

논문 2005-42TC-12-4

서비스 품질 보장을 위한 통합 전달 시스템

(Convergence System to Guarantee Quality of Services)

윤지욱*, 홍승우*, 이종현*, 염경환**

(JiWook Youn, SeungWoo Hong, JongHyun Lee, and KyungWhan Yeom)

요약

본 논문에서는 이더넷 패킷에 대한 서비스 품질을 보장할 수 있는 통합전달 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현된 통합전달 시스템은 하나의 장치에서 MPLS 기반의 L2 VPN 서비스, 프리미엄 멀티미디어 서비스 및 TDM 전용회선 서비스를 동시에 제공할 수 있다. 제안된 통합전달 시스템은 VCG로 구성된 채널별로 QoS 정책을 설정하고 그 용량을 제어할 수 있기 때문에 기존의 이더넷 시스템에서는 가질 수 없었던 높은 신뢰성을 제공할 수 있어 고 품질 실시간 서비스 제공이 가능하다. 구현된 시스템의 성능 실험은 3노드로 구성된 링 네트워크에서 성공적으로 수행되었다.

Abstract

We propose and design a fully converged Ethernet and TDM transport system to guarantee quality of service for Ethernet packet. Developed convergence system can support not only L2 VPN service and premium multimedia service based on MPLS protocol but also TDM leased line service, simultaneously. Developed convergence system has the advantage of providing high reliability that realizes high-quality and real time communications due to assign QoS profile and guarantee bandwidth per channel consist of VCGs without affect adjacent channels. Evaluation for proposed system was successfully performed within the ling network.

Keywords : Convergence system, Ethernet, EoS, Quality of service

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 망에 있어서도 고속 인터넷 접속, 스토리지 에어리어 네트워크 접속 및 고 품질, 실시간 서비스와 같은 대용량의 인터넷 서비스가 대중화 되어가는 추세이며, 따라서 광 대역 액세스 네트워크에 대한 요구가 급격히 증가하고 있다. 더욱이

최근에는 엔터프라이즈간 데이터 통신을 값싼 일반 공중망을 이용하여 제공하려는 움직임이 일고 있다. 그러나 현재의 이더넷 망은 best-effort 형태의 트래픽 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 서비스 별 품질을 보장해 줄 수 있어야 한다. 또한 이더넷 망을 대용량의 트래픽을 전송하는 백본 망으로 사용할 경우, 서비스의 신뢰성을 보장하기 위해서 망의 보호/복구 능력이 중요한 요소가 된다.^[1, 2]

본 논문에서는 이와 같은 요구사항을 수용하기 위한 통합전달 시스템을 제안하였다. 제안된 통합전달 시스템은 QSS120 (Quality of Service Switch 120) 시스템이라는 이름으로 설계 및 구현 되었다. 구현된 QSS120

* 정희원, 한국전자통신연구원 광대역통합망연구단
(BCN Research Division, ETRI)

** 정희원, 충남대학교 전기정보통신공학부
(Division of Electrical and Computer Engineering,
Chungnam National University)

접수일자: 2005년 11월 30일, 수정완료일: 2005년 12월 10일

시스템은 하나의 장치에서 MPLS (Multiprotocol Label Switching) 기반의 L2 VPN (Layer 2 Virtual Private Network) 서비스, 프리미엄 멀티미디어 서비스 및 TDM (Time Division Multiplexing) 전용회선 서비스를 동시에 제공할 수 있다. QSS120 시스템은 이더넷 시장의 다양한 요구사항을 수용하고 제한된 시스템 자원을 보다 효과적으로 사용하기 위해서 서비스별 차별화된 품질을 보장해 준다.

II. 구조

그림 1은 QSS120 시스템의 기능 블록도를 나타낸다. QSS120 시스템은 이더넷 시스템의 특징인 낮은 가격과 운용상의 유연성을 가지며, 동시에 시스템의 높은 신뢰성을 보장해 주기 위해서 SONET/SDH (Synchronous Optical Network/Synchronous Digital Hierarchy) 시스템의 보호/복구 기능을 제공한다. QSS120 시스템은 shared VCG (Virtual Concatenation Group)를 이용하여 MPLS 프로토콜 기반의 PPVPN (Provider Provisioned Virtual Private Network) 서비스를 지원한다. QSS120 시스템은 기가비트 이더넷 인터페이스 라인카드, SONET/SDH 인터페이스 라인카드, 스위치 패브릭 카드와 메인 프로세서 카드로 구성된다. 기가비트 이더넷 인터페이스 라인카드는 4개의 광 포트를 가지며, SFP 형태의 광 트랜시버, MAC 컨트롤러, 패킷 프로세서, SAF (Store and Forward) 스위치 및 로컬 프로세서로 구성된다. 다수의 VCG로 구성된 채널 단위로 이더넷 패킷의 품질을 라인 속도로 보장해 주기 위해서 패킷 프로세서는 ASIC (Application Specific Integrated Circuit)으로 제작되었다. 패킷 프로세서는 입력된 이더넷 패킷을 메인 프로세서로부터 입력된 규정에 따라서 서비스별 또는 목적지별로 분류하고 분류된 이더넷 패킷에 우선순위 라벨을 할당한다. 이더넷 패킷의 출력 순서는 할당된 우선순위 라벨에 의해서 결정된다. 출력 단에 위치한 패킷 프로세서는 제어평면에서 예약된 규정에 기초하여 물리적 출력포트별로 다수의 채널을 할당하고 각 채널별 용량을 제어한다. 채널별 용량은 목적지별 품질 보장형의 이더넷 패킷의 용량과 망 자원 상태에 따라 제어평면에서 제어된다. 하나의 채널을 이용하여 품질 보장형 이더넷 패킷과 best effort형 이더넷 패킷을 동시에 전송할 수 있으며, 혼잡

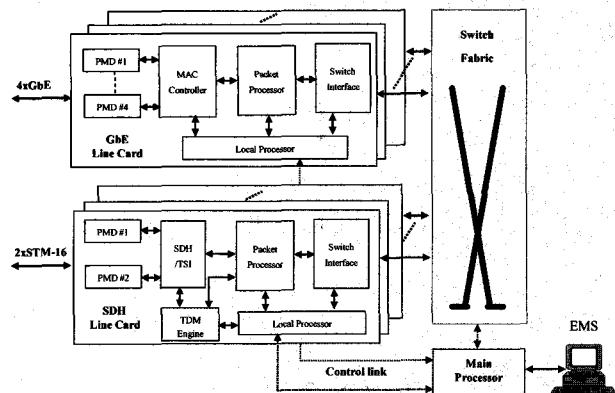


그림 1. QSS120 시스템의 기능 블록도

Fig. 1. Functional block diagram of QSS120 system.

이 발생할 경우에는 품질 보장형 이더넷 패킷에 영향을 주지 않으면서 best effort형 이더넷 패킷만이 드롭되어야 한다. SONET/SDH 인터페이스 라인카드는 물리포트로 SFP 타입의 STM-16 (Synchronous Transfer Module, 2.488 Mbps) 용량의 2개의 광 포트를 가지며, 1+1 보호/복구 기능을 지원한다. 기존의 SONET/SDH 망은 이더넷 망과 연동하는데 있어서 채널별 용량을 제어할 수 없다는 단점을 가진다. 즉 실 시간성을 가지며 변화하는 기가비트 이더넷을 효과적으로 전송할 수 없었으며, 결국 망 자원을 낭비하게 된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 많은 연구가 진행되어 왔으며, 이들 중 VCAT (Virtual concatenation)과 LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) 기술은 채널별 용량 할당과 확장에 있어서 유연성을 제공한다.^[3, 4] VCAT은 임의의 SONET/SDH의 전송 채널들을 조합하여 하나의 싱크로너스 바이트 스트림(synchronous byte stream)을 생성하는 일종의 역 다중화 기술이다. LCAS 기술은 VCAT을 구성하는 SONET/SDH의 전송 채널의 수를 실시간으로 제어하는 VCAT의 확장된 개념이다. 이때 SONET/SDH 전송 채널들은 VCG의 hitless 성능을 보장하기 위해서 망 제어평면에 의해서 제어되어야 한다.^[4] QSS120 시스템은 품질 보장형 이더넷 패킷을 전송하는데 있어서 높은 신뢰성과 확장의 용이성을 위해서 VCAT과 LCAS 기술을 사용하며, VC 1/2 또는 VC 3/4 단위의 shared VCG와 dedicated VCG를 지원한다.

QSS120 시스템의 제어평면은 중앙 집권형 구조를 가진다. 즉 중앙의 제어계층에 위치한 ARPS (Automated network connection Provisioning and

Restoration System)와 HEMS (Hybrid circuit/packet network Element Management Subsystem)가 모든 노드의 SNMP (Simple Network Management Protocol)를 제어한다. 이러한 중앙 집권형 제어평면 구조는 각 노드에 위치하는 제어평면을 단순화 할 수 있고, 자원을 개별 노드 단위가 아닌 망 전체에서 예약/관리할 수 있기 때문에 망 자원을 보다 효율적으로 관리할 수 있다는 장점을 가진다.

III. 서비스 모델

QSS120 시스템은 shared VCG를 사용하여 하나의 장치로 기존의 best-effort 이더넷 패킷과 품질 보장형 이더넷 패킷을 동시에 서비스할 수 있다. 품질 보장형 패킷은 best-effort 패킷 보다 높은 우선순위를 가진다. 따라서 트래픽의 양이 미리 할당된 채널의 용량을 초과할 경우 우선순위가 낮은 best-effort 패킷에 드롭이 발생하며, 이때 인접 채널과 품질 보장형 패킷에는 영향을 주지 않는다.

QSS120 시스템이 대용량 네트워크 시스템에 적용될 경우에는 서비스 품질 뿐 아니라 서비스의 안정성도 보장해 주어야 하기 때문에 SONET/SDH 수준의 보호/절체 기능을 제공하여야 한다. 네트워크의 생존성은 대용량 전송시스템에 있어서는 매우 중요한 요소 중 하나이다. QSS120 시스템은 이더넷 패킷에 대한 다양한 서비스와 차별화된 품질을 보장하기 위해서 기존의 패킷 전송 시스템 뿐 아니라 TDM 데이터 전송망 및 광 전송망에 적용될 수 있다. 그림 2는 QSS120 시스템을 기준의 이더넷 네트워크와 WDM 기반의 광 네트워크와 연

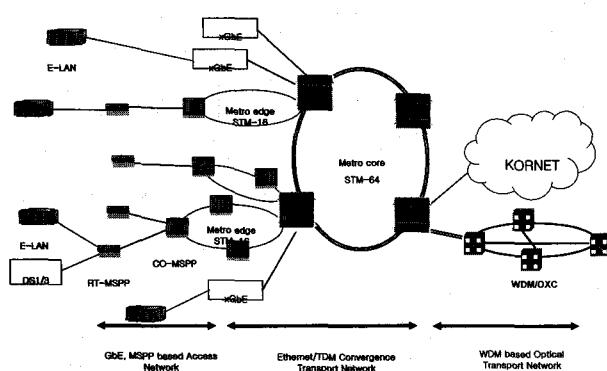


그림 2. 기존 네트워크에 대한 QSS120 시스템의 적용 예

Fig. 2. Application example of the QSS120 system in the legacy networks.

동한 서비스 모델을 보여준다.

메트로 에지 영역 또는 광대역 엑세스 영역에서 QSS120 시스템은 기가비트 이더넷 트래픽과 EoS (Ethernet over SONET/SDH) 데이터 및 순수 TDM 신호를 수용한다. 메트로 코어 영역에서는 기존의 best-effort 서비스를 제공하는 KORNET망과 백본 망으로 사용되는 WDM/OXC 망과 연동된다.

IV. 실험 결과

그림 3은 구현된 QSS120 시스템이 그림 2와 같은 현재의 네트워크에 적용될 경우 시스템 성능을 검증하기 위한 실험 구성을 나타낸다. 실험 구성은 3개의 QSS120 시스템과 패킷 성능 측정기로 구성하였다. 3개의 QSS120 시스템은 1+1 보호/절체 기능을 시험하기 위해서 링으로 구성되었다.^[5] 노드간 용량은 STM-16 (2,488 Mbps)으로 311 Mbps 용량을 가지는 8개의 VCG로 구성된다. 각각의 VCG는 하나의 채널로 설정되었으며 6개의 VC-3 (8xVC-3-6v)로 구성된다. 그러나 실제 망에서의 채널별 최대 용량은 280 Mbps로 감소한다. 이는 이더넷 패킷을 SONET/SDH망에 접속하기 위해서 필요한 GFP (Generic Framing Procedure) 헤더와 패킷 프로세싱을 위해 필요한 내부 라벨 등이 패킷에 추가되기 때문에 실질적인 용량은 감소하게 된다. 표 1은 MTU (Maximum Transport Unit)별 VCG (8xVC-3-6v)로 전송 가능한 최대 용량을 측정한 결과이다. 64 바이트 이더넷 패킷에 대해서는 약 242 Mbps의 전송 용량을 가지며, 280 Mbps의 최대 전송 용량은 500 바이트 크기의 이더넷 패킷을 입력시켰을 경우 얻어졌다.

그림 4는 기존의 이더넷 시스템과 QSS120 시스템에

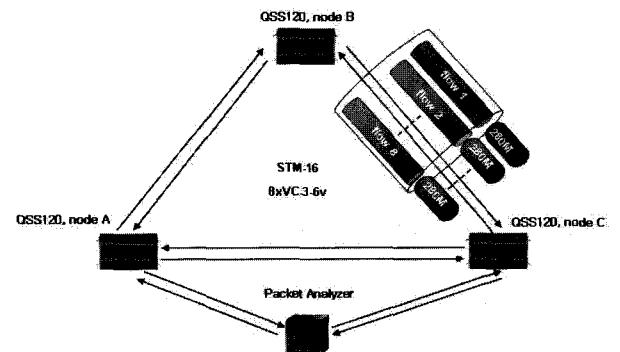


그림 3. QSS120 시스템 성능측정을 위한 시험 구성

Fig. 3. Experimental setup for QSS120 system.

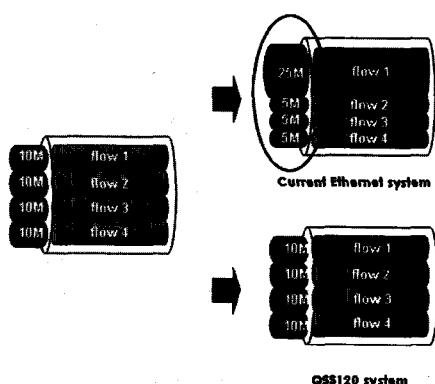


그림 4. 품질 보장을 위한 채널별 용량제어

Fig. 4. Capacity control channel basis.

표 1. MTU별 패킷 전송용량

Table 1. Packet throughput against MTU.

	280 Mbps	270 Mbps	260 Mbps	250 Mbps	240 Mbps
64 bytes	242.908	242.908	242.907	242.907	239.998
100 bytes	255.641	255.641	255.641	249.998	239.998
200 bytes	270.454	269.997	259.998	249.998	239.998
300 bytes	276.398	269.997	259.998	249.998	239.998
400 bytes	279.602	269.997	259.998	249.998	239.998
500 bytes	279.998	269.997	259.998	249.998	239.998
1000 bytes	279.998	269.997	259.998	249.998	239.998
1500 bytes	279.998	269.997	259.998	249.998	239.998

서의 채널별 용량 제어에 대한 일례를 보여준다. 기존의 이더넷 시스템은 채널별 용량을 효과적으로 제어할 수 없기 때문에 설정된 채널 용량을 초과하는 이더넷 패킷이 입력될 경우, 초과된 트래픽은 해당 채널 뿐 아니라 인접 채널의 트래픽에까지 영향을 미치게 되어 시스템 전체의 성능을 저하시킨다. 따라서 이러한 이더넷 시스템은 서비스별 또는 목적지별로 이더넷 패킷의 품질을 차별적으로 보장할 수 없다. 반면에 QSS120 시스템은 모든 이더넷 패킷들을 제어평면에 의해서 채널별로 제어한다. 따라서 QSS120 시스템은 이더넷 트래픽이 미리 설정된 채널의 용량을 초과할 경우에도 인접 채널에 영향을 주지 않고 채널별로 제어가 가능하다.

표 2는 해당 채널의 용량을 초과하는 이더넷 트래픽을 인가할 경우의 실험 결과를 나타낸다. 본 실험에는 두개의 VCG을 이용하여 2개의 채널을 생성하였으며, 각각의 VCG의 용량은 311 Mbps로 설정하였다. 이더넷

표 2. 클래스 제어에 따른 전송 용량

Table 2. The bandwidth of the transmitted Ethernet packet.

	Bandwidth	No QoS profile	QoS profile
Flow 1	240 Mbps	239.998	239.998
Flow 2	240 Mbps	239.998	239.998
Flow 1	240 Mbps	232.409	239.998
Flow 2	250 Mbps	242.908	242.908
Flow 1	240 Mbps	229.078	239.998
Flow 2	260 Mbps	242.908	242.908
Flow 1	240 Mbps	216.38	239.998
Flow 2	270 Mbps	242.908	242.908

패킷은 64 바이트의 고정길이를 가지며, 제어평면에 의해 설정된 VCG를 통해서 전송된다. 표 2에서 첫 번째 열은 채널별 용량을 제어하지 않는 기존의 이더넷 시스템의 결과를 나타낸다. 두 번째 열은 채널별 용량을 제어할 경우의 실험결과를 나타낸다. 표 2의 결과로부터 채널별 설정 용량을 초과하는 트래픽이 인접 채널에 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

1+1 절체 실험 결과 선로장애와 인터페이스 라인카드의 탈장으로 인한 라인 절체는 50 ms 이내로 측정되었다.

V. Conclusion

본 논문에서는 이더넷 패킷의 품질을 보장하기 위한 통합전달 시스템을 제안 및 구현하였다. QSS120 시스템은 제어평면에 의해서 제어 가능한 채널을 통해서 이더넷 패킷을 전송하며, 채널별 용량을 효과적으로 제어 할 수 있다. 구현된 QSS120 시스템의 패킷 크기별 실질 전송가능 용량과 채널별 용량 제어 시험이 3개의 노드로 구성된 링 네트워크상에서 성공적으로 수행되었다. 이더넷 시스템의 다양한 요구사항을 수용하고 제한된 시스템 자원을 보다 효과적으로 사용하기 위해서는 서비스별 차별화된 품질을 보장해 줄 수 있어야 한다. QSS120 시스템은 이러한 차별화된 서비스를 제공하기 위한 수단으로 MPLS 프로토콜 기반의 L2 VPN 서비스를 이용하며, 실험이 현재 진행 중이다.

참 고 문 헌

- [1] Enrique Hernandez-Valencia, "Hybrid Transport Solutions for TDM/Data Networking Services," IEEE Commun. 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] ITU-T Rec. G.7041, "Generic Framing Procedure," Oct. 2001.
- [4] ITU-T Rec. G.7042, "Link Capacity Adjustment Scheme," Oct. 2000.
- [5] IEEE 802.1Q, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network: Virtual Bridge Local Area Networks," 1998.

저자소개



윤 지 욱(정회원)
 1997년 경희대학교 전자공학과
 학사
 1999년 경희대학교 전자공학과
 석사
 1999년 ~ 현재 한국전자통신연구원
 광대역통합망연구단
 선임 연구원

<주관심분야 : 품질 보장형 이더넷, 광대역 통합망, 광 통신기술>



이 종 현(정회원)
 1981년 성균관대학교 전자공학과
 학사
 1983년 성균관대학교 전자공학과
 석사
 1991년 성균관대학교 전자공학과
 박사
 1983년 ~ 현재 한국전자통신연구원 광대역통합망
 연구단 책임연구원

<주관심분야 : 대용량 광 통신기술, 광대역 통합망>



홍승우(정회원)
 1998년 경성대학교 전자공학과
 학사
 2000년 부산대학교 전자공학과
 석사
 2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원
 광대역통합망연구단 선임
 연구원

<주관심분야 : IPv6, 광대역 통합망>



염경환(정회원)
 1980년 서울대학교 전자공학과
 학사
 1982년 한국과학기술원 전기 및
 전자과 석사
 1988년 한국과학기술원 전기 및
 전자과 박사
 1985년 ~ 1991년 금성전기소재부품연구소
 책임연구원
 1991년 ~ 1995년 (주) LTI
 1995년 ~ 현재 충남대학교 전파공학과 교수

<주관심분야 : MMIC, RF 시스템>