논문 2011-48TC-2-9

광대역통합망 구축에서 상호운용성 이슈

(The Interoperability Issue in Broadband Convergence network Implementation)

이 재 정*, 류 한 양*, 남 기 동*, 김 창 봉**

(Jae-Jeong Lee, Han-Yang Ryu, Ki-Dong Nam, and Chang-Bong Kim)

요 약

NGN(Next Generation Network)은 유비쿼터스 컴퓨팅 시대가 현실화 되어가는 시점에서 현재와 미래에 가능한 정보통신 서비스를 제공하기 위한 핵심 인프라 기술을 의미한다. 다시 말해서, NGN은 언제 어디서나 유선과 무선에 상관없이 동일한 정보통신서비스를 제공하는 틀을 의미한다고 말할 수 있다. 현재 공공기관 등에서 구축하는 광대역통합망은 음성전화, 업무망, 인터넷망, 화상회의망, VoIP망 등을 수용하는 광대역 멀티미디어통신망을 구축하고 있다. 광대역통합망은 전달망 계층, 네트워크 제어 계층, 서비스 제어 계층 등 다양한 계층간 완벽한 상호연동성을 제공하지 않으면 목적한 대역폭 및 서비스를 제공 받을 수 없다. 따라서 본 논문에서는 현재 구축된 광대역통합망의 상호연동성 이슈를 분석하여 향후 구축될 광대역통합망의 구축 가이드라인을 제시한다.

Abstract

The NGN (Next Generation Network) means the kernel infrastructure technology to provide information and communication services which are able to be used at present and future when a ubiquitous computing era has been realized. In other words, NGN can be the frame providing the same information and communication services anytime and anywhere regardless of wire and wireless. The broadband convergence network that has been built in the public institution has established a broadband multimedia communication network supporting voice telephone, task net, internet network, video conference network, voice over IP (VoIP) network and etc. It is possible for a requested bandwidth and services to be served, only if a broadband convergence network provide the interoperability between the various classes which include a transport network layer, network control layer, service control layer and other layers. In this paper, we analyzed the interoperability issues of the present broadband convergence network and propose a guideline for the future one.

Keywords : 광대역통합망, BcN, NGN, All-IP, QoS

Ⅰ. 서 론

일반적으로 공공기관에서 분리 운영 중인 음성전화, 업무망, 인터넷망, 화상회의망 등의 백본 네트워크를 단일 환경으로 수용 구축하여 융합서비스를 제공하며 더 나아가 통신과 정보의 종합 객체가 되는 유비쿼터스 환경에 대비하고 인프라 기반 개선과 예산절감의 목적으로 광대역통합망을 구축하고 있다. 광대역통합망이란 통신·방송·인터넷이 융합된 품질 보장형 광대역 멀티미디어 서비스를 언제 어디서나 끊김없이(seamless) 안전하게 광대역으로 이용할 수 있는 차세대 통합 네트워크로 품질(QoS)보장망과 통합(Convergence)망의 두 가지 특성으로 정의 될 수 있다. 품질보장망이란 End-to-End 구간에 대한 이용자별 QoS(Quality of Service) 요구사항을 만족 시키는 음성데이터 통합, 유무선 통합 및 통신방송 융합 서비스를 제공해 줄 수 있는 통신망이다[1]. 또한 특정 네트워크나 단말 종류에 종속되지 않고 시간과 공간의 제약 없이 언제 어디서나 안심하고 사용할 수 있는 유비쿼터스 서비스 환경을 지

* 정회원, 한국전자통신연구원
(Electronics and Telecommunications Research Institute)
** 평생회원, 공주대학교 정보통신공학부
(Kongju University)
접수일자: 2010년4월7일, 수정완료일: 2011년2월17일

원하는 통신망이다. 국내 BcN(Broadband Convergence Network)의 경우 PSTN(Public Switched Telephone Network)과 ATM(Asynchronous Transfer Mode), 프레임 릴레이, 인터넷, 전용망, 무선망 등의 서로 다른 망을 하나의 공통된 망으로 통합하여 음성과 데이터가 통합된 다양한 멀티미디어 서비스를 단일망 체계에서 제공할 수 있는 차세대 통신 네트워크를 지칭한다. 즉, 개방형 어플리케이션 인터페이스를 제공하고 높은 대역폭과 보안성 및 신뢰성을 기반으로 하는 초고속 유무선 서비스를 실시간으로 제공할 수 있게 된다. 데이터 트래픽이 음성 트래픽의 규모를 능가하고 패킷망에서 실시간 서비스에 높은 수준의 QoS를 보장할 수 있다면 다수 통신망을 패킷 기반의 단일망으로 통합하는 이른바 차세대 통합 네트워크의 도입이 바람직하다. 반도체, 광전자, 무선 등의 눈부신 기술 발전의 속도는 망을 통합하게 하는 경제적인 원동력이 되었다. BcN은 사용자의 다양한 요구를 지원할 수 있는 능력을 가지게 하며 망운용에 대한 필요 비용을 줄일 수 있게 함으로써 기업 및 공중망의 표준에 기반한 프로토콜, 정책, 통신망 구조 등으로 통합될 것으로 예상된다[2~3].

본 논문의 구성은 Ⅱ장에 통합망 구축에 필요한 관련 장비기술을 언급하고 Ⅲ장에서는 일반적인 통합망 구축 모델을 설명하고 Ⅳ장에서 유선통합망 구축에서 발생되는 상호운용성 이슈를 분석 하고 마지막 Ⅴ장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 제안한다.

Ⅱ. 통합망 관련 장비기술

1. MSPP(Multi Service Provisioning Platform)

현재 광대역통합망 구축에 소요되는 핵심장비 중 하나가 MSPP이다. MSPP는 한 개의 광통신 장비에 다양한 신호형태의 데이터를 처리 및 전송할 수 있는 차세대 전송방식의 네트워크이다. 즉, 이더넷 신호를 전송망이 SDH(Synchronous Digital Hierarchy)에 올려줘 장비하나로 다양한 통신 서비스를 통합 제공할 수 있도록 지원하는 차세대 네트워크장비이다[4]. STP(Spanning Tree Protocol), L2 VPN(Layer 2 Virtual Private Network), VLAN(Virtual Local Area Network), MAC(Media Access Control) Switching 등의 Ethernet Layer2 기능까지 탑재하며, ESCON(Enterprise Systems Connection), FICON(Fiber Connectivity), FC(Fiber Channel), Digital Video 등의 많은 종류의 프로토콜을 지원한다. MSPP 네트워크의 가장

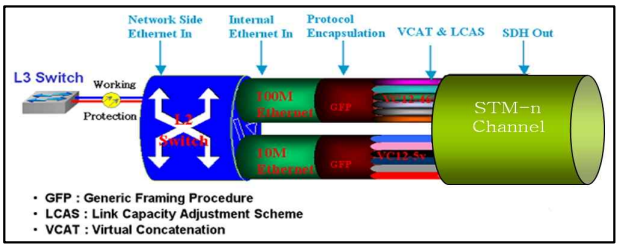

그림 1. EoS 구조
Fig. 1. EoS structure.

큰 특징은 음성이나 전용회선, ATM, 이더넷 등 서비스 종류별로 별도의 네트워크를 구축해야 하는 기존의 전송 방식과 달리 멀티 서비스 기능을 가진 하나의 장비를 통해 동일한 수준의 서비스를 통합적으로 제공할 수 있다는 것이다. EoS(Ethernet Over SDH)는 Ethernet 프레임을 SDH 프레임에 매핑하여 전송하는 기술로 장애 발생시 50ms 이내 보호 절체 및 복구가 가능하며, SDH 하부망을 사용하므로 99.999%의 신뢰도 제공과 Carrier급 OAM(Operation, Administration and Maintenance) 능력을 제공한다.

가. VCAT(Virtual concatenation)

VCAT은 GFP에 매핑된 신호는 인접 연결(Contiguous Concatenation) 기법을 이용하여 적정한 용량으로 매핑시킨 후 다시 Inverse multiplexing을 수행하여 기존 SONET/SDH 장치가 수용할 수 있도록 VC-n-Xv 단위로 쪼개는 과정을 거친다. 이를 Virtual Concatenation이라 하며, Virtual Concatenation 된 v 개의 신호가 동시에 동일 링크를 통해 수송되거나 혹은 개별적으로 목적지까지 수송할 수 있도록 한다. 통합 전송장비의 대용량 대역폭을 다수의 가상 채널로 분리하여 사용할 수 있는 차세대 네트워킹 기술이다. 하나의 이더넷 데이터를 여러 개의 VC를 이용 및 분리하여 전송하는 방법으로 대역폭을 효율적으로 사용 가능하게 하는 기술로서 복수의 물리적인 링크를 묶어 하나의 논리적 링크처럼 사용하는 기술이다. 이더넷 신호에 대해 VCG를 구성하여

표 1. VCAT 전송 효율
Table 1. VCAT transfer efficiency.

Data 신호	W/o VCAT	With VCAT
10M Ethernet	VC-3 (21%)	VC-12-5v (91%)
100M Ethernet	VC-4 (67%)	VC-12-46v (98%)
Gigabit Ethernet	VC-4-16c (42%)	VC-4-7v (95%) VC-3-21v (98%)

POS(Packet over SDH/Sonet) 보다 2배 이상 패킷 전달 효율을 향상 시키는 기술이다.

나. LCAS(Link capacity Adjustment Scheme)

LCAS는 VCG(VC-n-Xv)를 이용하여 VC개수를 동적으로 변화 시키는 기능이다. LCAS 기능은 VCAT된 VC를 In-band 상에서 동적으로 대역폭을 할당하는 기술로서 VCAT된 SONET/SDH 채널을 Add/Drop함으로써 효율적 대역폭 관리가 가능한 기술이다. VCG 내의 특정 멤버가 망 내의 장애에 의해 서비스가 어려울 때 이 멤버를 제거하여 링크 용량을 자동적으로 줄이거나, 이 멤버의 장애가 제거되어 링크의 용량을 자동적으로 복귀시키는 기능으로 장애 멤버 삭제/추가를 통해 고장 감내성을 제고 할 수 있다.

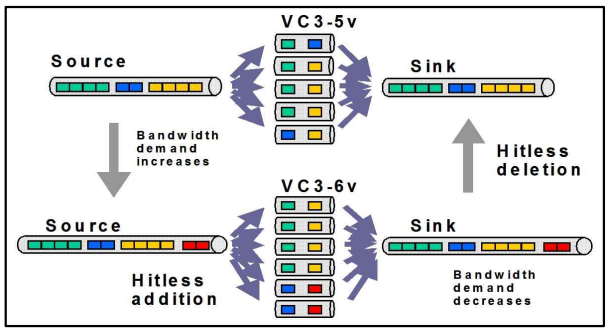

그림 2. LCAS 동작
Fig. 2. LCAS Operation.

다. GFP(Generic Framing Procedure)

GFP는 GFP-F(Framed GFP)와 GFP-T (Transparent GFP)로 구분할 수 있다. GFP는 신호가 가지는 고유 프레임을 64Kbyte의 GFP 프레임에 매핑시킨다. Ethernet 신호의 장거리 전송을 위해 데이터 Payload를 Encapsulation 하여 SDH 신호로 맵핑 가능하도록

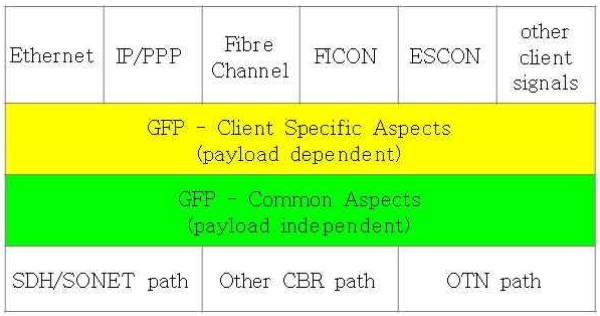

그림 3. GFP 구조
Fig. 3. GFP structure.

ITU-T G.7041의 GFP를 지원한다. 고정된 전송속도를 갖는 다양한 데이터 신호를 수용하기 위해 정의된 새로운 기술이며, VC-n, VC-n-Xc, VC-n-Xv을 이용하여 확정된 대역폭으로 다양한 형태의 패킷 신호(이더넷, Fiber Channel, ESCON)를 전송한다[5~8].

2. 보안장비 부문

국내 초고속정보통신 인프라가 세계 최고 수준으로 발전하면서 인터넷 등 정보통신망의 확산에 따른 보안의 취약성이 증가하고 인터넷의 순기능에 역행하는 상황이다. 이에 따라, 전자적 침해행위를 예방하고 안전하고 신뢰성 있는 인터넷서비스를 제공하기 위한 보안기술에 대한 연구가 전 세계적으로 활발하게 추진되고 있다. 광대역통합망에서 사용되는 대부분의 보안장비는 국정원 인증제품이 사용되며, 독자적인 Algorithm을 적용하여 고성능을 보장한다. 최근에는 보안과 관련된 이슈들이 많이 발생하여 침입차단, 침입방지, 위협관리, 트래픽 관리, 암호화 시스템, L2보안 스위치, 통합 소프트웨어 구축 등 네트워크 영역에서 적용 가능한 모든 조치를 취하고 있다.

가. 침입차단시스템 주요 기능

다단계로 분류한 테이블을 비교하여 정책/세션 수에 상관없이 고속의 성능을 보장하며, Kernel Level에서 신속히 이루어지는 Session 정보 동기화로 장애발생 시에도 Session을 지속적으로 보장하여 Active-Active High Availability를 지원한다. 또한 Application 특성에 따라 선행 트래픽을 기초로 예측된 트래픽에 대한 동적제어와 DoS/DDoS 및 스캔시도 공격 탐지/차단 정책으로 유해트래픽을 차단할 수 있다.

나. 침입방지시스템 주요 기능

프로토콜 및 포트별 필터링, 제한된 패킷의 자동 Drop 등 인터페이스의 트래픽 대역 제한과 실시간 세션 및 네트워크 트래픽 상태 정보 모니터링으로 탐지 및 차단 현황과 상태 정보 확인을 제공한다. 또한 시스템 장애 시 신속한 자체 복구 기능을 제공하며, 시그니처의 라이브 업데이트 및 업데이트 스케줄링 기능으로 관리를 효율적으로 수행할 수 있다[8].

다. 트래픽관리시스템 주요 기능

P2P 및 Web hard 패턴 등을 탑재하여 완벽한 P2P

제어 및 지속적 패턴 업데이트 및 스케줄링 기능으로 QoS 정책의 요일별/시간별로 적용이 가능하다. Layer7 필터링으로 Dynamic Port를 사용하는 P2P 분류 및 제어로 패킷에 대한 임계치 설정과 양방향 DoS 공격 자동 차단 및 해제 기능을 제공한다. 트래픽관리시스템은 인터넷망에는 필수적으로 설치하여 특정가입자에 의해 대역폭이 점유되는 현상을 방지해야 한다.

Ⅲ. 통합망 구축

1. 공공기관 유선통합망 현황

2002년 초 통신망 이용요금의 절감, 관리의 효율화, 첨단기술에 대한 수용분야의 기대효과가 커지게 됨에 따라, 2004년도에는 대국민서비스 및 행정서비스를 통합한 행정자치부의 전자정부통합망이 구축되었다. 이는 분리 운용중이던 전국망 규모의 전국단일망/지방행정정보망/정부고속망을 통합한 것으로 21세기 전자정부의 기반 인프라로 적극적으로 활용되고 있다. 기존 운용중인 정보통신망은 전화, 데이터, 영상 등의 정보망이 각기 개별적으로 구성되어 망의 효율성이 낮고, 망 사업자가 제공하는 서비스만 한정적으로 이용하므로 대역폭의 효율적 활용이라는 망의 유연성이 없으며, 저속의 정보전달에 따른 시간낭비 뿐만 아니라, 회선 임대료의 부담은 지속적으로 증가되어 재정 상황을 계속 압박할 것이며, 제한적 정보공유로 인하여 시간적, 공간적 비용 소모가 커진다. 미국, 일본 등 행정 선진국의 경우에 지역격차를 줄이고 사회·경제 발전에 정보통신 인프라가 담당하는 역할에 대해서 새롭게 인식되면서 정보통신 인프라 구축에 대한 필요성 인식은 세계적인 추세이다. 이러한 정보통신 인프라 확보는 정보통신망을 통합하여 관리체계를 일원화하고 보안성을 확보하여 안정적이며 효율적인 인프라 제공과 대국민 행정서비스 제공을 위해 언제, 어디서나 품질 높은 서비스 제공이 가능하다.

가. 전라남도 정보통신통합망

전라남도의 정보통신통합망은 안정적이고 효율적인 전자정부 인프라 제공을 위하여 전라남도의 5대 정보통신망(전국단일망, 지방행정정보망, 영상회의망, 소방행정망, 민방위경보망)을 통합하여 예산을 절감하고 대용량통신망을 확보하고 회선관리·운영체계를 전송차원에서 통합 및 이중화함으로써 대국민 행정서비스의 품질을 고도화 하였다. 지역간의 균형발전 및 향후를 고려하여 전라남도 주관 하에 도청을 중심으로 KT의 전주를 임차하는 방식으로 약 1,555Km의 광케이블을 시설하며, 도와 22개 시·군 간에 향후에 10Gbps 이상 확장 가능한 2.5Gbps MSPP로 광대역 백본망을 구축하고, 시·군청을 중심으로 693개 읍·면·동 및 소방서, 사업소를 100Mbps이상의 광대역 정보통신장치로 연결하여 액세스망을 제공하고 있다[10].

나. 전자정부통신망

전자정부통신망 고도화 사업은 95년부터 추진된 초고속국가망 구축사업이 2005년 종료됨에 따라 통신사업자 시설을 활용(Outsourcing)하여 백본망과 접속망으로 분리 구성하고, 백본망은 업무망과 인터넷망으로 분리 구성하여 국가기관에 저비용·고품질의 정보통신서비스를 제공하고, 국가기관 간 정보 공유 및 유통 활성화를 위해 보안성, 안정성, 확장성이 강화된 국가기관 전용의 전자정부통신망을 구축하여 전자정부 완성을 지원하고 있다. 정부통합전산센터에 구축한 IP연동기반에서는 사업자에서 구축한 전자정부통신망을 집선하여 인터넷 서비스 및 업무망 서비스를 제공하고 있다.

다. 경찰청 통합망

지방청과 경찰서 및 지구대(파출소), 경찰초소, 외청, 치안센터등 상호 분리 운영 중인 저속·저용량의 정보통신망(전화망, 행정망, 화상회의, 인터넷망)을 유비쿼터스 환경에 대비한 광대역 멀티미디어 통신망 기반으로 통합함으로써 통신환경 개선과 예산절감을 할 수 있다. 주요 구성은 안정성 확보 및 보안성 강화를 위한 접속장비의 이중화, 지방경찰청 전용 대용량 광전송망 구축을 통한 확장성 확보 및 신속한 장애처리 및 구성변경을 위한 망 관리시스템 구축이다. 지방청과 경찰서는 10Gbps~2.5Gbps급 MSPP 광 전송장치를 이용하여 Ring형태로 광전송망을 구성하고, 지구대/파출소는 155Mbps급 이상으로 구성하여 경찰서에 연결되었다. 인터넷망과 업무망은 백본스위치, 보안장비, L4스위치, 게이트웨이 장비 등으로 각각 분리 구성되어 보안성을 확보 하고 있다.

라. 소방재난본부 통합망

본부와 소방서, 119안전센터·지역대간의 사업자 통합 및 망고도화로 유비쿼터스 환경에 대비한 광대역 멀티미디어 통신망으로 정보통신 인프라의 기반을 개선한

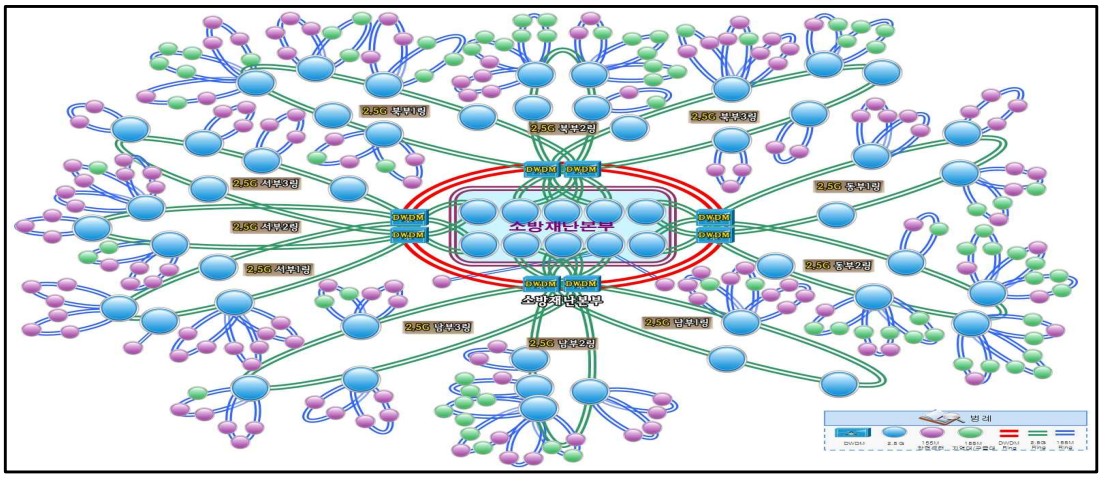

그림 4. 광대역통합망 전송망 구성도
Fig. 4. Broadband convergence network Transport network configuration.

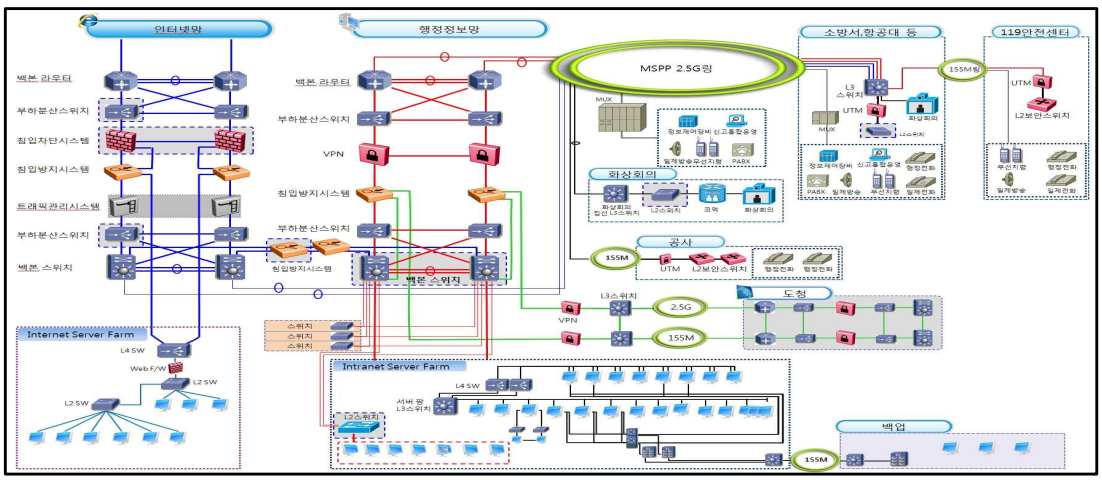

그림 5. 광대역통합망 데이터망 구성도
Fig. 5. Broadband convergence network Data network configuration.

다. 또한 최하위기관에서도 정보통신서비스 질 향상으로 행정능률향상을 도모하며, 집중노드의 경우 노드 이중화로 서비스 안정성을 증대하고 인터넷 게이트웨이의 일원화 및 보안성 강화로 사이버테러를 예방한다. 119 안전센터 및 지역대·구급대까지 수용한 정보통신망의 통합 망관리체계를 구축하여 장애상황에 즉각적으로 대처한다. 각 기관간에는 대용량 광전송 장비를 기본 인프라 장비로 활용하여 Ring 형으로 구축하고 인터넷, 행정정보, 화상회의, 음성, 방송 등을 통합 구축하여 제공한다.

Ⅳ. 통합망 구축의 상호운용성 이슈

일반적으로 통합망을 구축하기 위한 장비 및 서비스 수용방안을 살펴보자. 통합망 구축을 대상으로 하는 상·하 기관간의 광케이블 포설 공사가 완료되면 대용량 전송장비가 링형 또는 P-T-P 형태로 구성된다. 통합망 인프라 구축의 주요 구성장비는 DWDM, MSPP, 지능형다중화장치, 클럭공급장치, 백본스위치 및 라우터, 부하분산스위치(Layer4 Switch), 보안장비(IPS,IDS,VPN,F/W,L2보안 스위치 등), IP 자원관리 시스템, NMS(Network Management System), QoS(Quality of Service)시스템 등으로 구축 운용된다. 인터넷망은 통합보안을 위하여 전송장비 및 라우터의 종단 장비 분리로 보안성 확보 및 이중화로 구성을 한다. 전화망은 통합수용을 위하여 다중화장비(MUX) 구축 및 향후 증가 수요를 반영하여 충분한 채널을 확보하여 제공한다. 업무망은 통합수용 및 충분한 대역폭 확보를 위하여 증속이 용이한 Metro 방식의 인터페이스를 제공하며, 인터페이스 이중화 및 업무망라

우터 이중화를 통하여 무중단 서비스를 제공한다.

1. 이슈 사항

서로 다른 장비와 접속 기술 및 서비스를 통합하여 구축하는 유선통합망에서 발생하는 상호운용성 이슈는 다음과 같다.

- 유선 통합망 구축 장비에서 상호 연동하는 시스템간 모든 인터페이스의 Autonegotiation 또는 Manual Speed and Duplex mode configuration 기준 설정으로 Speed와 Dulpex mode를 동일하게 적용하여 계획한 대역폭을 제공해야 한다.
- MSPP 장비의 대역폭 설정 상태에서 계측기를 이용하여 설정 대역폭이 측정되는지 확인 후 데이터 장비와 연동 시험을 수행한다.
- 데이터 장비는 무중단 서비스를 위해 주요 부분 이중화 구성을 하게 되며, 이중화 구성 후 백본 및 액세스 영역에서 각각 이중화 절체 시험을 수행하여 무중단 서비스가 제공되는지 확인한다.
- 망 구축시 적용되는 모든 설정(대역폭, 라우팅 프로토콜등)이 완료된 상태에서 상호운용성 시험을 실시하여 라우팅 프로토콜/대역폭 및 네트워크 품질이 계획한 상태의 결과를 얻는지 확인한다.

2. 이슈 사항 분석

광대역통합망이 구축된 본부와 하위 기관에 사용자 체감 대역폭 측정을 위해 노트북를 설치 하고, 대역폭 측정이 가능한 소프트웨어를 설치하였다. 세부적인 테스트 환경은 PC(단말)-백본스위치-QoS시스템-IPS-L4 스위치-에지스위치-MSPP-액세스스위치-PC(단말)로 구성되었으며, 가용대역폭은 100Mbps로 설정되어 있다. 본부와 하위기관간 라우팅 프로토콜은 OSPF(Open Shortest Path First)를 운용하여 데이터를 처리한다. End-to-End에 접속된 PC에는 대역폭 측정 프로그램으로 Upload 및 Upload&Download 트래픽을 측정하였지만, 그림 6~7과 같이 대역폭은 50Mbps이하로 CPU Utilization 은 77% 이상 발생하면서 적정 트래픽을 처리 하지 못하는 현상이 발생되었다. 장애디버깅을 위해 액세스 장비에 설정한 OSPF Routing(External Routing 포함)을 Static Routing으로 변경 후 재시험시 CPU Utilization 및 트래픽 송수신이 정상적으로 수행 되었다. 따라서 OSPF Routing과 관련된 문제로 파악되어

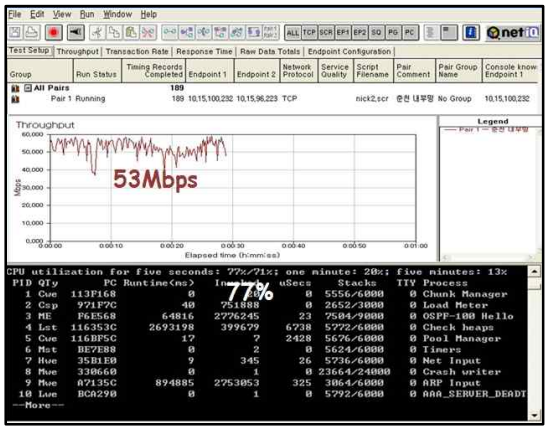

그림 6. SDM template 변경 전(Down)
Fig. 6. SDM template change former(Down).

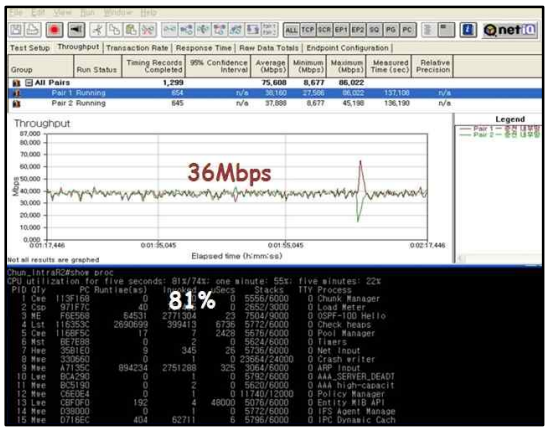

그림 7. SDM template 변경 전(UP&Down)
Fig. 7. SDM template change former(UP&Down).

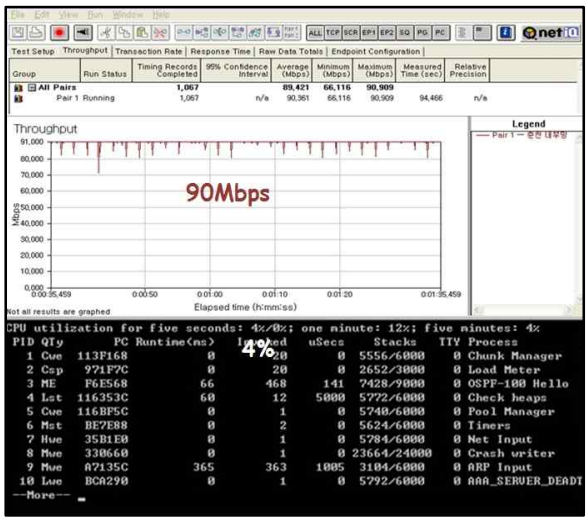

그림 8. SDM template 변경 후(Down)
Fig. 8. After the SDM template change(Down).

세부적인 디버깅을 수행하였다. 장애 증상에 따른 문제의 원인은 TCAM(Ternary Content Addressable Memory)이라는 ASIC hardware registers 부분의 용량

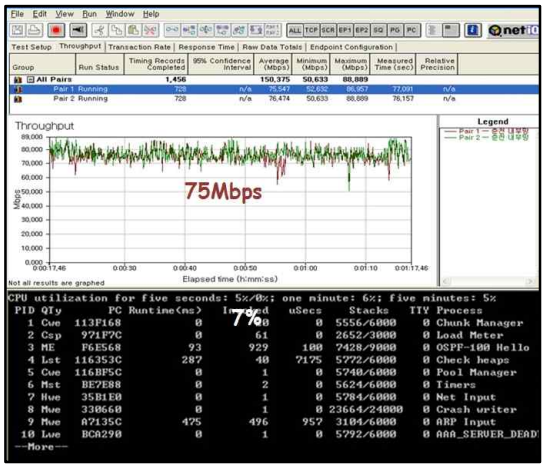

그림 9. SDM template 변경 후(UP&Down)
Fig. 9. After the SDM template change(UP&Down).

부족으로 발생한 문제 였다. 라우팅 테이블 등은 빠른 하드웨어 스위칭을 위하여 IOS에서 컴파일한 후 TCAM으로 정보를 내려 보내게 되는데, TCAM에서 라우팅을 담당하는 부분의 용량 부족문제로 인해 발생되었으며, 용량을 담당하는 SDM(Switch Database Management) Template 값을 조정하여 문제를 해결하였다. 그림 8~9에서는 SDM 조정 후 트래픽을 정상적으로 처리하는 모습을 보여 주고 있다.

Ⅳ. 결 론

개별적으로 분산 운영 중인 정보통신망을 광대역 멀티미디어 통신망 기반으로 통합하여 통신환경 개선과 예산을 절감하고 관리체계를 일원화하여 보안성을 확보하고 안정적이며 효율적인 인프라 제공을 위해 광대역 통합망 구축은 경쟁적으로 추진되고 있다. 현재의 통신서비스는 기존의 네트워크장비들이 통합된 상태인 광대역통합망을 기반으로 제공되는 형태이다. 즉, 광대역통합망 구축에는 전송장비에서 데이터장비, 보안장비 등 많은 다양한 계층의 장비로 구축된다. 본고에서는 통합망에서 발생한 문제를 해결한 일례를 소개 하였으며, 소개한 예에서는 액세스 장비가 연결된 하위 기관에서만 문제가 되지만 본부에 설치된 네트워크장비에서 장애가 발생하면 통합망 전체의 장애로 확대 될 수 있다. 따라서 통합망의 성능보장과 안정성/연동성을 확보하기 위해서는 장비간 상호운용성 시험은 필수적이다. 국내에서도 이기종, 다계층 장비들의 상호운용성과 관련된 더 많은 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] BcN Forum, “BcN 표준모델 V2.0” January, 2006.
[2] 김창환, “광대역 통합망 서비스 동향,” 정보통신연구진흥원 주간기술동향, 통권 1361호, 2008년 8월
[3] 정희창, 이숭희, “광대역통합망(BcN)과 방송/통신 융합 기술 동향,” 방송공학회지, 제8권 제4호, 44-59쪽, 2003년 12월
[4] 박석천, 명대희, “u-City 구현을 위한 효율적인 자가광통신망 구축 및 활용방안 연구,” 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집, 제14권 제1호, 911-914쪽, 2007년 5월
[5] 이관구, 김익상, “NG-SONET/SDH 이용한 효율적인 대역폭 활용,” 한국정보기술학회논문지, 제3권, 제6호, 29-38쪽, 2005년 12월
[6] Huub van Helvoort, “Next Generation SDH/SONET : Evolution or Revolution?,” John Wiley & Sons, Ltd, 2005.
[7] ITU-T G.707, “Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH),” March 1996.
[8] Generic Framing Procedure (GFP):An Overview, IEEE Communications Magazine, May 2002.
[9] 오행석, 김정녀, 손승원, “차세대 네트워크 보안 표준화,” 전자공학회 논문지, 제43권 TC편, 제7호, 122-131쪽, 2006년 7월
[10] 마용환, “MSPP를 통한 전남도청 자가통신망 구축과 인프라확보방안 및 향후 발전방향 연구,” 전남대학교 석사학위논문, 2008.

저 자 소 개

이 재 정(정회원)

2003년 한밭대학교 전자공학과 학사 졸업.
2010년 공주대학교 전자공학과 석사 졸업.
1993년～현재 한국전자통신 연구원 연구원.

<주관심분야 : 통신, 시스템 시험/검증(유선 네트워크)>

남 기 동(정회원)

1990년 인하대학교 전자공학과 학사 졸업.
1992년 인하대학교 전자공학과 석사 졸업.
2011년 충남대학교 전자공학과 박사 졸업.

2001년～현재 한국전자통신연구원 네트워크품질연구팀/팀장

<주관심분야 : 서비스 및 네트워크 품질, 네트워크 시험기술, 재난통신망>

류 한 양(정회원)

1991년 강원대학교 전자계산학과 학사 졸업.
1995년 강원대학교 전자계산학과 석사 졸업.
1999년 강원대학교 전자계산학과 박사 수료.

2000년～현재 한국전자통신연구원 선임연구원

<주관심분야 : 주기억장치 실시간 데이터베이스, 이중화 시스템, 네트워크 시험기술>

김 창 봉(평생회원)

1983년 고려대학교 전자공학과 학사 졸업.
1988년 Florida Tech. 대학 전자공학과 석사 졸업.
1992년 Texas A&M University Electrical Eng. 박사 졸업.

1992년～현재 공주대학교 정보통신공학부 정교수

<주관심분야 : 반도체레이저, 광섬유레이저, 광통신망, 광전송>