
IP 네트워크에서 IPTV 방송 화질에 관한 연구

김미진* · 장종욱**

Research of the Quality of IPTV over IP Network

MI-jin Kim* · Jong-wook Jang**

이 논문은 2009년도 지식경제부&IITA IT특화연구소 사업과 중소기업청 산학공동기술개발지원사업의 연구비를 지원받았음

요 약

최근 멀티미디어 콘텐츠가 빠르게 확산되고, 초고속 광대역 IP 네트워크 기술이 발전하면서 통신과 방송의 독자적 개별 서비스가 서로 공존하여 통합융합 서비스로 진화발전하고 있다. 대표적 방송/통신 융합 서비스인 IPTV는 통합융합서비스의 가장 강력한 응용분야이며, IPTV와 같은 서비스들이 증가함으로 인해 다양한 인터넷 서비스를 구현하기 위해서 인터넷 프로토콜을 통한 고품질의 데이터 처리에 대한 관심이 통신업계의 화두로 등장하고 있다.

본 연구에서는 소규모에서 사용되는 표준 라우팅 프로토콜인, RIP 환경과 대규모 자율 네트워크에서 사용되는 링크 상태 라우팅 프로토콜인, OSPF 환경을 구현하여 IPTV 서비스 중에서 방송 화질의 PSNR값으로 성능을 측정하고 평가하여 효율적인 IPTV 서비스를 위한 네트워크 구축 방안을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

The multimedia contents are diffused rapidly. Also, the course individual service of communication and broadcasting coexists with each other and develop to the integrated fusion service with development of the high speed broadband IP network technology. The IPTV which is representative broadcasting a communication total service is the powerful application field. The communication industry has been interested in data processing of the high-definition that supports many kinds of internet service by internet protocol.

In this paper, we configure the standard routing protocol use in the small scaled, on RIP environment and the link status routing protocol use the large scale autonomous network, on OSPF environment. We also measure and evaluate broadcasting quality by PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio). Finally, we propose the network construction plan for IPTV services which are efficient.

키워드

IPTV, IP Network, Routing Protocol, RIP, OSPF, PSNR

* 동의대학교 컴퓨터응용공학과 박사과정
** 동의대학교 컴퓨터공학과 (교신저자)

접수일자 2009. 03. 13
심사완료일자 2009. 03. 30

I. 서 론

오늘날 인터넷을 이용한 통신이 가정이나 회사에서 가장 선호하는 수단이 되면서, 점점 더 많고 다양한 형태의 서비스들이 IP 네트워크에서 제공되는 형태로 개발되고 있다. 그러나 기존 IP 네트워크의 best-effort 방식은 서비스 품질이 보장되어야 하는 VoIP 혹은 VPN, 다양한 멀티미디어 서비스들을 제공하는데 한계가 있다. 따라서 이를 극복하기 위해 향후 통신망이 회선 중심의 PSTN 으로부터 IP 기반의 NGN(Next Generation Net work)으로 발전할 것으로 전망하고 있다 [1,2].

특히 IPTV(Internet Protocol Television)는 방송/통신 융합서비스의 가장 강력한 응용분야로써 미래의 광대역융합서비스를 견인할 새로운 패러다임으로 대두되고 있는 추세이다. 이에 IPTV와 같은 서비스들이 증가함으로 인해 네트워크상의 데이터 처리량의 급속한 증가를 고려하고 다양한 인터넷 서비스를 구현하기 위해서 인터넷 프로토콜을 통한 고화질의 데이터 처리에 대한 관심이 통신업계의 화두로 등장하고 있다.

본 연구에서는 경로 배정 프로토콜 중에서 최적의 라우팅 경로를 사용하여 네트워크상의 성능을 향상시켜 주는 동적 라우팅 프로토콜을 사용하였다. 가장 일반적인 동적 라우팅 프로토콜 중에서 RIP과 OSPF에 대하여 라우팅 프로토콜에 따른 트래픽의 영향을 PSNR을 사용하여 방송 화질의 성능을 측정하고 분석하여 네트워크 대역폭에 맞는 최적의 라우팅 프로토콜을 알아보고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 관련연구에 대한 내용으로 IPTV, Routing Protocol, PSNR에 대해 설명하고, 3장은 네트워크 환경을 구현하고 성능을 측정하여 분석하고 평가한다. 마지막 4장에서는 결론에 대해 서술하였다.

II. 관련연구

2.1 IP 네트워크

정보통신 기술은 거대하고 획기적인 변화를 준비하고 있으며, 이러한 변화의 핵심은 통신과 분산컴퓨팅, 음성과 데이터, 전기 통신과 데이터 통신, 제어와 관리 등

을 비롯한 통신의 많은 다른 요소들의 통합을 추구하면서, 고도화된 성능 및 기능 등을 가진 단일 네트워크 기반 위에 음성, 데이터 및 영상 등 다양한 미디어가 합쳐져서 멀티서비스 제공을 위한 다양한 네트워크와 서비스의 통합(Convergence)을 목표로 하며 이것이 바로 개방형 구조(Open Architecture)의 NGN의 출현으로 구체화되고 있다.

NGN은 일반전화망, ATM, 프레임릴레이, 전용망, 무선통신망 등 모든 통신 네트워크를 패킷 기반의 통합망이다. 국제표준 기구인 ITU(International Telecommunication Union)에서는 NGN에 대하여 Packet based network, IP based network 라고 정의하고 있으며, ETSI(European Telecommunications Standardization Institute)에서는 개방형 인터페이스를 이용하여 신규서비스를 단계적으로 제공할 수 있는 패킷 기반 망이라고 정의하고 있다 [1,2].

NGN의 특징은 그림 1과 같이 통합화와 패킷화로 규정지을 수 있다. 음성, 데이터, 영상을 동시에 수용하며 인터넷전화, 멀티미디어 메시징 등과 같은 다양한 부가 서비스를 효율적으로 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 하나의 통신 회선에 여러 개의 트래픽을 패킷 단위로 동시에 처리하기 때문에 회선 효율성이 대폭 향상되고 기존 방식에 비해 매우 저렴한 가격에 음성전화 서비스를 제공할 수 있다. 국내에서는 NGN과 관련하여 광대역 통합망(BcN : Broadband convergence Network)을 개발 중에 있다. 이는 통신, 방송, 인터넷이 융합된 품질 보장형 광대역 멀티미디어 서비스를 언제 어디서나 끊어짐 없이 안전하게 이용할 수 있는 차세대 통합 네트워크이다 [3].

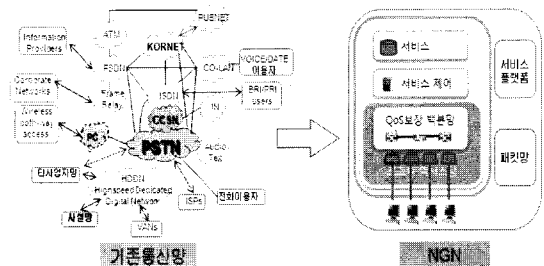


그림 1. 기존 통신망과 차세대 통신망 (NGN)
Fig. 1. existing a communication system & NGN

2.2 IPTV

IPTV[4]에 대한 개념은 제공하고 응용하는 서비스 형태에 따라 사용자마다 의견이 다양하다. IPTV 표준화 기구인 ITU-T Focus Group에서는 “품질보장, 보안 및 신뢰성이 보장된 IP망을 통하여 제공되는 텔레비전, 비디오, 오디오, 문서, 그래픽 및 데이터 서비스 등과 같은 멀티미디어 서비스”라고 정의하고 있다.

IPTV 서비스 개념은 그림 2와 같고 다양한 영상매체가 스트리밍 서버에게 제공하고 사용자의 요청에 따라 IP 네트워크를 통해서 가입자에게 전달된다.

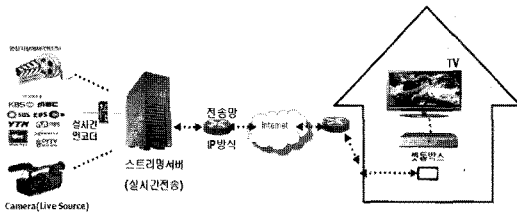


그림 2. IPTV 서비스 개념도
Fig. 2. IPTV Service Architecture

IPTV 서비스에 대한 산업 활성화, 효율적인 기술개발, 상호연동성 확보 추진을 위해서 국외에서는 ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector)내에 2006년 7월 ITU-T IPTV Focus Group이 창설되어 IETF(Internet Engineering Task Force), ATIS (Alliance for Telecommunications Industry Solution), DVB(Digital Video Broadcasting), ATSC(Advanced Television Systems Committee) 등의 표준화기구와 연계하여 IPTV 구조 및 요구사항, QoS, Security, 네트워크 컨트롤, 미들웨어와 단말기 및 상호 운용성에 대한 구체적 표준화 작업을 진행 중이다.

2.3 Routing Protocol

2.3.1 RIP (Routing Information Protocol)

RIP[5]은 홉 카운트를 이용하여 경로를 계산하는 거리 벡터 프로토콜로서 하나의 AS(Autonomous System) 내의 라우팅을 위하여 사용되는 IGP (Interior Gateway Protocol)이다. RIP은 대역폭이나 지연과는 무관하게 수신지까지 갈 수 있는 여러 경로들 중 경유하는 라우터의 개수가 가장 작은 경로를 선택한다. 이때 경유하는 라우터의 개수를 홉 카운트라고 하는데 RIP의 비용 계산은

이 홉 카운트만으로 이루어진다. RIP은 홉 카운트가 16 이상이면 패킷을 수신지까지 전달 할 수 없고, 자신에게 인접한 라우터에게 30초마다 한 번씩 라우팅 정보를 전달함으로써 라우팅 정보를 교환한다. 라우팅 정보 교환 시 변화된 네트워크에 대한 정보뿐만 아니라 모든 네트워크 정보까지 모두 인접한 라우터에게 주기적으로 전달하는 완전갱신(full update)방법을 이용한다.

간단하게 구현 및 운영이 가능하나 지원하는 홉 카운트로는 대규모 네트워크에는 부적합하며, 경로 선택 방법이 홉 카운트뿐이므로 최적의 경로를 선택할 수 없다. 그리고 거리 벡터 알고리즘으로 인해 링크 상태에 대한 변화가 느리며, 서브넷 정보를 처리하지 못하는 단점이 있다.

2.3.2 OSPF (Open Shortest Path First)

OSPF[6,7]는 대규모 자율네트워크에서 사용되는 전형적인 링크 상태 알고리즘을 이용한 라우팅 프로토콜로서 각각의 라우터들은 그들의 로컬 링크의 토폴로지 및 상태를 다른 라우터들과 교환함으로써 전체 네트워크의 토폴로지를 구성하고 이를 통해 라우팅 테이블을 계산한다. 적정 경로 선택은 링크 상태 알고리즘을 이용하여 최적의 경로를 설정한다. 경로 계산에 사용되는 비용은 대역폭을 근거로 하여 계산된 값이다.

OSPF는 주기적으로 상태 정보를 전송하는 것이 아니라 상태 정보가 변경될 경우에 한하여 변경된 정보만을 전송하므로 RIP에 비해 빠른 수렴 시간을 가진다. 또한, 네트워크를 Area 로 구분하여 이것을 계층구조로 구성함으로써 많은 Routing Information의 교환으로 인한 라우터의 성능 저하를 예방하고 대역을 절약한다. IP 주소의 효율적인 할당을 위해 VLSM(Variable Length Subnet Mask)과 Route Summarization을 지원하여 하나의 네트워크가 다시 세분될 수 있도록 다양한 네트워크 서브넷 마스크를 지원한다.

2.4 PSNR

고도의 압축률을 필요로 하는 멀티미디어 응용에서는 보통 손실 압축 기법이 채택되고 있다. 압축된 영상이 원래 영상과 정확히 일치되지 않지만 원래의 영상과 시각적으로 충분히 유사한지를 파악하는 방식이다. 원래 데이터와의 근접 정도를 정량적으로 표현하기 위해서는 왜곡 측정에 대한 어떤 형태가 필요하게 된다.

왜곡 측정이란 어떤 왜곡 척도를 사용하여 원본과의 유사도를 측정하는 양으로서 지각적인 왜곡과 수학적 인 왜곡으로 구분할 수 있다. 지각적인 왜곡은 영상의 왜곡 특성에 대한 시각체계의 인기 또는 가시도의 특성을 고려하는 것이며, 수학적 인 왜곡은 수량적인 차이를 고려하는 것으로 MSE, SNR, PSNR을 주로 사용한다.

화질을 평가 한다는 것은 대부분 주관적이라고 판단하기 쉬우나 나름대로 화질의 객관적 평가 기준이 있다. 바로 PSNR[8]값으로 평가 되는데 이 PSNR값을 국제표준에서는 화질의 척도로 삼고 있다. 신호의 최대 가능 힘과 그것을 방해하는데 영향을 주는 소음의 힘 사이 비율을 나타내는 기술적 용어이다. 이 방법을 통해 압축된 영상을 복구한 영상의 quality를 비교하여 측정하는 도구이다.

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \right) = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{2^n - 1}{\sqrt{MSE}} \right)$$

PSNR은 Peak Signal To Noise Rate로 의미를 풀어보자면, SNR에 대한 최대치(즉 피크값)이다. 로그 단위로 측정되며, $(2^n - 1)^2$ (이미지에 존재할 수 있는 최대 샘플 개수의 제곱, 여기서 n은 이미지 샘플의 비트수를 나타낸다)와 원본 영상과 손상된 영상 또는 비디오 프레임 사이의 MSE(Mean Squared Error)의 비율에 의해 결정된다.

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \| K(i,j) - \hat{K}(i,j) \|^2$$

평균제곱오차(MSE)는 같은 크기의 두 영상 사이의 평균제곱오차를 나타낸다. MSE값이 작을수록 영상의 크기는 비슷하다고 볼 수 있다. 따라서 데시벨이 높아질수록 잡음이 적고 화질이 높다는 의미이고, 주어진 영상에 대해, 높은 PSNR은 일반적으로 높은 화질을 의미하고 낮은 PSNR은 낮은 화질을 의미한다.

II. 네트워크 환경 구현 및 성능 측정

3.1 네트워크 환경 구현

RIP과 OSPF 네트워크 환경 구현은 그림 3과 같이 구

성하였고, 그림에 보이는 Area는 OSPF의 대규모 네트워크를 표현하고자 계층구조를 보이기 위해 Area0과 Area1로 구성하였다.

실시간 방송 화질 연구를 위해 Cisco사에서 제공하는 스위치와 라우터 장비를 사용하였다. 현재 ISP사업자들이 서버단과의 연결은 스위치 Catalyst 6500시리즈로, 중간 망은 라우터 3700시리즈로, 마지막 종단의 가입자들과의 연결은 스위치 Catalyst 4500시리즈로 사용하고 있어 실제 가입자환경과 유사하도록 해주기 위해 위와 같이 구성했다. 그리고 장비 중 Fluke는 사용자의 수가 증가하면서 네트워크상에 증가할 데이터양을 예상하여 이 같은 네트워크의 환경을 만들어주기 위한 트래픽 발생기로 전체 대역폭에서 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 91%, 93%, 96%, 98%로 패킷 발생률을 늘여가면서 실시간 방송 화질의 PSNR값을 측정하였다.

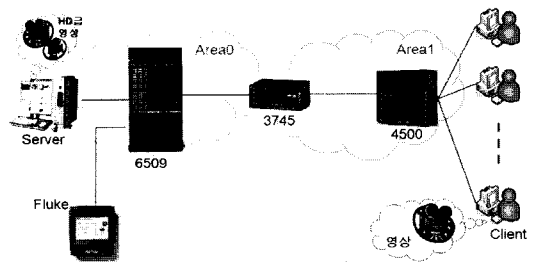


그림 3. 라우팅 프로토콜 네트워크 환경
Fig. 3. Network environment of Routing Protocol

Cisco Catalyst 6509는 대규모 대역폭을 요구하는 어플리케이션에 적합한 장비로 멀티레이어 스위칭을 제공하고, Cisco 3745는 Multiservice Access Router로 네트워크 복원력, 확장성, QoS 및 보안과 같은 다양한 기능을 지원한다. 그리고 Cisco Catalyst 4500은 Multilayer Switch로 비즈니스서비스 및 가입자 액세스에 최적화를 제공한다. 각 스위치의 IOS환경은 12.2버전을 사용했으며 라우터의 IOS환경은 12.4버전을 사용하였다. Fluke Optivity™ Series III는 Trace Switch Route를 이용한 통신 경로확인 실시간사용량 및 에러 분석, 프로토콜 분석, Preset Traffic 발생 등을 제공한다.

3.2 RIP과 OSPF에 따른 성능 측정

네트워크 환경의 구현에서 보았듯이 HD급 영상을 서버에서 실시간 스트리밍 서비스로 보냄으로서 서버의

원래영상과 클라이언트가 받아본 영상의 PSNR값을 비교함으로써 RIP과 OSPF의 성능을 측정하였다.

그림 4는 IPv4망에서 RIP과 OSPF의 서버 모니터로 x축은 시간이고 y축은 초당 데이터 그래프로 전송 흐름으로 보아 RIP보다 OSPF의 전송 흐름이 원활함을 볼 수 있다.

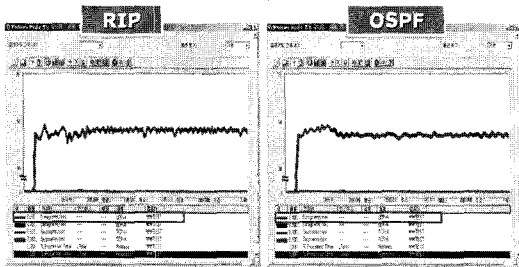


그림 4. IPv4망에서 RIP과 OSPF의 서버 모니터
Fig. 4. Servermonitor of RIP/OSPF in IPv4 Network

또한, 그림 5도 IPv6망에서 RIP과 OSPF의 서버 모니터로 전송 흐름으로 보아 RIP보다 OSPF의 전송 흐름이 원활함을 볼 수 있다.

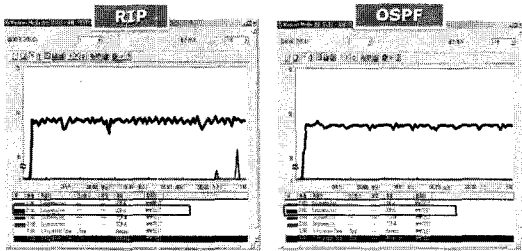


그림 5. IPv6망에서 RIP과 OSPF의 서버 모니터
Fig. 5. Servermonitor of RIP/OSPF in IPv6 Network

실시간 영상을 전송하여 서버의 영상과 클라이언트의 영상을 PSNR값으로 측정하였는데, 그림 6에서 영상의 PSNR값에 따른 화질의 차이를 볼 수 있다. PSNR값이 40dB 이상일 때에는 원본의 영상과 육안으로 비교할 수 없을 정도로 비슷한 영상임을 볼 수 있고, PSNR값이 30dB에서부터 PSNR값이 내려갈수록 열화현상과 프레임의 왜곡을 볼 수 있다.

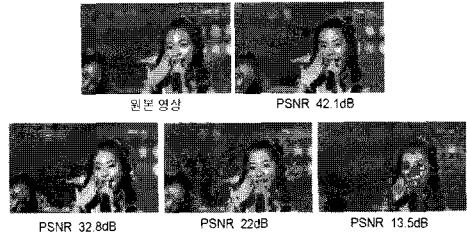


그림 6. PSNR값에 따른 영상 비교
Fig. 6. Video comparison by PSNR value

IPv4망과 IPv6망에서 OSPF와 RIP 프로토콜에 따라 패킷 발생률을 달리하여 측정된 값이 <표 1, 2>이다. (표에 보이는 %가 패킷 발생률 정도를 나타낸다) 0~91%의 패킷 발생을 하였을 때는 화질의 차이가 없다가 93% 패킷 발생부터 RIP보다 OSPF의 화질이 훨씬 우수함을 볼 수 있다. <표 2>에서도 0~93%의 패킷 발생을 하였을 때는 화질의 차이가 없다가 96% 패킷 발생부터 RIP보다 OSPF의 화질이 훨씬 우수함을 볼 수 있다.

표 1. IPv4망에서의 OSPF와 RIP의 PSNR값
Table 1. PSNR value of OSPF/RIP in IPv4 Network

IPv4	0%	20%	40%	60%	80%	91%	93%	96%	99%
OSPF	49.8	49.9	49.8	48.2	49.9	48.1	42.3	45.5	9.6
RIP	49.3	44.1	47	46.9	43	44.1	19.9	14.4	8.2

표 2. IPv6망에서의 OSPF와 RIP의 PSNR값
Table 2. PSNR value of OSPF/RIP in IPv6 Network

IPv6	0%	20%	40%	60%	80%	93%	96%	99%	
OSPF	49.2	49.6	50.2	49.7	47.9	46.4	43.4	41.1	13.3
RIP	44.2	48.5	45.5	42.9	43.6	45.3	42.2	30.9	13.1

3.3 성능 분석

IPv4망에서 패킷발생률이 0~91%일 때는 그림 7과 같이 RIP과 OSPF 모두 화질의 차이가 없다가 93% 패킷 발생부터 RIP보다 OSPF의 화질이 훨씬 우수했다. IPv6 망에서는 패킷발생률이 0~93%일 때는 RIP과 OSPF 모두 화질의 차이가 없다가 96% 패킷발생부터 RIP보다 OSPF의 화질이 훨씬 우수했다. 그래서 IPv4망과 IPv6망에서 패킷 발생률이 0~91%일 때에는 네트워크 설계가 복잡한 OSPF 라우팅 프로토콜보다는 네트워크 구성이 용이한 RIP 라우팅 프로토콜의 사용이 효율적이다.

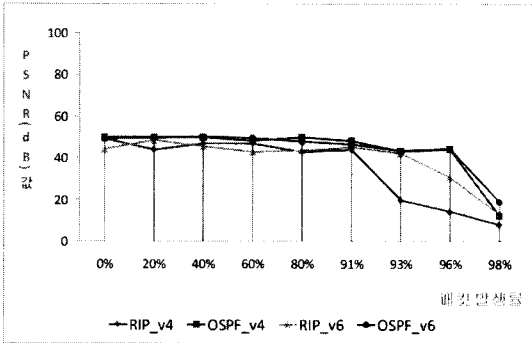


그림 7. IPv4와 IPv6망에 따른 RIP과 OSPF의 PSNR값

Fig. 7 Video comparison by PSNR value

V. 결 론

본 연구는 대표적 방송/통신 융합서비스망인 IPTV 서비스에서 라우팅 프로토콜에 따른 실시간 영상의 화질을 수학적 왜곡 측정 방법인 PSNR을 이용하여 측정하였다. 본 연구에 사용한 두 프로토콜 중 RIP 라우팅 프로토콜보다 OSPF 라우팅 프로토콜의 성능이 전반적으로 안정적이어서 우수한 것으로 측정되었다. 그러나 IPv4망의 0~91% 패킷 발생률과 IPv6망의 0~93% 패킷 발생률에서 RIP 라우팅 프로토콜도 우수함을 보였기에 소규모 ISP사업자들에게 설계가 복잡한 대규모 프로토콜인 OSPF 라우팅 프로토콜의 사용 보다는 네트워크 구성이 용이한 RIP 라우팅 프로토콜의 사용이 효율적임을 알 수 있다. 향후 과제로 QoS 요건을 만족시키면서 전체적인 네트워크 성능 또한 효율적으로 이용 또는 관리하는 방안이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 지식경제부&IITA (08-기반-13, IT특화연구소)와 중소기업청의 산학공동기술개발지원사업의 연구비 지원에 의하여 이루어진 연구입니다

참고문헌

- [1] "Next Generation Network Development in OECD", OECD, June 2004.
- [2] NGN 2006, <http://www.ngncon.com>
- [3] "BcN 표준모델", 한국통신학회지, Mar 2005
- [4] 최락권, "IPTV 서비스 기술과 시나리오", OSIA Standard & Technology 2007년 제1호, 제27권(통권65호) 2007년 4월.
- [5] C. Hedrick, "Routing Information Protocol," RFC 1058, June 1988.
- [6] 최재원, 이광희, "네트워크 설계 및 확장을 위한 성능 분석 도구의 구현", 한국통신학회 KNOM Review, Vol. 6, No. 1, pp. 52-58, 2003.
- [7] 최재원 외5명, "네트워크 분석을 위한 시뮬레이션 시스템 설계", 2002년도 한국통신학회 하계종합학술발표회, Vol. 25, Muju, Korea, July 11-13, 2002.
- [8] VQEG Draft Version 1.11 "Multimedia Group TEST PLAN", VQEG Multimedia working group(MM), 14 February 2006.

저자소개



김미진(Mi-Jin Kim)

2004년 2월 동의대학교
컴퓨터공학과 학사
2008년 8월 부경대학교 교육대학원
전산교육학과 석사

2009년 3월~현재 동의대학교 컴퓨터응용공학과
박사과정

※관심분야: IPTV, Routing Protocol, 차세대 인터넷
프로토콜, IPv6, IP Network, Vehicle Network



장종욱(Jong-wook Jang)

1995년 2월 부산대학교
컴퓨터공학과 박사
1987년 ~ 1995년 ETRI
2000년 2월 UMKC Post-Doc.

1995년 ~ 현재 동의대학교 컴퓨터공학과 교수
※관심분야: 유무선통신시스템, 자동차네트워크