신호의 유무를 검사하는 신호이다. SDH는 신호 송신단에서 프레임을 연속적으로 보내므로 광신호의 유무, 프레임 손실 및 포인터의 손실 등을 검사하면 쉽게 판단할 수 있다. 그러나 MPLS와 이더넷에서는 간헐적으로 패킷을 송신하므로 수신단에서 패킷손실을 판단하기가 쉽지 않다.

따라서 MPLS 계층에서는 CV (Connectivity Verification)와 FFD (Fast Failure Detection), 그리고 이더넷에서는 CC (Continuity Check)를 각각 정의하여 OAM 패킷을 통해 전송될 수 있도록 ITU-T Y.1711 과 G.ethoam에서 각각 정의하고 있다. CV는 매 1초 마다 송신하나 FFD는 송신 주기를 제어하여 10msec ~ 500msec 범위 내에서 송신할 수 있도록 되어 있다. 그러나 이더넷에서는 50msec 이내에 절체가 가능하도록 하기 위해 CC의 송신주기를 3.3msec로 하고 있다.

3. Connectivity Check 신호

Connectivity Check신호는 물리적/논리적 경로에 대한 설정 오류를 검사하는 신호로서, 오류로 판단될 경우 Mismatch 장애를 발생시킨다. SDH에서는 중계구간과 VC (Virtual Container) 구간에 각각 TTI (Trail Trace Identifier)가 정의되어 있으며, 송신단에서 보낸 TTI 내용과 수신단에서 운용자가 미리 설정해 놓은 내용이 서로 다를 경우 TIM (TTI Mismatch) 장애를 발생시킨다. MPLS에서는 LSP 단위로 경로설정오류를 검사할 수 있으며 Mismatch와 Mismerge 장애 발생 가능성이 있다. 설정된 LSP에 대해 egress 단에서 수신 TTSI (Trail Termination Source Identifier) 내용과 egress단에서 기대하고 있는 IP 주소가 서로 다를 경우 TTSI_Mismatch (Trail Trace Source Identifier Mismatch)를, 그리고 IP 주소가 동일한 경우와 그렇지 않은 경우가 반복될 경우 TTSI_Mismerge를 발생시킨다. 이더넷에서는 관리하고자 하는 이더넷 flow의 양 끝단을 MEP (Maintenance entity group End Point)라 하고 MEP의 묶음을 MEG (Maintenance Entity

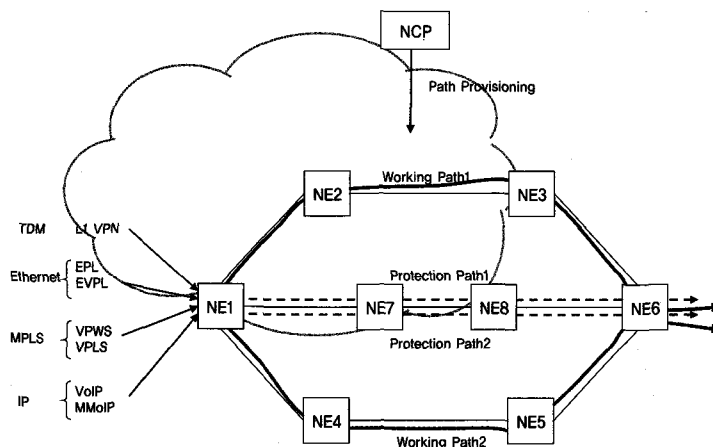
Group)라고 하며 잘못된 MEG 식별자가 수신될 경우는 Mismatch 장애, 그리고 MEG 식별자는 맞으나 MEP 식별자가 잘못되었을 경우 Unexpected 장애를 각각 발생시킨다.

III. BcN 자동보호절체

자동보호절체는 망의 토폴로지에 따라 점대점 방식의 선형절체, 자기치유기능을 가진 환형절체 그리고 메쉬형 절체로 나눌 수 있다. 구조적인 형태에 따라 선형은 1+1, 1:1, 1:N 그리고 N:M 방식이 있고 환형은 선형의 1+1 혹은 1:1을 응용한 UPSR (Unidirectional Path Switched Ring) 또는 BLSR (Bidirectional Line Switched Ring) 방식이 있다. 예비경로의 점유 방식에 따라 전용의 예비 경로를 두는 “Dedicated Protection” 방식과 예비 경로를 공유하는 “Shared Protection” 방식이 있다. 그러나 메쉬형인 경우 여러 노드 조합으로 경로가 구성되기 때문에 예비경로는 사전에 설정해 두어야 한다. 예비경로로 절체된 상태에서 운용경로에

서 장애가 해제된 경우 예비경로를 계속 점유하거나 그렇지 않고 원래의 상태로 되돌아 오느냐에 따라 복귀성과 비복귀성으로 나뉜다. 양방향으로 구성된 망에서 어느 한쪽 경로가 고장이 나도 양 방향 모두를 절체시키는 양방향 절체방식과 고장난 방향에 대해서만 절체시키는 단방향 절체 방식이 있다. 보호하고자 하는 프레임 혹은 패킷의 범위에 따라 오버헤드를 포함한 전 프레임을 절체시키느냐 오버헤드를 제외한 유료부하만 절체시키느냐에 따라 SNCP (Subnet Connection Protection)와 Trail Protection으로 나누어 진다. SNCP인 경우 서버 계층 장애 혹은 자기계층에서 검출된 장애를 이용하여 절체하는 반면 Trail Protection은 자기계층에서 검출된 성능정보도 함께 이용하여 절체시킬 수 있다. 절체처리 우선 순위에 따라서는 로크아웃, 강제절체, SF (Signal Fail)에 의한 절체 그리고 SD (Signal Degrade)에 의한 절체 순으로 절체가 이루어진다.

(그림 2)는 메쉬망으로 구성된 BcN에 적용 가능한 시나리오로서 운용경로 1, 2에 대해 전용의 예비 경로 1,2를 두어 보호절체를 할 수 있도록 한 구조이



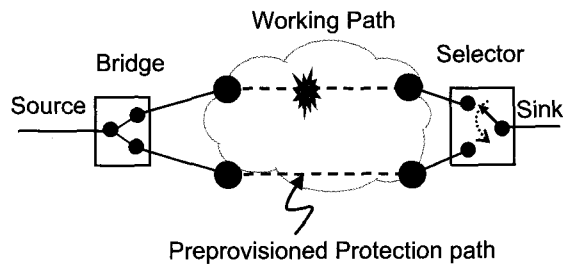
(그림 2) Protection을 위한 BcN 구조

다. 여기서 예비경로는 중앙집중망제어장치인 NCP (Network Control Platform)를 이용하여 자동으로 설정할 수 있다. BcN에서는 위에서 언급한 기술을 망 관리 운용전략에 따라 각 계층별로 서로 다르게 적용할 수 있도록 하고 있다. BcN은 TDM (Time Domain Multiplexing) 기반의 L1 VPN(Virtual Private Network) 서비스, 이더넷 기반의 EPL (Ethernet Private Line) 및 EVPL (Ethernet Virtual Private Line) 서비스, MPLS 기반의 L2VPN (Layer 2 Virtual Private LAN) 서비스 그리고 IP기반의 VoIP 및 MMoIP (Multimedia of IP) 등의 서비스를 제공할 수 있도록 설계되어 있고 IP계층을 제외한 물리계층, MPLS계층 그리고 이더넷 계층에 대해 보호절체가 가능하도록 되어 있다.

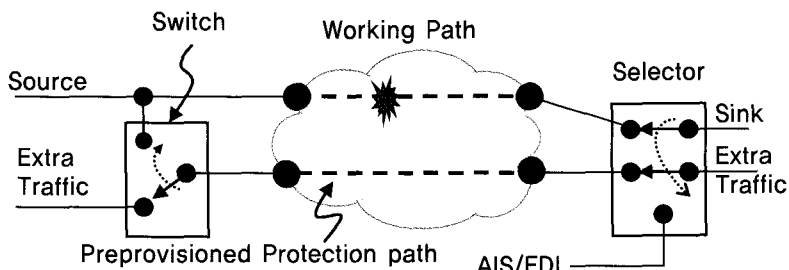
1. 물리계층에서의 보호절체

현재 BcN의 물리계층은 PoS (Packet over SDH) 기반 SDH, EoS (Ethernet over SDH) 그리고 GbE으로 구성되어 있으나 2.5G급 이상 대용량 디지털회선교환 기능을 고려하여 OTH (Optical Transport Hierarchy) 수용을 검토하고 있다.

일반적으로 물리계층에서는 1+1, 1:1, 1:N 및 M:N 방식을 사용할 수 있으나 BcN 장비에서는 EoS와 OTH의 링크 혹은 독립적인 경로 (VC-n, ODUk)에 대해서는 (그림 3)과 같은 1+1 방식 혹은 extra 트래픽을 수용할 수 있는 1:1 방식을 고려하고 있다. 1+1 구조는 신호송신단에서 운용경로와 예비경로를 브릿지시켜 트래픽이 두 경로를 통해 수신단에 전달될 수 있게 하여 수신단에서는 품질이 우



(a) Dedicated 1+1 protection



(b) Extra Traffic을 수용하는 1:1 protection

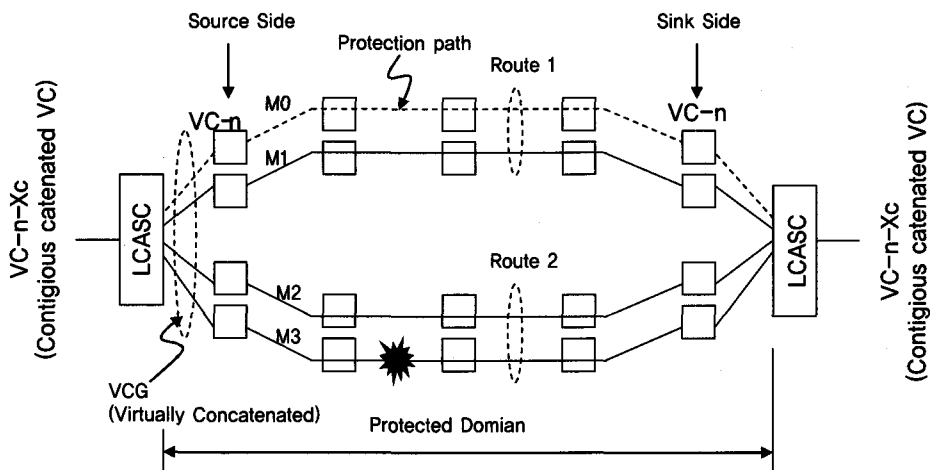
(그림 3) 1+1 과 1:1 절체

수한 경로를 선택하도록 하는 구조로서 제어프로토콜이 필요하지 않는 간단한 구조이다. Extra 트래픽을 수용하는 1:1 구조에서는 정상 동작 시 예비경로를 이용하여 Extra 트래픽을 수송하고 운용경로에서 장애가 발생하면 Extra 트래픽 수송을 중지시키고 예비경로로 절체시키는 방식이다. 이 방식은 신호송신단의 스위치를 먼저 제어한 후 신호수신단의 selector를 제어하는 방식으로서 절체제어를 위한 프로토콜이 반드시 필요하다. 또한 신호수신단에서는 Extra 트래픽을 수송하는 포트 쪽으로 반드시 AIS나 FDI신호를 삽입시켜 Extra 트래픽이 서비스가 되고 있지 않음을 알려줘야 한다.

한편 최근 들어 SDH/OTH에서는 이더넷, MPLS등과 같은 패킷 기반 트래픽을 효과적으로 수용하기 위해 입력 트래픽이 지닌 대역폭만큼만 링크에 대역폭을 할당할 수 있다. 그러나 SDH 망 또는 OTN에서는 계위별 최소 기본 단위로 처리되어 스위칭이 되므로 망의 에지 장비에서 링크 대역폭을 최소 기본 단위로 분리시켜 주고 분리되어 수신된 신호를 다시 결합시켜 복원시켜주는 기능이 필요하게 된

다. 이와 관련하여 링크의 대역폭을 최소 기본 단위로 분리시켜주는 VCAT (Virtual Concatenation)기술과 분리된 신호를 다시 원래 신호로 복원시켜 주는 LCAS (Link Capacity Adjustment)기술이 있다. 여기서 분리된 신호의 집합을 VCG (Virtual Container Group)이라 하며 VCG의 각 요소를 멤버라 부른다. LCAS는 VCG 멤버 중에서 장애 멤버를 제외시켜 줄어든 대역폭만으로 트래픽을 수송할 수 있게 하고 장애 멤버가 복구되면 다시 해당 멤버를 VCG에 포함시켜 원래의 대역폭으로 트래픽을 수송할 수 있게 하고 있다. 그러나 이 과정에서 장애 멤버가 제외되는 경우 원래의 대역폭이 줄어들어 트래픽간 충돌이 발생할 수도 있으므로 장애 멤버에 대한 절체도 필요하게 된다. 그러나 ITU-T에서는 아직 이와 관련된 문제를 언급하고 있지 않으므로 이를 해결하기 위한 하나의 방안을 (그림 4)과 (그림 5)에서 각각 소개한다.

(그림 4)은 SDH 망에서 VCAT된 신호가 서로 다른 경로를 통해 전달되는 경우에 대해 LCAS를 이용하여 절체할 수 있는 방안으로서 기존 VCAT 기



(그림 4) SDH VCG에 대한 LCAS 절체

술을 이용하여 예비 멤버를 미리 VCG에 등록시킨 후 운용 멤버 중에서 장애가 발생하면 이를 보호해줄 수 있도록 하는 구조이다.

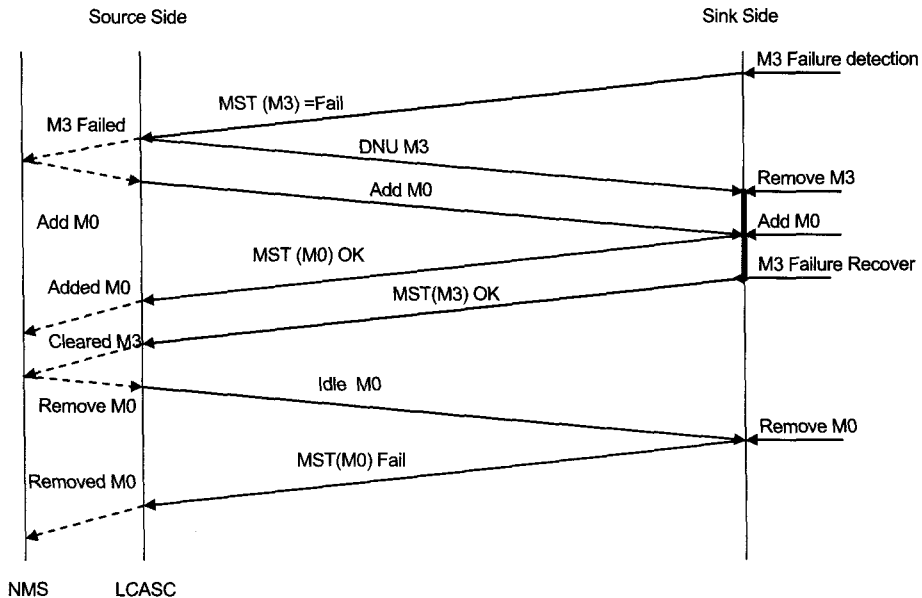
(그림 4)의 구조에서 멤버 M3에서 장애가 발생한 경우 LCAS를 이용하여 어떻게 M3를 보호할 수 있는지에 관해서 (그림 5)에서 설명한다. (그림 5)에서 sink side의 M3에서 장애가 검출되면 MST (Member Status) Fail 상태를 source side의 LCASC (LCAS Controller)에 알려준다. LCASC는 sink side로 M3 사용을 중지 하라는 명령 DNU (Do Not Use) 메시지를 보낸 후 NMS (Network Management System)에게 M3 가 장애 멤버임을 알려준다. NMS는 예비 멤버인 M0를 추가하라는 명령을 LCASC에 알려주고 LCASC가 M0를 추가하라는 명령을 sink side에 알린다. Sink side에서 M3 대신 M0를 추가함으로써 멤버 M3를 보호한다. 그러나 M3가 정상상태로 되돌아

오면 M0를 idle 상태가 되도록 하여 VCG에서 제외시키고 M0대신 M3를 다시 VCG멤버에 포함시켜 원래 상태를 유지하게 하는 한편 M0를 다른 멤버들이 사용할 수 있도록 비워둔다.

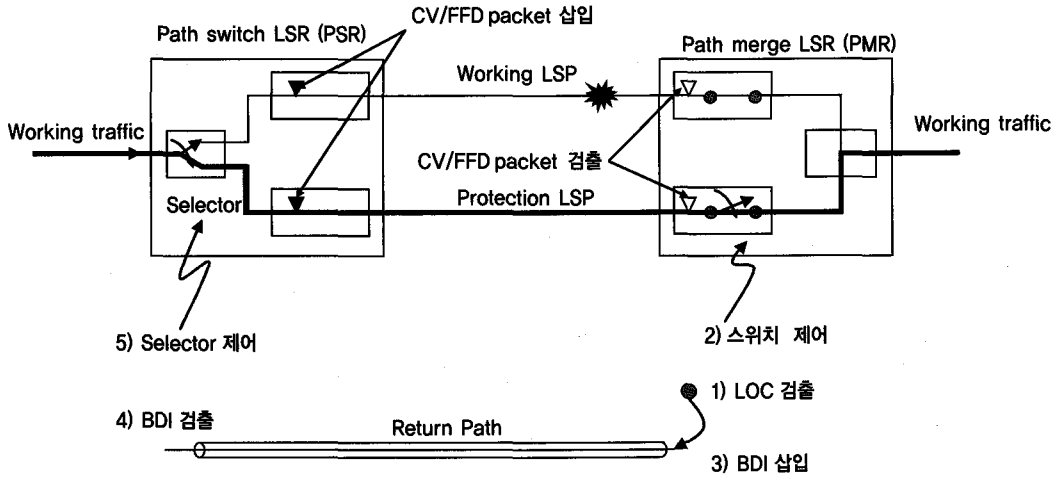
이와 같은 방법으로 LCASC와 NMS를 연동시킴으로서 자동적으로 LCASC에 의한 장애 멤버를 절체할 수 있도록 할 수 있다. 따라서 LCAS 절체는 단방향, 복귀성으로 동작되어야 하며 1:N 방식이나 VCG 멤버가 많은 경우에는 다수의 예비 멤버를 공유하는 "Shared Protection"방식으로 설계되어야 한다.

2. MPLS 계층에 대한 보호절체

MPLS OAM 기능과 MPLS 보호절체 관련하여 ITU-Y Y.1711 과 Y.1720를 각각 권고하고 있다. MPLS 패킷은 SDH/OTH 프레임과는 달리 유



(그림 5) LCAS 절체 처리 순서



(그림 6) MPLS 1:1 절체 순서

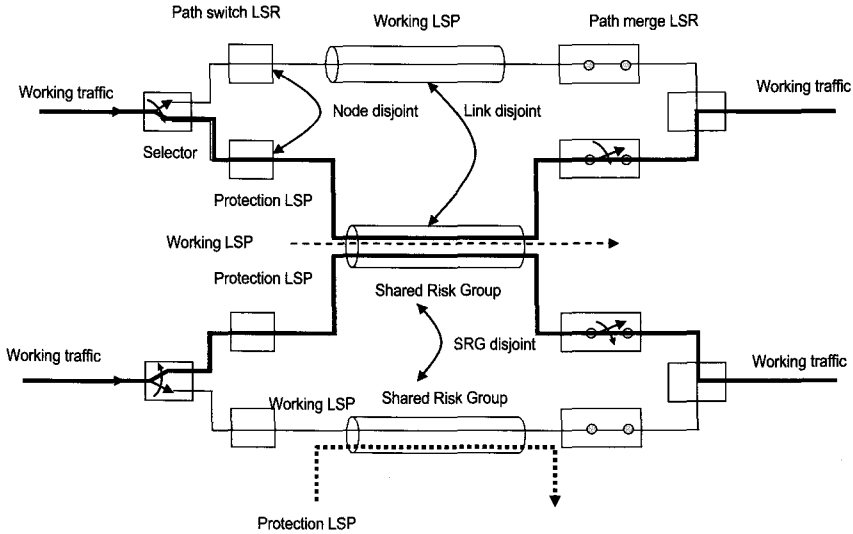
료부하 패킷내 오버헤드를 실어 나르는 기능이 없다. 따라서 <표 1>의 MPLS OAM 신호를 실어 나르기 위해서는 별도의 MPLS OAM 패킷이 필요하다. 그러나 SDH/OTH와는 달리 절체제어용 통신채널이나 프로토콜이 필요하지 않다. 그러나 1:1 절체를 수행할 경우 절체제어 프로토콜 대신 BDI를 사용하므로 BDI를 수송하기 위한 return path는 반드시 필요하다. 또한 return path는 BDI 패킷만 수송하면 되므로 유료부하 LSP보다 용량이 작다.

MPLS 에서는 1+1, 1:1 그리고 Shared Mesh 방식의 절체구조가 있다. 1+1인 경우 egress단에서 검출된 <표 1>의 Maintenance Signal, Continuity Check 그리고 Connectivity Check 으로부터 검출된 장애신호를 이용하여 egress단에서 스위치만 제어하면 된다. 그러나 1:1 인 경우 egress단의 스위치뿐 아니라 ingress단의 selector도 동시에 제어해야 하므로 ingress단으로 제어 명령 송신이 필요하다. (그림 6)은 1:1 구조에서 절체를 처리와 관련된 순서로서 PMR (Path Merge Router)에서 LOC (Loss of Connect-

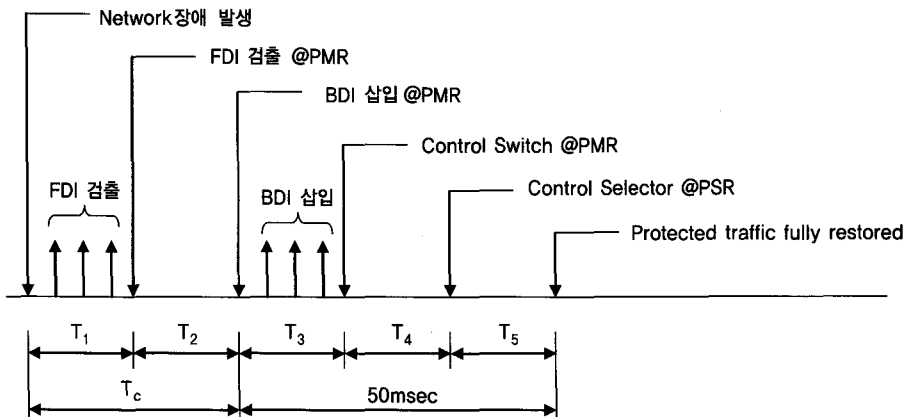
ivity) 장애가 검출되면 BDI를 return path를 통해 PSR(Path Switch Router)로 보냄과 동시에 PMR의 스위치를 제어 한다. 그리고 PSR에서 BDI가 검출되면 selector를 제어하여 MPLS 패킷이 예비 LSP를 통해 수송될 수 있도록 한다. 만약 운용 LSP에서 장애가 해제되더라도 예비 LSP를 계속 점유하여 트래픽을 보낼수도 있으나 extra 트래픽을 수용하고 있는 경우에는 예비 LSP를 비워두는 복귀성모드로 동작되게 해야 한다.

Shared Mesh 구조는 1:1 구조를 응용한 것으로서 (그림 7)과 같이 운용 LSP에 대해 상응하는 전용의 예비 LSP가 하나씩 있어야 한다. 또한 예비 LSP 를 설정할 경우, 운용 LSP와는 link-disjoint, node-disjoint 그리고 SRG (Shared Risk Group)을 disjoint 하게 하여 노드, 링크, SRG에서 장애가 발생하더라도 운용 LSP를 보호할 수 있도록 해야 한다.

1:1으로 구성된 MPLS 망에서 네트워크장애가 발생한 후부터 절체가 완료될 때까지 소요되는 시간을 분석하면 (그림 8)과 같다. 네트워크에서 장애가



(그림 7) MPLS Shared Mesh 전체 구조



(그림 8) 1:1 MPLS 전체에 대한 처리시간 모델

발생하여 MPLS 서버계층에서 MPLS-FDI가 삽입되면 PMR에서 FDI가 연속 3번 검출되었는지를 확인하게 되고(T1), 3번 연속 FDI가 검출되면 절체요구신호가 발생한다. 그러나 서버계층에서 이미 절체가 되었을 수도 있으므로 hold-off 시간만큼 기다리게 된다(T2). T2가 경과되어도 FDI가 여전히 수신되고 있으면 PMR에서 BDI를 삽입하고(T3) 스위치를 제어한다. PSR에서는 PMR이 보낸

BDI 신호가 3번 연속 수신되었는지를 확인 후 selector를 제어한다. 그러나 PSR에서 하드웨어적인 처리가 끝난 뒤에 실재 트래픽이 예비 LSP로 릴리게 되므로 T5만큼의 시간이 추가로 필요하다.

그러나 현재 ITU-T Y.1711에서 권고하는 FFD OAM 패킷의 최대 삽입 주기가 10msec 이므로 PMR에서 LOC를 판단하기까지는 최대 30msec 이상 소요되고 PSR에서 BDI 검출시간도

30msec이상 소요되므로 MPLS LSP를 50msec 이내에 절체하기는 어렵다. 따라서 SDH에서와 같이 50msec 이내 절체가 가능하도록 하기 위해서는 FFD 혹은 FDI 패킷 삽입주기를 3.3msec 이하로 하여 연속 3 프레임 검출시간을 10msec 이내로 해야 한다. 또한 PSR에서의 BDI 검출시간 T3를 포함한 BDI의 transfer delay 시간 T4 및 실제 하드웨어가 동작하는 traffic recover 시간 T5를 포함하여 최대 시간이 50msec 이내가 되어야 한다.

3. 이더넷 계층에 대한 보호절체

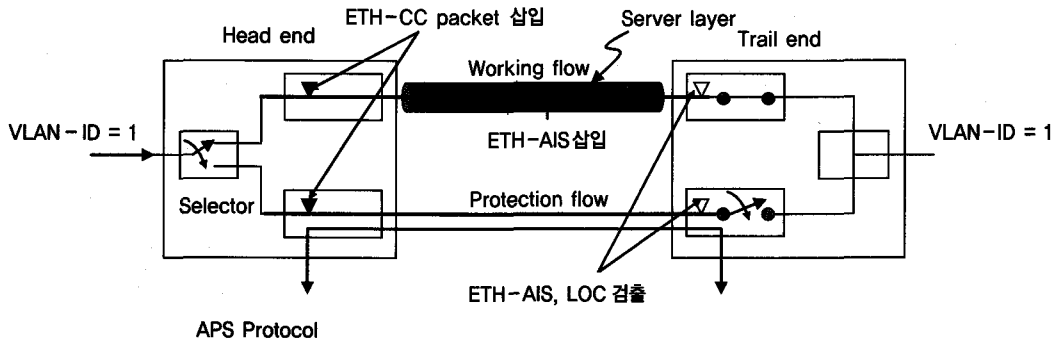
이더넷 계층에 대하여 절체와 관련된 표준화 된 기술은 없으나 ITU-T를 중심으로 현재 개발이 진행 중이다. 이더넷도 MPLS와 마찬가지로 1+1 구조와 1:1 구조를 검토하고 있으나 절체제어를 위한 제어 프로토콜이 있으며 SDH와 같이 로크아웃, 강제절체, SF에 의한 절체, SD에 의한 절체, 수동절체 그리고 WTR (Wait To Restore) 등의 기능을 수행할 수 있도록 하고 있다.

이더넷에서는 50msec 이내에 절체가 가능하도록 ETH-CC 삽입 주기를 3.3msec로 하여 10msec 이내에 LOC 판단이 가능하도록 하고 있

다. 또한 이더넷에서는 VLAN 단위로 subnet을 구성할 수 있으므로 (그림 9)와 같은 SNCP 도 가능하다. Subnet과는 별도로 이더넷의 head-end와 trail-end에서 APS (Automatic Protection Switching) 프로토콜을 삽입/추출하게 하고 ETH-CC OAM 패킷을 삽입/추출하여 trail-end에서는 서버장애 혹은 이더넷 flow에 대한 장애를 검출하여 subnet을 절체할 수 있도록 하고 있다. 또한 이더넷에서는 특정 노드와 링크에서 장애가 발생하면 이더넷 flow를 보호해주는 STP (Spanning Tree Protocol)이 있으므로 절체제어가 수행되고 있는 도메인과 STP가 수행되고 있는 도메인은 분리시켜 운용해야 한다.

4. 서버/클라이언트 계층간 hold-off 시간

(그림 1)에서와 같이 각 계층간에 서버/클라이언트 관계를 유지하고 각 계층별로 독립적인 절체가 수행될 경우에 서버계층 장애로 인해 하위 계층에서 절체가 연쇄적으로 일어날 수 있다. 이로 인해 클라이언트 계층에서는 절체와 복귀 작용이 반복적으로 발생하므로 망이 불안해질 수 있으므로 이와 같이 불필



(그림 9) 이더넷의 1:1 SNCP 방식

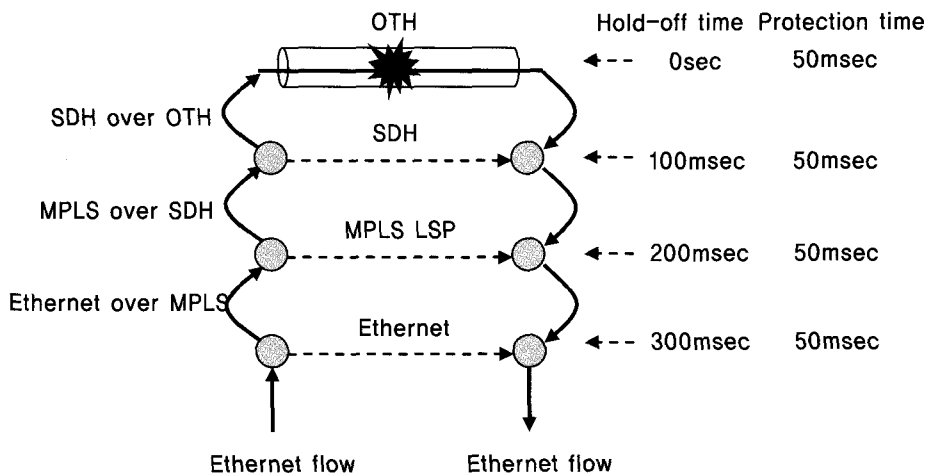
요한 절체작용을 방지하기 위해서는 각 계층에서는 장애를 검출하고 난 후 일정시간을 기다린 후에 절체 처리를 해야 한다.

ITU-T에서는 SDH, OTH 그리고 이더넷에 대해서 hold-off 시간을 최소 0초에서 최대 10초 까지를 권고하고 있으며 100msec 단위로 증가감시할 수 있도록 하고 있다. "Peek twice" 방법을 적용하여 신호 품질이 성능저하상태에서 신호장애상태로 변경된 경우에 절체가 두 번 이루어질 수 있으므로 이를 방지하기 위해 hold-off 시간 단위를 100msec로 정하였다. 각 계층별 요구되는 hold-off 시간을 계산하기 위해 (그림 10)과 같이 Ethernet--> MPLS--> SDH--> OTH로 각각 신호가 사상된 경우를 살펴보면 OTH 계층에서는 hold-off 시간이 필요 없으나 SDH에서는 서버 계층이 OTH 이므로 100msec을 기다려야 하고 MPLS에서는 200msec 그리고 최하위 클라이언트인 이더넷에서는 300msec를 기다린 후 절체를 해야 한다. 따라서 hold-off 시간으로 인해 최하위 클라이언트 계층에서는 50msec 이내에 절체가 사실상 불가능하게 되

므로 최하위 클라이언트에서도 50msec 이내 절체가 가능하도록 하기 위해서는 예비 경로는 서버/클라이언트 관계가 되지 않도록 베타적인 망을 설계해야 한다.

IV. 결 론

BcN에서 보호절체와 관련하여 각 계층별로 고려되어야 할 주요 사항에 관해 소개하였다. 물리계층에서는 SDH와 OTH를 수용한 경우에 대한 절체 구조를 소개하였다. 특히 최근 소개된 LCAS 기술을 이용한 장애멤버를 보호할 수 있는 방안에 대해서도 기술하였다. MPLS 계층에 대해서는 최근 ITU-T에서 권고하고 있는 절체 구조에 대한 소개와 더불어 1:1에서 BDI를 이용하여 절체하는 방법, 절체처리 순서 그리고 절체처리 과정에서 요구되는 최소처리 시간에 관해 설명하였다. 또한 MPLS LSP를 50msec 이내 절체할 수 있도록 하기 위해서는 FDI, BDI 및 FFD의 삽입 주기가 3.3msec 이내가 되어



(그림 10) 각 계층별 hold-off time

야 함을 설명하였다. 인터넷계층에서는 아직 권고된 표준안은 없으나 현재 표준화가 진행중인 내용을 중심으로 전체구조, 전체방식 및 전체처리시간에 대해 기술하였다. 마지막으로 계층별 서버/클라이언트 관계로 망이 구축될 경우 클라이언트 계층에서 불필요한 전체를 방지하기 위한 hold-off time에 대해 설명하였으며 클라이언트 계층에서 hold-off time 최소로 하기 위해서는 예비경로들에 대해서는 서버/클라이언트 관계가 되지 않도록 계층간에는 배타적으로 망이 구축되어야 함을 설명하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 광대역통합망(BcN)구축 기본계획, 2004.2 정보통신부
- [2] ITU-T Recommendation G.807/Y.1302(2001), *Requirements for the automatic switched transport network (ASTN)*.
- [3] ITU-T G.8080/Y.1304 (11/01), *Architecture for the Automatically Switched Optical Network (ASON)*, and Amendment 2 (2/2005)
- [4] ITU-T Recommendation G.841 (2002), *Types and characteristics of SDH network protection architectures*
- [5] ITU-T Recommendation G.808.1 (2003), *Generic protection switching - Liner trail and subnetwork protection*
- [6] ITU-T Recommendation Y.1720 (2003), *Protection switching for MPLS networks*.
- [7] ITU-T Recommendation G.8031(09/2005), *Ethernet Protection Switching*
- [8] ITU-T Recommendation G.784: 1999, *Synchronous Digital Hierarchy (SDH) management*
- [9] ITU-T Recommendation G.7710/Y.1701, *Common Equipment Management Function Requirements*
- [10] ITU-T Recommendation Y.1711 (2003), *Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks*.
- [11] ITU-T Recommendation Y.17ethoam (2006), *OAM Functions and Mechanisms for Ethernet based Networks*
- [12] IEEE 802.1ag/D4.1, 08/2005, *Virtual Bridged Local Area Networks - Amendment: Connectivity Fault Management*
- [13] ITU-T Recommendation G.8021/Y.1341 (2004), *Characteristics of Ethernet Transport Network Equipment Functional Blocks*
- [14] ITU-T Recommendation G.7042/Y.1303 (2001), *Link adjustment scheme (LCAS) for virtual con-catenated signal*.
- [15] IETF draft-ietf-l2vpn-requirement-04.txt (08/2004), *Service Requirements for Layer-2 Provider-provisioned Virtual Private Networks*
- [16] IETF draft-ietf-l2vpn-framework-05.txt (06/2004), *Framework for Layer 2 Virtual Private Networks (L2VPNs)*



전경규

1982년 경북대학교 전자공학과 졸업 학사
1984년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 석사
2003년 충남대학교 대학원 전자공학과 졸업 박사
1984년 ~ 현재 한국전자통신연구원 BcN연구단
책임연구원
관심분야 : SDH, OTN, MPLS 및 Ethernet 망구조.

OAM, Survivability



송종태

1990년 KAIST 전기전자 졸업 학사
1994년 남기주대학교 전기과 졸업 석사
1998년 Brooklyn Polytechnic 전기과 졸업 박사
1991년 ~ 1992년 삼성전자 정보통신 연구소
연구원
1998년 ~ 2001년 Lucent Technologies 연구원

(MTS)

2001년 ~ 2004년 캐리어급 MPLS 라우터, NG SONET 관련 벤처

2004년 ~ 현재 한국전자통신연구원 BcN연구단 선임연구원

관심분야 : Switch Architecture, Next Generation Network 제어 구조, OAM, Protection



김영부

1982년 한양대학교 전기공학과 졸업
1984년 동 대학원 전기공학과 석사 졸업
1984년 ~ 현재 한국전자통신연구원 네트워크구조
연구팀장
관심분야 : BcN, 차세대 네트워크 기능 구조 및
설계