

## 이더넷/TDM 통합전달 시스템의 설계 및 구현

윤지욱\*, 염경환\*\*, 이종현\*

\* 한국전자통신연구원 광대역통합망연구단 BCN 전달망연구그룹

\*\* 충남대학교 전기정보통신공학부

### Design and Implementation of Ethernet and TDM Convergence System

Jiwook Youn\*, Kyungwhan Yeom\*\*, and Jonghyun Lee\*

\* BCN Transport Network Research Group, BCN Research Division, Electronics and  
Telecommunications Research Institute

\*\* Division of Electrical and Computer Engineering, Chungnam National University

E-mail: \* younjw@etri.re.kr

#### Abstract

We propose a fully converged Ethernet and TDM transport system. Developed Ethernet and TDM convergence system can support not only L2VPN service and premium multimedia service based on MPLS protocol but also TDM leased line service, simultaneously. Developed convergence system can provide high reliability for Ethernet data due to support protection and restoration function of circuit based networks. Evaluation for Ethernet and TDM path was successfully performed to show the typical application of the proposed system in the legacy networks.

#### I. 서론

이더넷은 낮은 가격과 운용상의 유연성 그리고 LAN (Local Area Network) 시스템과의 접속의 용이성 때문에 데이터 서비스 사업자뿐 아니라 통신 사업자에게도 큰 인기를 얻고 있다. 또한 액세스 네트워크 망에 있어서도 고속 인터넷 접속, 스토리지 에어리어 네트워크 접속 및 고 품질, 실시간 서비스등과 같은 대용량의 인터넷 서비스가 대중화 되어가는 추세에 기인하여 광대역 액세스 네트워크에 대한 요구가 증가하고 있다. 더욱이 최근에는 엔터프라이즈급 데이터 통신을 값싼

일반 공중망을 이용하여 제공하려는 움직임이 일고 있다. 그러나 현재의 이더넷 망은 best-effort 형태의 데이터 트래픽의 전송에 기반을 두고 있기 때문에 신뢰성을 요구하는 서비스를 수용할 경우 많은 문제점을 가진다. 따라서 현재의 이더넷 망을 전화, 비디오 그리고 보장형 서비스와 같은 실시간 고 품질 서비스에 적용하기 위해서는 서비스별 품질을 보장해 줄 수 있어야 한다. 또한 대용량의 트래픽을 전송하는 기가비트 이더넷 망에 있어서는 서비스의 신뢰성을 보장하기 위해서 망의 보호/복구 능력이 중요한 요소가 된다[1, 2].

따라서 본 논문에서는 이와 같은 요구사항을 수용하기 위해서 단일 장치로 기존의 TDM (Time Division Multiplexing) 전용회선 서비스와 기가비트 이더넷 가입자에 대한 L2 VPN (Layer 2 Virtual Private Network) 서비스[3] 및 프리미엄 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 차세대 이더넷/TDM 통합전달 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 NGTS (Next Generation Transport System) 라는 이름으로 설계 및 구현 되었다. 구현된 NGTS 시스템은 TDM 신호와 이더넷 데이터를 동시에 수용하기 위한 다양한 인터페이스를 가지며, 소비자의 요구에 따라서 또는 서비스 사업자의 정책에 의해서 차별화된 품질을 가지는 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 또한 NGTS 시스템은 망의 신뢰성을 보장하기 위해서

SONET/SDH (Synchronous Optical Network/ Synchronous Digital Hierarchy) 시스템의 망 보호/복구 방법을 사용한다.

## II. 시스템 구성 및 서비스 모델

그림 1 은 본 논문에서 제안된 NGTS 시스템의 기능 블록도 이다. NGTS 시스템은 기가비트 이더넷 인터페이스 라인카드(GPIA: Gigabit Ethernet Packet Interface Assembly), 10 기가비트 이더넷 인터페이스 라인카드(TPIA: Ten-gigabit Ethernet Packet Interface Assembly), TDM 신호와 EoS (Ethernet over SONET/SDH) 형태의 SDH 신호 인터페이스를 가지는 TDM/SDH 인터페이스 라인카드(BSIA: Basic SDH/EoS Interface Assembly), 메인 프로세서(MCPA: Main Control Processor Assembly) 그리고 셀 스위치(SCCA: Switching Control & Clock board Assembly)로 구성된다. 기가비트 이더넷 라인카드와 10 기가비트 이더넷 라인카드는 동일한 하드웨어 플랫폼을 가지며 실장 되는 부품에 따라서 구분된다. 그림 2 는 기가비트 이더넷 라인카드를 나타내며, 10 기가비트 이더넷을 수용하기 위한 부품은 조립되지 않은 상태이다. 기가비트 이더넷 라인카드용 하드웨어 플랫폼은 10 개의 기가비트 이더넷 포트와 1 개의 10 기가비트 이더넷 포트를 가진다. 그림 3 은 TDM/SDH 라인카드를 나타낸다. TDM/SDH 라인카드는 2 개의 STM-16 포트를 가지며, 1+1 절체를 지원한다. 각 라인카드는 패킷 데이터 처리를 위하여 10 Gbps 급 범용 네트워크 프로세서를 사용하였다.

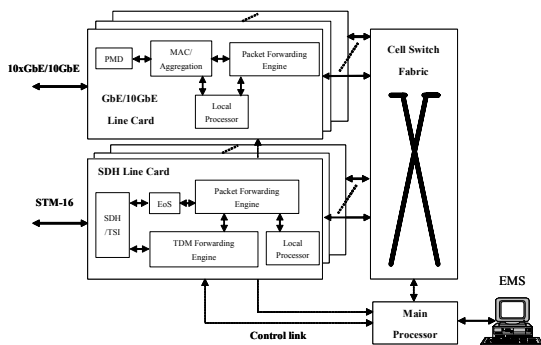


그림 1. NGTS 시스템 기능 블록도

또한 NGTS 시스템은 기존의 SDH/SONET 기반의 시스템이 이더넷 데이터를 전송할 경우 granularity 와

on-demand bandwidth 를 만족하지 못하는 문제점들을 해결하기 위해서 VCAT (Virtual Concatenation)과 LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) 기능을 적용하였다[4, 5]. 이러한 기술들은 SDH/SONET 망에서 한정된 자원을 보다 유연하게 사용할 수 있게 해주고 이에 대한 실시간 제어를 가능하게 해준다. NGTS 시스템은 VC-3 단위로 shared VCG (Virtual Concatenation Group)와 dedicated VCG 를 제공한다.

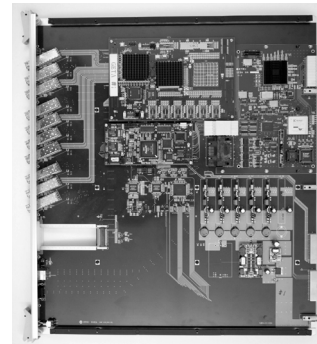


그림 2. 기가비트 이더넷 인터페이스 라인카드



그림 3. TDM/SDH 인터페이스 라인카드

NGTS 시스템의 제어평면은 중앙에 위치한 APRS (Automated network connection Provisioning and Restoration System)과 HEMS (Hybrid circuit/packet network Element Management Subsystem)에 의해서 모든 노드들의 SNMP (Simple Network Management Protocol)을 제어하는 중앙 집중형 구조를 가진다. 이러한 중앙 집중형 제어구조는 각 노드의 제어평면을 단순화 시킬 수 있고 또한 각 노드의 자원이 전체 망에 걸쳐서 예약 및 관리될 수 있다는 장점을 가진다. NGTS 시스템은 기가비트

이더넷 시스템의 새로운 요구사항인 QoS 보장형의 다양한 서비스들을 제공하기 위해서 현재의 네트워크 망에 광범위하게 적용 될 수 있다. 그림 4 는 NGTS 시스템을 현재의 네트워크 망에 적용한 예를 보여주고 있다. NGTS 시스템은 메트로 에지나 브로드 밴드 액세스 영역에 위치하여 기가비트/10 기가비트 이더넷 트래픽, EoS 신호와 TDM 신호를 동시에 수용한다. 또한 메트로 코어 영역에 위치하여, 기존의 best effort 형태의 이더넷 데이터를 전송하는 KORNET 망과 백본망인 WDM/OXC (Wavelength Division Multiplexing/Optical Cross Connection)과의 연동성을 제공한다.

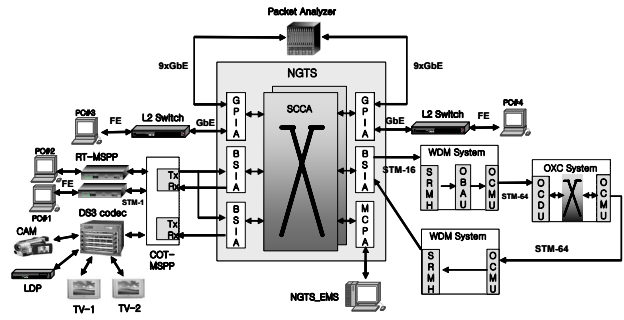


그림 5. NGTS 시스템 성능측정을 위한 실험 구성도

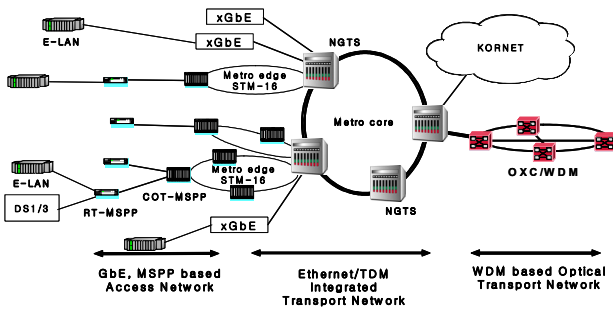


그림 4. NGTS 시스템과 기존 망과의 연동

### III. 실험결과

그림 5 는 제안된 NGTS 시스템이 그림 4 와 같은 현재의 네트워크 망에 적용될 경우 시스템 성능을 검증하기 위한 실험구성을 나타낸다. 실험구성은 기가비트 이더넷 인터페이스 라인카드, TDM/SDH 인터페이스 라인카드, 메인 프로세서 그리고 셀 스위치로 구성된 NGTS 시스템에 액세스 노드에 해당하는 L2 스위치와 COT-MSPP (Central Office Terminal Multi-Service Provisioning Platform)을 연결하였다. 또한 광 전달망 백본에 해당하는 WDM 시스템과 OXC 시스템을 각각 연결하였다.

10 Gbps 패킷 포워딩 기능과 L2 VPN 서비스에 대한 성능을 검증하기 위해서 서로 다른 VLAN ID 를 가지는 기가비트 이더넷 프레임이 10 개의 기가비트 이더넷 포트를 통해서 GPIA 에 입력되었으며, 이들 중 9 개는 패킷 성능 측정기와 연결되었다. 패킷 성능 측정기는 포트별로 서로 다른 VLAN ID 와 우선순위를 가지는 68 바이트의 고정 크기 프레임을 생성한다.

표 1. 이더넷 패킷 전송실험 결과

Stats For LOOPBACK:01.03	Count
Link State	Link Up
Line Speed	1000 Mbps
Duplex Mode	Full
Frames Sent	244,541,879,896
Valid Frames Received	244,541,879,893
Bytes Sent	16,628,847,832,856
Bytes Received	16,628,847,832,656
Fragments	0
Undersize	0
Oversize and Good CRCs	0
CRC Errors	0
Vlan Tagged Frames	244,541,879,893
Flow Control Frames	0
Dribble Errors	0
Collisions	0
Late Collisions	0
Collision Frames	0
Excessive Collision Frames	0
Oversize and CRC Errors	0
User Defined Stat 1	0
User Defined Stat 2	0
Capture Trigger (UDS 3)	244,541,879,893
Capture Filter (UDS 4)	244,541,879,893

표 1 은 68 바이트의 고정길이의 데이터 필드에 랜덤 데이터를 가지는 VLAN 패킷에 대해서 48 시간 동안 실험한 결과로 1.2x10<sup>-11</sup> 의 패킷 손실을 나타내었다. 프리미엄 멀티미디어 서비스에 대한 실험은 L2 스위치와 연결된 컴퓨터 단말과 TDM/SDH 라인카드와 연결된 WDM/OXC 시스템을 통해서 수행되었다. 즉 이더넷 데이터에 대한 프리미엄 서비스는 SDH 망의 자원할당/예약 및 복귀기능에 기반을 둔 예약 설정된 VCG 를 통해서 수행된다. 본 실험구성에서 L2 스위치는 패스트 이더넷(100Mbps)을 통해서 각각 서버와 클라이언트로 동작하고 있는 컴퓨터(PC#3, PC#4)와 연결된다. L2 스위치를 통해서 GPIA 로 입력되는 기가비트 이더넷 스트림은 HDTV 트래픽이며, 본 실험에서는 이를 프리미엄 데이터로 가정 하였다. TDM 전용선 서비스를 시험하기 위해서는 BSIA 유닛을 이용하여 NGTS 시스템을 기존의 WDM 시스템과 OXC 시스템에 연동 시켰다. 실험에는 2.5 Gbps 의 업 링크 용량을 가지는 COT-MSPP 가 사용되었다. TDM 데이터에 대한 크로스 커넥션 기능은 EMS (Element Management System)상에서 해당하는 타임 슬롯을 변환시킴으로써 캡코더(CAM)와 레이저 디스크

플레이어(LDP)사이에서 시험되었다. TDM 패스에 대한 1+1 라인 절체는 50 ms 이내에 수행되었다. 또한 유니트 보드의 탈장 시에도 50 ms 이내에 유니트 절체가 이루어졌다. 유니트 및 시스템 장애에 따른 스위치 복구 시간은 4 us 이내로 측정되었다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 이더넷 데이터와 TDM 신호를 동시에 수용할 수 있는 통합전달 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 하나의 장치에서 MPLS 기반의 L2 VPN 서비스, 프리미엄 멀티미디어 서비스 및 TDM 전용선 서비스를 동시에 제공할 수 있다. 또한 서킷 네트워크 기반의 보호/복구 기능을 제공함으로써, best effort 형식의 기존의 이더넷 망에서는 가질 수 없었던 높은 신뢰성을 제공할 수 있다는 장점을 가진다.

#### 참고문헌

- [1] Enrique Hernandez-Valencia, "Hybrid Transport Solutions for TDM/Data Networking Services," IEEE Commu. Mag., pp. 104-112, 2002.
- [2] Subra Dravida et al., "Broadband Access over Cable for Next-Generation Services: A Distributed Switch Architecture," IEEE Commu. Mag., pp. 116-124, 2002.
- [3] IEEE 802.1Q, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network: Virtual Bridge Local Area Networks," 1998.
- [4] ITU-T Rec. G.7041, "Generic Framing Procedure," Oct. 2001.
- [5] ITU-T Rec. G.7042, "Link Capacity Adjustment Scheme," Oct. 2000