

## MPLS와 멀티캐스트 융합을 통한 Video Stream 방송 전송 최적화

황성규 · 한승조\*

### MPLS and Video Stream broadcast multicast transport optimization through convergence

Seong-kyu Hwang · Seung-jo Han\*

Department of Information & Communication Engg., Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

#### 요 약

QoS기술과 전송기술의 고도화로 실시간 통신과 다양한 응용서비스가 가능하며 요즘 모바일기기의 보급화와 LTE기술의 발전으로 멀티미디어 서비스가 고품질 구현이 가능하다. 이러한 조건을 만족시키기 위해서는 단순히 대역폭 확장과 라우터 증가와 라우팅 테이블의 증가를 고려하여 망의 확장성 문제가 포함되어진다. 트래픽 폭주에 따른 데이터를 분산할 수 있는 환경이 중심이 되어야 된다. 그러기 위해서는 현재 수신지 기반 라우팅 방식을 송신지 기반(Source routing)의 라우팅 설정이 필요하다. 본 논문에서는 IETF에서 발표한 표준화인 IP스위칭 방식 기반의 레이블 스위칭 프로토콜인 Multi-Protocol Label Switching(MPLS)을 이용하여 기존망의 Best Effect로 멀티미디어 전송에 QoS보장이 힘든 환경을 최적화된 MPLS망을 이용 QoS를 보장하여 멀티캐스트를 전송하도록 한다.

#### ABSTRACT

QoS techniques and transmitted in real-time communication with the advancement of technology a variety of applications and services are available these days, mobile devices bogeuphwa LTE technology to the development of multimedia services with high quality can be realized. In order to satisfy this condition simply with a router with an increased bandwidth expansion by considering the increase in the routing table of the network scalability problems included. Burst traffic data to be distributed according to the environment is to be centered. To do this, the destination-based routing method to transmit the current paper-based (Source routing) routing settings are required. In this paper, published by the IETF, IP switching system based on standardized protocol Label Switching Multi-Protocol Label Switching (MPLS) network by using the existing Best Effect is difficult to guarantee QoS for multimedia transmission in MPLS network environment using optimized QoS guarantees to transmit the multicast.

**키워드** : MPLS, 멀티캐스트, QoS기술, 멀티미디어

**Key word** : MPLS, Multicast, QoS Technology, multimedia

접수일자 : 2014. 04. 29 심사완료일자 : 2014. 05. 26 게재확정일자 : 2014. 06. 09

\* **Corresponding Author** Seung-jo Han ( E-Mail: sjbhan@chosun.ac.kr, Tel:+82-62-230-7247)

Department of Information & Communication Engg., Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

**Open Access** <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.6.1330>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

최근 인터넷을 통한 실시간 통신과 응용서비스의 다양화로 인해 접속속도의 고속화를 요구하고, 멀티미디어 등의 실시간과 고속 접속 서비스 증가에 따른 인터넷 트래픽이 급격하게 증가하여 인터넷 서비스품질의 QoS가 보장되지 않고 있다. 이러한 상황에서 ISP 사업자는 사용자의 요구에 따라 망 확장과 품질을 향상시켜야 하는 상황이 요구되고 있다. 이 요구는 단순히 대역폭을 확장과 더불어 라우터 증가와 라우팅 테이블 수의 증가를 증점을 둔 망의 확장성 문제가 포함되어진다[1,2].

라우터 위주의 라우팅 기반은 고품질의 멀티미디어와 실시간 서비스가 폭주가 일어날 경우 혼잡을 피하기 어렵다는 단점이 거론된다. 트래픽 폭주에 따른 데이터를 분산할 수 있는 환경이 중심이 되어야 된다. 그러기 위해서는 현재 수신지 기반 라우팅 방식을 송신지 기반(Source routing)의 라우팅 설정이 필요하다. 본 논문에서는 IETF에서 발표한 표준화인 IP스위칭 방식 기반의 레이블 스위칭 프로토콜인 Multi-Protocol Label Switching(MPLS)을 이용하여 기존망의 Best Effect로 멀티미디어 전송에 QoS보장이 힘든 환경을 최적화된 MPLS망에 QoS 보장하여 멀티캐스트로 전송하도록 한다.

## II. MPLS(Multiprotocol Label Switching) 기술

라우터의 라우팅은 수신지 기반의 라우팅에 기초를 두고 있으며 IP 라우팅 할 때 수신지 IP주소에 따라 다음 HOP을 라우터의 라우팅 정보에 의해 결정한다. 라우팅 큰 장점은 장애로 인한 대체 경로를 찾아 전달할 수 있는 큰 특징이 있다.

그러나 이러한 라우팅 기반은 트래픽이 혼잡 되는 것을 피하기 어렵다는 단점이 있다. 라우터에서 이러한 폭주에 따라 트래픽 부하를 분산할 수 있는 환경이 있어야 한다. 현재의 수신지 기반 라우팅 방식을 업그레이드한 송신지 기반(Source routing)의 경로 설정 기능이 필요하다.

### 2.1. MPLS(Multiprotocol Label Switching) 기술

비연결형으로 동작하는 IP망에서 논리적 채널 LSP(Label Switching Path)로 구성하여 연결형으로 동작할 수 있게 하는 것이 MPLS이며 가입자망에서 들어오는 트래픽들을 LER장비에서 Label을 각각 부착하여 MPLS망에서 보내어 Egress LER에서 label을 제거하여 패킷을 전달한다. LER장비는 LSR장비로 패킷 스위칭을 수행하며 패킷의 목적지 레이블을 등재하여 있는 인터페이스에 고속 스위칭을 수행한다. MPLS 원리는 layer 2 Switching 기술인 Packet forwarding과 layer 3 기술인 routing을 융합하여 label을 이용하여 layer 2 프로토콜에 적용이 가능하다. MPLS를 기존의 packet forwarding과 비교하면 packet forwarding 방식에서는 packet의 목적지 IP주소를 기준으로 전송되어진다. 그러나 MPLS에서는 label을 이용하여 packet을 forwarding 하기 때문에 하드웨어적 고속 스위칭이 가능해진다[1,2].

#### 2.1.1. MPLS 구성 및 구성요소

MPLS(Multiprotocol Label Switching)은 L2프레임 또는 IPv4/IPv6 패킷에 Label을 부착하여 전송하는 기술이며 MPLS가 동작하는 라우터나 스위치를 LSR(Label Switch Router)라고 한다. PE라우터와 P라우터는 MPLS VPN 서비스를 제공하는 ISP의 라우터이고 CE라우터는 고객사의 라우터이다.(1) LER(Label Edge Router)은 MPLS망에서 사용자 경계부분에서 연결된 장비로서 MPLS망에서 사용되는 Label을 Encapsulation Decapsulation을 수행하고 망내에서 가장 빠른 경로로 스위칭 하는 역할을 한다[3,4].

LSR(Label Switch Router)은 MPLS망에서 LER장비의 Label을 할당하고 LER장비의 상황을 실시간으로 파악하여 MPLS스위칭 테이블을 유지관리 하는 역할을 한다. Label은 stream 이나 traffic flow에 label을 분배되는 고정길이의 식별자로 FEC(Forwarding Equivalence Class)를 구분하여 이웃하는 두 노드 사이에서만 의미가 있다. FEC는 특정한 LSR에서 동일한 forwarding 처리과정을 하는 packet의 group을 나타내는 목적지 주소로 서비스 클래스로 분류한다[5,6].

LSP(Label Switched Path)은 LSP는 data가 전송되기 전에 설정되며 MPLS Domain으로 구성된 MPLS장비들이 Domain에서 특정 FEC로 지정된 packet은 LSP를

가진다[7,8].

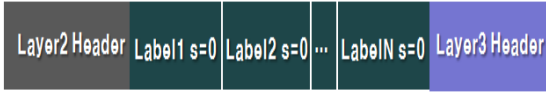


그림 1. 복수개의 Label Header Format  
Fig. 1 Label Header Format multiple

Label을 20bit로 구성되어 있으며 CoS(Class of Service)는 3bit S는 Bottom of stack로 1bit TTL(Time to live)8bit로 구성되어 있다. Label Header는 한 개, 복수개로 구성될 수 있다. S bit가 0이면 다른 Label Stack가 존재하고 S가 1이면 Label Stack은 없다.

2.1.2. Label 위치



그림 2. ATM Label 위치  
Fig. 2 ATM Label Location

이더넷이나 프레임릴레이와 PPP 패킷은 이 패킷 바로 다음에 Label이 붙는다. 그러나 ATM은 위의 방식과는 상이하게 Label 위치에 VPI VCI가 Label로 위치해 있다.

2.1.3. 기본적인 IP QoS와 MPLS EXP의 관계

표 1. EXP값에 따른 3bit Value  
Table.1 EXP 3bit Value

PHB definitions	DSCP Value(6Bits)			EXP Value (3bits)
Expedited Forwardign		EF	101110	101
Assured Forwarding	class 1	AF1	010010 010100 010110	001
	class 2	AF2	010010 010100 010110	010
	class 3	AF3	011010 011100 011110	011
	class 4	AF4	100010 100100 100110	100
Best Effort			000000	000

IP Packet에 MPLS Label을 PUSH 할 때 IP Header의 QoS Field( IP Pre/DSCP)의 첫 3bit를 MPLS Label의 EXP Field로 복사하며 새로운 Label이 추가되면 기존 Label의 EXP 값이 새로 추가된 Label에 그대로 복사된다. 다른 Label로 Swap할 때도 기존 Label의 EXP값이 새로 변경된 Label에 그대로 복사된다. MPLS Label의 EXP 값 변경시 변경시 내부의 IP Header로는 전달되지 않는다. 따라서 고객 IP 패킷 내부에 설정된 QoS 값들은 변함 없이 전달된다. 경우에 따라 MPLS EXP 값과 IP Header의 QoS 값을 변경시킬 수 있다.

2.2. 멀티캐스트

멀티캐스트는 하나의 발신지와 하나의 목적지에 그룹을 가지고 한번의 전송으로 그룹 내 모두에게 전송하는 방식이며 224.0.0.0에서 239.255.255.255의 IP 대역을 사용한다. 그룹 내 전체에 한번의 Copy만으로 1:N 형태의 전송으로 가능하여 중복전송으로 네트워크 부하를 최소화하는 프로토콜이다[9,10].

2.2.1. 멀티캐스트 라우팅 방식 구분

(1) 송신자 기반 트리

Push Model을 사용하며 초기에 멀티캐스트 데이터들이 전체 네트워크상으로 전송되며 수신자가 존재하지 않는 path는 prune를 수행하며 single sender에 적합하다.

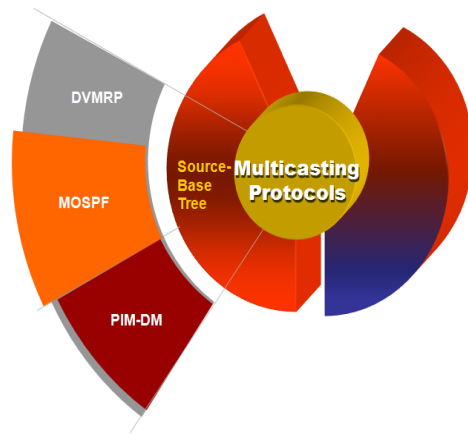


그림 3. 송신자 기반 트리 종류  
Fig. 3 Sender-based Tree Type

(2) 그룹 공유 트리

Pull Model 사용하며 Packet을 요청하기 전까지는 Packet수신을 요청하는 수신자가 없다는 가정한다. Source 와 모든 receivers는 center로 접속한다. 그룹공유 트리 방식은 Multiple Senders에 적합하다.

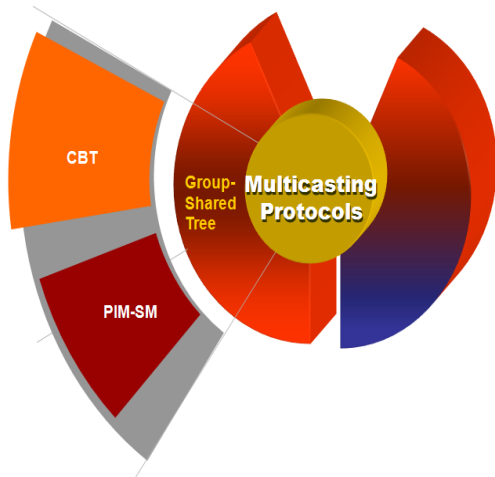


그림 4. 그룹공유 기반 트리 종류  
Fig. 4 Group share-based Tree Type

III. 제안 MPLS와 멀티캐스트 융합을 통한 Video Stream 방송 전송 최적화

3.1. MPLS와 멀티캐스트 융합을 통한 Video Stream 방송 전송 최적화

제안 구성의 세부 구성도는 MPLS구간과 가입자와 멀티미디어 제공자 구간으로 구분하였으며 라우팅 프로토콜은 MPLS망내에서는 OSPF로 설정하였으며 CE-PE 구간 통신을 위해 라우팅은 BGP로 설정하였다. MPLS VPN에서 가입자 네트워크의 멀티캐스트를 지원하기위해 백본망 자체 즉 MPLS구간에서 멀티캐스트를 설정하고, 가입자망 내부에서도 멀티캐스트를 설정하였다. MPLS 구간에서는 멀티캐스트를 설정하고 PIM-SM 으로 MPLS구간의 멀티캐스트를 구현하였다.

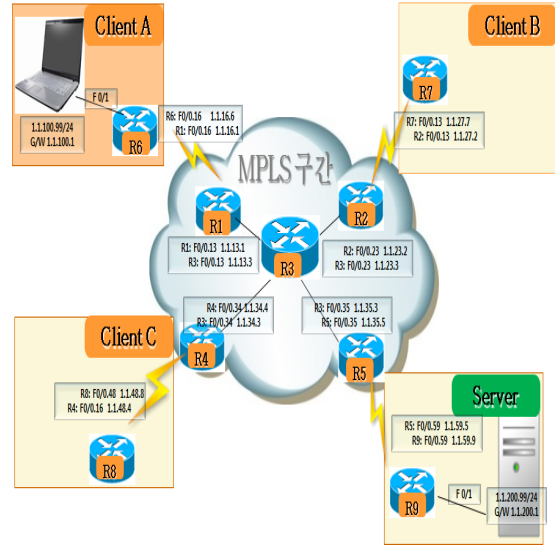


그림 5. 세부 구성도  
Fig. 5 Configuration Details

세부 구성도는 라우터 및 서버에 IP를 부여하고 라우터와 서버에 config를 하여 실제망에서 Active망으로 구성하고 Server(Windows 2003 Media Server)에서 Media Stream data를 전송하여 Client에서 수신할 때 MPLS 구간에서 QoS 최적화하여 최상의 조건으로 전송하는 것을 제안하는 것을 목표로 한다. 구체적으로 MPLS QoS 필드의 EXP bit를 최상의 조건으로 고정하여 Client에서 멀티미디어 수신시 최상의 QoS를 보장 받는다.

MPLS 라우터 간에는 IGP 및 LDP를 동작시킨다. MPLS TE에서는 IGP를 OSPF 또는 IS-IS를 사용한다. LDP는 MPLS 라벨 바인딩 정보를 전송한다. PE 라우터 간에는 MBPG(Multiprotocol BGP)를 사용하여 가입자 정보를 교환한다.

LDP 라우터 ID는 라우팅 테이블에 존재해야 하며 LDP 라우터 ID로 사용될 각 라우터의 loopback interface를 반드시 OSPF에 포함시켜야 한다. MPLS VPN 망으로 사용할 라우터1,2,3,4,5에서 OSPF area 0으로 설정한다. 설정 후 각 라우터에서 routing table을 확인하고 각 라우터간 ping으로 통신을 확인한다.

MPLS VPN 백본망을 위한 멀티캐스트 설정은 PIM-SM을 이용해 구성하고 Backbone망 멀티캐스트는 일반 멀티캐스트와 설정이 동일하다. PE 라우터와

Backbone을 연결하는 모든 인터페이스 및 BGP 피어링이나 RP주소에 사용되는 loopback interface에 sparse-mode를 설정한다.

### 3.2. GNS3 이용한 논리적 구성 최적화

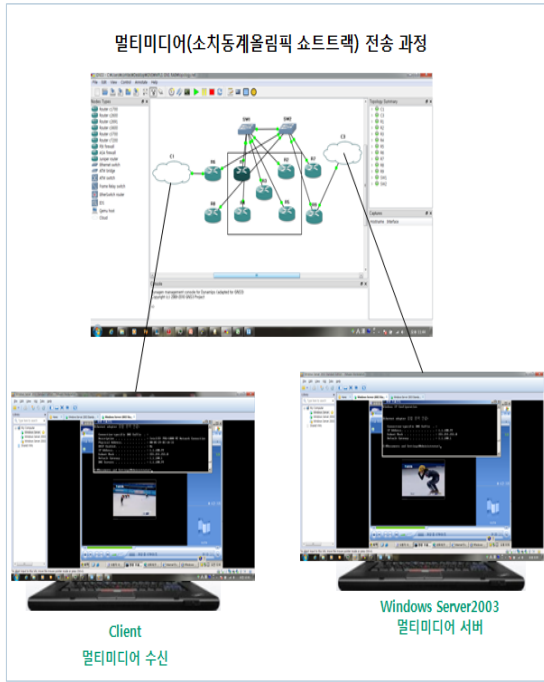


그림 6. 제안 멀티미디어 전송과정  
Fig. 6 Multimedia Transmission process proposed

실제 망에서는 구현하기 어려움이 있어 가상화 Tool로 구현을 하였으며 GNS3라는 Tool로 실제 망과 차이점은 물리적, 논리적인 차이점 외에는 큰 차이점이 없다. 우선 config를 EXP=0과 5로 나누어 구성하여 최적화하여 최적화 구성안을 도출하여 구현하였다.

그림 구성은 C1은 클라이언트 단말단이며 C3는 멀티미디어 송신국으로 윈도우 2003서버로 미디어 서비스를 구성했으며 네모 안에 라우터는 MPLS망의 라우터들이며 라우터 6,7,8,9는 CE라우터들로 구성이 되었으며 C3서버에서 동계 소치 올림픽 경기를 방송을 하여 C1클라이언트에서 수신하는 구조로 구성되었다. MPLS에서 QoS를 담당할 EXP bit를 5와 0값의 차이를 분석하여 최적의 조건으로 구현한다.

MPLS EXP bit를 5로 조정하여 서버에서 멀티미디어

어를 전송하는데 라우터 9번을 통해 R 5,3,1,6을 통해 클라이언트 즉 가입자에게 멀티미디어를 전송하며 MPLS의 QoS의 EXP 값이 5임을 show policy-map 인터페이스를 통하여 확인할 수 있다. 마찬가지로 R3,1,6을 통하여 MPLS의 QoS의 EXP bit가 5임을 확인할 수 있다.

## IV. 비교분석

본 장에서는 멀티캐스트방송 데이터인 소치동계 올림픽 8.66MByte 동영상과 데이터(ping 반복200회 size 2,000)을 동시에 전송했을 때 최적 환경을 분석한다.

### 4.1. EXP값에 따른 전송속도 분석

표 2. EXP값에 따른 전송속도 측정표  
Table. 2 Transmission rate according to the value of EXP measurement table

데이터 유형	EXP값			EXP=0		
	최소	평균	최대	최소	평균	최대
R9 데이터전송	16	83	260	16	88	268
R7,9 동시데이터전송	40	133	400	16	135	332
R9데이터 동시멀티미디어전송	28	89	220	20	152	592
라우터9 패킷흐름	132패킷			117패킷		
라우터6 패킷흐름	99패킷			88패킷		

MPLS의 EXP 값의 변화를 통해 QoS를 config하는데 서버가입자단 라우터 R9에서 데이터를 전송을 시작하여 응답시간의 최소 최대시간과 평균시간을 측정은 유사한 흐름 상태를 보이며 서버단 라우터 인접라우터에서 동시에 데이터를 전송을 하여도 응답시간에는 변화가 유사하다. 제안 구성환경에서 서버단 라우터 9에서 데이터와 동시에 소치 동계올림픽 멀티미디어 8.66MByte를 동시에 전송하였더니 QoS에 많은 변화를 보이는데 EXP 5에서 EXP 0 일 때 보다 거의 배의 QoS 처리가 됨을 확인하였다.

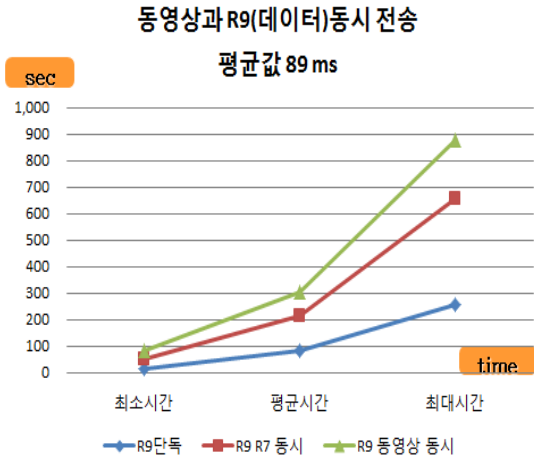


그림 7. EXP=5 값  
Fig. 7 EXP=5 value

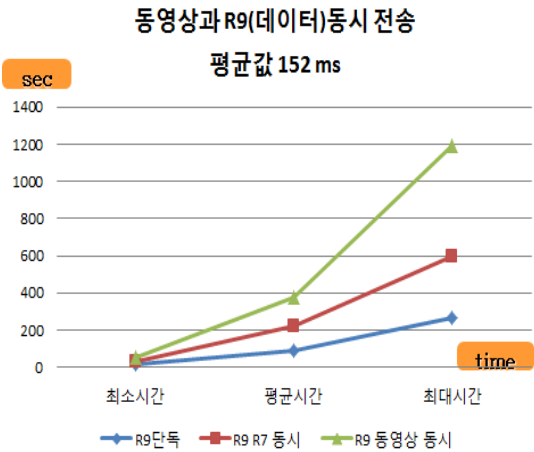


그림 8. EXP=0 값  
Fig. 8 EXP=0 value

MPLS QoS는 크게 MPLS TE에서 터널당 특정 대역폭을 할당하는 것과 각 인터페이스에서 MPLS 패킷에 QoS를 적용시키는 것으로 구분하고 본 논문에서는 MPLS 패킷에 QoS를 적용시켰다. 기본적인 IP QoS 값과 MPLS EXP 값의 상관관계를 이용하여 최적의 환경을 구현하였다. MPLS VPN 백본망을 위한 멀티캐스트 설정을 PIM-SM을 사용하였으며 BGP의 업데이트 소스 인터페이스가 모든 BGP 네이버에게 동일하게 설정되어야 디폴트 MDT가 제대로 동작되었다. 멀티캐스트

수신자가 있는 CE와 접속된 PE R1의 멀티캐스트 라우팅 테이블은 tunnel 0 인터페이스를 통하여 R5에게서 데이터 MDT 239.1.1.102와 239.1.1.103을 통하여 트래픽을 수신하고 R6와 연결된 F0/0.16 인터페이스로 전송한다.

그래프 변화는 처음에 R 9에서 데이터 전송 시의 차이는 거의 차이가 나지 않는다. R9와 R7 동시에 데이터를 보낼 때부터 약간의 차이를 보이며 실시간 동영상과 데이터를 동시에 보냈을 때 즉 실시간 동영상의 큰 size와 데이터를 동시에 전송했을 때 평균시간은 exp=5 일 때 89초와 exp=0일 때 152초의 차이가 확연히 나타났다. 실시간 데이터나 일반 데이터가 전송 될 때 exp가 0이나 5일 때 차이는 없으나 실시간 스트림데이터와 대역폭이 혼잡이 발생할 때 전송시간은 차이가 있음을 보였다.

## V. 결 론

본 논문에서는 IETF에서 발표한 표준화 IP스위칭 방식 기반의 레이블 스위칭 프로토콜인 Multi-Protocol Label Switching(MPLS)을 이용하여 기존망의 Best Effect로 멀티미디어 전송에 QoS보장이 힘든 환경을 최적화된 MPLS망을 이용 QoS 보장 하기위해 MPLS 패킷에 QoS를 적용 멀티캐스트 전송구현을 하였다. MPLS 구간에서 PIM-SM 으로 MPLS 멀티캐스트를 구현하여 GNS3라는 Tool로 실제 망처럼 구현하였다. 서버에서 동계 소치 올림픽 경기 방송을 하여 클라이언트에서 수신하는 구조로 구성하여 MPLS에서 QoS를 담당한 EXP bit를 5와 0값의 변화를 분석하여 최적의 조건으로 구현한다. 응답시간의 최소 최대시간과 평균시간을 측정은 유사한 흐름 상태를 보이며 서버단 라우터와 인접라우터에서 동시에 데이터를 전송을 하여도 응답시간에는 변화가 유사하다. 제안 구성환경에서 서버 단 라우터 9에서 데이터와 동시에 소치 동계올림픽 멀티미디어 8.66MByte를 동시에 전송하였더니 QoS는 EXP 5에서 평균 89ms와 EXP 0 일 때 152ms의 차이의 QoS 처리됨을 확인하였다.

향후에는 본 논문에서 연구한 방법을 만족하는 동시에 ISP의 서로 다른 프로토콜을 충족시키며 가입자에게 최적의 멀티미디어를 제공하기 위한 방법을 제안 할 계획이다.

### 감사의 글

본 연구는 2014년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.(This study was supported by research funds from chosun university,2014)

### REFERENCES

- [ 1 ] S. Ganti, N. Seddigh, B. Nandy, "MPLS Support of Differentiated Services using E-LSP," draft-ganti-mpls-diffserv-elsp-01.txt, Nov. 2001.
- [ 2 ] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, Multiprotocol Label Switching Architecture, RFC 3031, Jan. 2001.
- [ 3 ] E. Rosen, D. Tappan, G. Fedorkow, Y. Rekhter, D. Farinacci, T. Li, A. Conta, MPLS Label Stack Encoding, RFC 3032, Jan. 2001.
- [ 4 ] L. Andersson, P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette, B. Thomas, LDP Specification, RFC3036, Jan. 2001.
- [ 5 ] X. Xiao, "Providing Quality of Service in the Internet," Michigan State University, Feb. 2000.
- [ 6 ] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss, An Architecture for Differentiated Services, RFC2475, Dec. 1998.
- [ 7 ] J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, Assured Forwarding PHB Group, RFC2597, Jun. 1999.
- [ 8 ] F. L. Faucheur, L. Wu, B. Davie, S. Davari, P. Vaananen, R. Krishnan, P. Cheval, J. Heinanen, MPLS Support of Differentiated Services, draft-ietf-mpls-diff-ext-09.txt, Apr. 2001.
- [ 9 ] Bates, T. and R. Chandrasekaran, "BGP Route Reflection: An alternative to full mesh IBGP", RFC 1966, June 1996
- [ 10 ] Security with Windows XP", Microsoft Windows XP Technical Article. 2001. 11.
- [ 10 ] R. Housley, T. Moore, "Wireless LAN Certificate Extensions and Attributes", IETF DRAFT, 2002.9



황성규 (Seong-kyu Hwang)

2007년 전주대학교 교육대학원 컴퓨터교육학과 (교육학 석사)  
2012~2014.3조선대학교정보통신공학과(박사수료)  
※관심분야 : 통신보안시스템설계, 네트워크 보안



한승조 (Seung-jo Han)

1980년 조선대학교 전자공학과 (학사)  
1982년 조선대학교 전자공학과 (공학 석사)  
1994년 충북대학교 전자계산학과 (공학 박사)  
1986년 6월~1987년 3월 : 뉴올리언즈대학 객원교수  
1995년 2월~1996년 1월 : 텍사스대학 객원교수  
2000년 12월~2002년 3월 : 버클리대학 객원교수  
1998년 3월~현재 : 조선대학교 전자정보통신공학부 교수  
※관심분야 : 통신보안시스템설계, S/W 불법복제 방지시스템, ASIC 설계