트랜지션 메카니즘이 적용된 IPTV Network에서 PSNR을 이용한 방송화질 측정 연구

김광현* · 박승섭**

A Comparative Study on broadcasting video quality using PSNR in IPTV Network Adopted Transition Mechanism.

Kwang-Hyun Kim* · Seung-Seob Park**

이 연구는 2008학년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구논문임(pk-2008-025)

요 약

인터넷과 IP 네트워크 기술의 발전은 IPTV, VoIP와 같은 IP Network 을 통한 융합화된 새로운 서비스형태를 창출하게 되었다. 특히 차세대 IP 분야인 IPv6 의 발전은 인터넷 사용자들의 증가로 인한 IP 주소 고갈의 문제를 해결해 줄 것이며, 보안, QoS 및 대용량의 대역폭등 높은 수준의 서비스 품질을 요구하는 IPTV Network 에서는 그중요성이 매우 높아지고 있다.

본 논문에서는 IPv6 네트워크 환경 하에서 다양한 라우팅 프로토콜들에 대하여, 사용자 관점에서의 객관적 화질 평가방법인 PSNR을 이용하여 IPv6 네트워크에서 최적의 영상 품질을 서비스 할 수 있는 기준을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

Development of IP network technology creates new service which applying to fusion technologies such as IPTV, VoIP, and so on. Especially, Next generation IP is called IPv6 which will solve the lack of IP. IPv6 is very important on IPTV which needs best quality of service about security, QoS, and bandwidth.

In this paper, we constructed experimental network, measured PSNR which computes the peak signal-to-reconstructed video measurement in experimental network environment, analyzed PSNR value. And as a result of measurement, we, propose optimum network environment for IPTV service provider and transition mechanism designer.

키워드

차세대IP, Transition Mechanism, IPTV, PSNR

Key word

Next Generation IP, Transition Mechanism, IPTV, PSNR

* 경남정보대학 컴퓨터정보계열 조교수

** 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수(교신저자)

접수일자 : 2009. 09. 29

심사완료일자 : 2009. 11. 08

Ⅰ. 서 론

정보 검색에서부터 동영상 서비스까지 다양한 서비스를 제공해주는 인터넷의 개별 서비스들은 점차 통합화되어 VoIP(Voice over IP), IPTV(Internet Protocol Television), 화상회의등과 같은 여러 형태의 새로운 서비스를 창출하게 되었다. 앞으로 점차 음성 및 데이터가 통합되고 동영상 관련 서비스가 크게 증가하면서 새로운 응용 서비스가 통신망을 통해 서비스되는 경우 영상 및 데이터 관련 정보의 전송은 더욱 더 많아질 전망이다. 또, 이러한 데이터는 데이터의 특성상 높은 데이터양과 품질을 필요로 하는데 새로운 서비스가 많아질수록 데이터양의 폭주나 사용자의 증가로 인한 서비스 품질(QoS: Quality of Service)이 저하되는 것을 피할 수 없게 된다. 그러나 기존 IP 네트워크의 최적화 방식은 서비스 품질이 보장되어야 하는 VoIP 와 IPTV등 다양한 멀티미디어 서비스들을 제공하는데 한계가 있다. 따라서 이를 극복하기 위해 향후 통신망이 회선 중심의 PSTN(Public Switched Telephone Network)으로부터 IP 기반의 NGN(Next Generation Network)으로 발전해 왔다.

현재 IP 기반에서는 데이터 통신 기술의 발전과 폭증하는 인터넷 수요를 감당하기엔 많은 무리가 따르고 있는데, 가장 큰 문제점은 인터넷 사용 인구의 증가로 인해 IPv4 주소 공간 자체가 포화 상태에 이르렀다는 것이다. 또한 모자라는 주소를 더 많은 네트워크에 할당하기 위해 많은 기술들이 사용되면서 네트워크 단편화가 지속적으로 증가하게 되어 라우터에 많은 부담을 주고 있다. 여기에 VOD(Video on Demand) 등의 전송 기능을 수용하기 위해서 QoS 문제도 개선될 필요가 있으며, 데이터 암호화나 인증 기능도 없기 때문에 보안적인 문제도 따른다. 그래서 인터넷은 QoS를 보장하고 복합적이고 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 현재의 프로토콜인 IPv4에서 차세대 인터넷 프로토콜로의 전환을 준비하고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 만들어진 것이 IPv6이다. IPv6 는 Xerox 의 Palo Alto Research Center(PARC)에서 개발되어 1994년 IETF (Internet Engineering Task Force)에 의해 채택된 기술로, 단순히 보자면 IPv4 의 확장이지만, IPv4 가 가지고 있는 거의 모든 단점들을 해결하고 있다. 그리고 IPv4가 가진 멀티미디어 실시간 처리 및 보안 대처 능력의 한계 또한 쉽게 해결된다. 여기에 헤더가 간결해짐으로 인해 라우터에서 처리해야 하는 작업이 줄어들어 라우팅의 효율과 퍼포먼스, 그리고 전송률의 확장성도 좋아지게 된다는 장점도 무시할 수 없다. 이런 장점을 가진 IPv6망으로의 전이를 위한 가장 큰 이슈중의 하나는 기존 IPv4에서 IPv6로의 자연스러운 이전을 지원해 주는 IPv6 Transition(전환) 메커니즘이다. IPv6 망과 외부의 다른 IPv6 망, 혹은 IPv4 망과의 통신을 위해서는 IPv4와 IPv6 망이 혼재한 시나리오가 가능하며, 이러한 IPv4와 IPv6가 상호공존 하는 네트워크상에서의 통신이 자연스럽게 이루어지도록 하는 기술이 바로 IPv6 전환 메커니즘들이다. IPv6 전환 메커니즘을 적용되는 환경에 따라 구분하면, 호스트와 라우터와 같은 장비에서는 IPv4/IPv6 듀얼 스택을 구성하는 방식과 망 관점에서의 IPv6 호스트가 IPv6 호스트와 통신 하고자 할 때 사용되어지는 IPv6-in-IPv4 터널링 기술들이 사용된다. 특히 IPTV는 방송/통신 융합서비스의 강력한 응용분야로써 광대역 융합서비스를 견인할 새로운 패러다임으로서 IPv6망에서 그 중요성이 매우 크다. 이에 IPTV와 같은 멀티미디어 서비스들이 증가함으로 인해 네트워크상의 데이터 처리량의 급속한 증가를 고려하고 다양한 인터넷 서비스를 구현하기 위해서 차세대 인터넷 프로토콜을 통한 고화질의 데이터 처리에 대한 관심이 통신업계의 화두로 등장하고 있다.

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

Ⅱ. 관련연구

1. 차세대 IP Transition 메커니즘

IPv6가 IPv4 기반의 현재 인터넷상에 도입되기 시작함에 따라 논의되어야 할 중요한 이슈들 중의 하나는 바로 기존 IPv4에서 IPv6로의 자연스러운 이전을 지원해 주는 IPv6 Transition(전환) 메커니즘이다. 이러한 연구가 필요한 이유는 IPv6 도입에 다음과 같은 제약사항이 있

기 때문이다.

- IPv6는 IPv4와 자연스럽게 변환되지 않음.
- 현재 수천 만개의 호스트가 IPv4 방식으로만 동작
- 상당기간 IPv4와 IPv6는 상호 공존(co-exist)
- 어떤 곳은 IPv6로 업그레이드 안 할 수 있음.

앞으로 새로 구축될 IPv6 망은 IPv4/IPv6 듀얼(Dual) 망, 혹은 IPv6 전용(Native) 망 형태로 구성될 것이며, 이는 각각 현재의 6Bone과 같은 형태이거나, 혹은 고립 망(Isolation Network) 같은 예를 들 수 있다. 이 때 IPv6 망과 외부의 다른 IPv6 망, 혹은 IPv4 망과의 통신을 위해서는 IPv4와 IPv6망이 혼재한 시나리오가 가능하며, 이러한 IPv4와 IPv6가 상호공존 하는 네트워크상에서의 통신이 자연스럽게 이루어지도록 하는 기술이 바로 IPv6 전환 메커니즘 들이다.

IPv6 전환 메커니즘을 적용되는 환경에 따라 구분하면, 호스트와 라우터와 같은 장비에서는 IPv4/IPv6 듀얼 스택을 구성하는 방식이 가장 기본적인 IPv6 전환 방법이며, Gateway 에서는 IPv6 전용 호스트가 IPv4 전용 호스트와 통신하기 위해 IPv4/IPv6 변환(Translation) 기술이, 망 관점에서는 IPv6 호스트가 IPv6 호스트와 통신 하고자 할 때 이 망 사이에 IPv4 망이 존재한다면, IPv6-in-IPv4 터널링 기술들이 사용되어야 할 것이다.

이런 다양한 IPv6 전환 기술들은 IETF NGtrans WG에서는 개발하고 있으며, 그 메커니즘들을 기능에 따라 표준 규격 별로 분류하면 표1 과 같다.

표 1. 전환기술에 따른 메커니즘 종류
Table.1 Type of Transition Mechanism

구분	종류
기본 IPv6 전환 메커니즘	• IPv4/IPv6 듀얼스택 • IPv6-in-IPv4 터널링
IPv4/IPv6 변환(Translation) 메커니즘	• NAT-PT (Network Address Translation - Protocol Translation) • SIIT (Stateless IP/ICMP Translation) • TRT (Transport Relay Translator) • SOCKS 게이트웨이 • BIS (Bump-in-the-Stack) • BIA (Bump-in-the-API)
향상된 터널링 메커니즘	• 6to4 • 터널 브로커 (Tunnel Broker) • DSTM (Dual Stack Transition 메커니즘) • ISATAP (Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)

IPv6 전환을 성공적으로 수행하기 위해 관건이 되는 것은 IPv4 호스트와 라우터가 대규모로 설치되어 있는 상황에서 IPv6와 호환성을 유지할 수 있느냐 하는 것이다. IPv4와 호환성을 유지하면서 IPv6를 설치한다면 인터넷을 IPv6로 전환하는 작업은 원할 하게 이루어질 것이다. IPv4 호스트 및 라우터와의 호환성을 위해 IPv6 호스트와 라우터가 구현할 수 있는 기본적인 IPv6 전환 메커니즘은 다음과 같다.

- IPv4/IPv6 듀얼 스택: 호스트와 라우터에서 두 인터넷 프로토콜, 즉 IPv4와 IPv6를 모두 지원하는 방식
- IPv6-in-IPv4 터널링: IPv4 라우팅 인프라를 통해 전송되도록 IPv6 패킷을 IPv4 헤더 내에 캡슐화 함으로써 이루어지는 터널을 이용하는 방식.

1.1. 듀얼 스택

IPv6 노드가 IPv4 전용 노드와 호환성을 유지하는 가장 쉬운 방법은 IPv4/IPv6 듀얼스택을 제공하는 것이다. IPv6/IPv4 듀얼스택 노드는 IPv4와 IPv6 패킷을 모두 주고 받을 수 있는 능력이 있다. IPv4 패킷을 사용하여 IPv4 노드와 직접 호환이 되고 또한, IPv6 패킷을 사용하여 IPv6 노드와 직접 호환이 된다.

듀얼스택 노드의 주소는 두 프로토콜을 모두 지원하기 때문에 IPv4 주소와 IPv6 주소로 모두 설정할 수 있다. 이 노드는 IPv4 메커니즘(예: DHCP)을 사용하여 그 IPv4 주소를 얻고, IPv6 프로토콜 메커니즘을 사용하여 해당 IPv6 전용 주소를 얻을 수 있다.

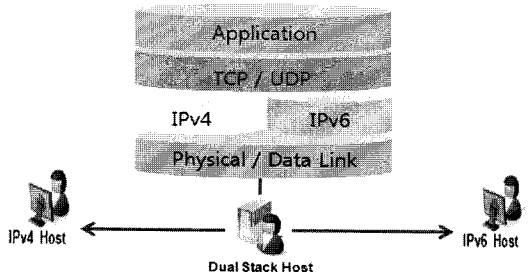

그림 1. Dual Stack 시스템
Fig. 1 Dual Stack SYSTEM

1.2. 터널링

IPv4/IPv6 듀얼스택 호스트와 라우터는 IPv6 데이터그램을 IPv4 패킷에 캡슐화하여 IPv4 라우팅 토폴리지 영역을 통해 터널링 할 수 있다. 터널링은 기존의 IPv4 라우팅 인프라를 활용하여 IPv6 트래픽을 전송하는 방법을 제공한다. IPv6-in-IPv4 터널링 방법은 크게 설정 터널링(Configured Tunneling) 방식과 자동 터널링(Automatic Tunneling) 방식으로 구분된다.

설정 터널링은 6 Bone에서 주로 사용하는 방법으로 두 라우터 간(혹은 호스트간)의 IPv4 주소를 통해 매뉴얼하게 정적으로 터널을 설정하는 방식으로 그림 2 의 방식으로 동작 한다.

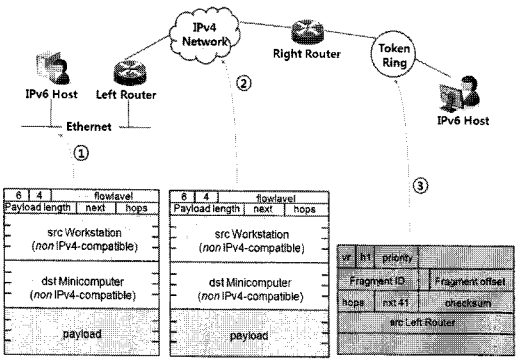

그림 2. 설정 터널링 시스템
Fig. 2 Configured Tunneling System

자동 터널링은 IPv4-호환(IPv4-compatible) 주소를 이용하여 매뉴얼한 설정없이 IPv4 구간을 통과할 때면 IPv4 호환 주소에 내포되어 있는 IPv4 주소를 통해 자동으로 터널링을 하여 주는 방식으로 아래 그림 3은 자동 설정 터널링의 동작을 나타낸다.

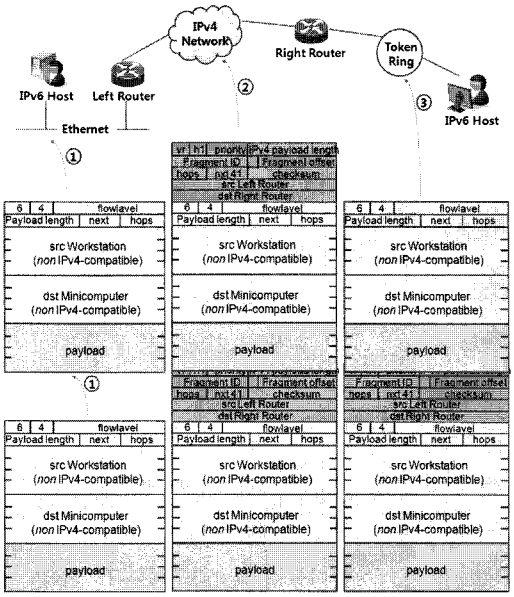

그림 3. 자동 터널링 시스템
Fig. 3 Automatic Tunneling System

2. IPTV에서 화질 평가 방법

2.1. QoE(Quality of Experience)

QoS는 전달망 계층에서 대역폭과 지연시간을 사용자가 원하는 수준으로 제공하는 것이었다. 그러나 실제로 전달망 에서 자원예약을 완벽하게 지원하더라도 전송계층과 응용계층을 거쳐 사용자까지 전달되는 과정에서 품질이 유지되지 않는다면 사용자 입장의 서비스의 품질은 보장되지 않는다. 여기서 사용자 입장의 서비스 품질을 알아볼 필요가 있다. 기존에는 단순히 정해진 시간에 정해진 양의 데이터를 전달망에서 성공적으로 전송하는 것을 목표로 했지만 사용자 입장에서는 서비스의 품질에 대한 보다 다양한 종류의 요구사항이 존재할 수 있다. 그렇기 때문에 사용자 관점에서 최종적으로 만족하는 수준의 서비스 품질이란 기존의 QoS가 아닌 서비스 수준의 QoE로 이해할 필요가 있다. QoE는 최종단 사용자가 느끼는 서비스의 우수성 정도를 말한다. 실제로 서비스 수준에서의 QoE 개념은 다음과 같은 요소들이 될 수 있다.

- Contents Quality: 품질 요구에 맞는 콘텐츠 제공
- Mobility: 위치에 관계없는 서비스가 가능
- Reliability: 사용자의 요구에 대한 즉시 처리
- Adaptability: 적합한 형태로의 서비스 변형
- Security: 인증된 사용자에게 적합한 서비스 제공

IPTV에서의 QoE는 IPTV를 시청하는 사용자가 느끼는 영상 품질의 정도를 의미한다. IPTV 및 영상전화와 같은 새로운 서비스가 차세대 통신망을 통해 서비스되는 경우 상용화에 있어서 영상 및 음성의 품질보장 및 모니터링은 매우 중요한 문제로 부각되고 있다. 무선 환경을 포함한 차세대 통신망을 이용하여 다양한 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있으나, 이러한 서비스의 특성상 데이터량의 폭주나 사용자의 증가로 인하여 품질이 저하되는 것을 피할 수 없는 경우가 발생하게 된다. 이러한 경우 품질에 근거하여 서비스를 중단 하거나 품질에 근거하여 과금하는 것이 필요하며, 이를 위해 멀티미디어 서비스의 품질을 모니터링 할 수 있는 기술이 필요하게 된다. 새로운 통신 및 서비스 환경이출현하고 품질측정에 대한 요구가 증대됨에 따라 현재 국제적으로 멀티미디어 서비스에 대한 품질평가 방법에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있다.

IPTV에서 영상 품질을 평가하는 방법에는 객관적 화질 평가 방법과 주관적 화질 평가 방법이 있다. 객관적 화질 평가 방법은 수신된 영상을 인지시각을 모델링한 시스템에 대입하여 화질 평가를 수치적으로 수행하는 방식이다. 주관적 화질 평가는 수신된 영상을 동시에 여러 사람들에게 보여주고 각 개인들의 의견을 반영하여 평균을 내어 평가하는 방식이다.

2.2 객관적 화질 평가 방법

차세대 통신망에서는 이러한 통신망의 성능 요소를 관리함으로써 적절한 품질의 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있으나, 이 같은 전송망의 품질요소들만으로는 인간이 인지하는 영상의 열화를 정확하게 측정할 수 없다. 즉, 동영상의 체감적인 열화는 전송에러, 콘텐츠 등에 의하여 결정 된다. 이와 같이 다양한 열화요인을 가지는 동영상의 정량적이며 객관적인 화질평가를 위해서는 기존의 PSNR의 한계를 보완하고 전송망에서 발생하는 오류를 고려할 수 있으며 최종적으로 인간의 인지특성을 반영할 수 있는 새로운 객관적 화질측정방법이 요구된다.

일반적으로 동영상의 객관적 화질평가 방법은 원본영상의 유무에 따라서 전 기준법(Full Reference), 감소 기준법(Reduced Reference), 무기준법(No Reference)으로 나눌 수 있다.

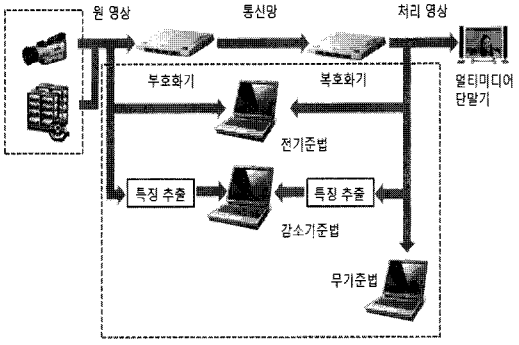

그림 4. 객관적 화질 평가 방법
Fig. 4 Objective quality assessment

가. 전기준법(FR : Full Reference)

전기준법의 경우 원본영상과 처리영상이 모두 사용가능할 때 두 영상을 직접 비교하여 수신된 처리영상의 품질을 측정하는 방법이다. 현재 일반적으로 사용되는 PSNR 등이 FR에 속하는 방법이다. 최근 디지털 TV의 화질평가에 적용할 수 있는 전기준 화질평가 방법이 국제표준에 채택된 바 있다. 전기준방법의 경우 원영상과 처리영상 모두를 사용하기 때문에 비교적 정확하게 인간이 인지하는 화질특성을 측정할 수 있으나, 실제 응용에 있어서 많은 경우 원영상이 존재하지 않으므로 적용범위가 제한된다.

나. 감소 기준법(RR : Reduced Reference)

감소 기준법의 경우 원본 영상과 처리 영상이 모두 존재 하지는 않으나 각각의 영상에서 추출한 특징(feature)들을 사용하여 수신된 처리 영상의 품질을 측정하는 방법이다. 단방향 통신망의 경우 송신단 에서 추출한 원본 영상의 특징들을 압축된 데이터와 함께 전송하게 된다. 수신단 에서는 압축된 데이터를 복원하고 여기에서 수신 동영상의 특징을 추출한다. 이렇게 추출된 처리 영상의 특징과 송신단 으로부터 전송받은 원본 영상의 특징을 비교하여 영상의 품질을 측정할 수 있다. 양방향 통신

망의 경우 수신단 에서 추출한 처리 영상의 특징을 귀환 채널을 통해 다시 송식측으로 전송하여 원본 영상의 특징과 비교하여 수신단 에서의 영상품질을 모니터할 수 있다.

다. 무기준법(NR : No Reference)

무기준법의 경우는 원본 영상에 대한 어떠한 정보도 이용하지 않는다. 즉, 무기준법은 처리영상만을 이용해서 영상의 품질을 측정하는 방법으로 적용범위가 매우 광범위하다. 반면 원동영상에 관한 정보가 없기 때문에 무기준 방식으로 화질을 정확히 측정하는 것은 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 그러나 MPEG과 같은 블록기반의 영상압축 방법으로 부호화된 영상의 경우 저비트율 에서 블록경계가 나타나는 현상(blocking artifacts) 등을 이용해서 무기준 방식으로 품질을 평가할 수도 있다.

2.3 주관적 화질 평가 방법

객관적 화질평가 모델의 개발을 위해서는 다양한 서비스 환경을 고려한 주관적 화질평가(subjective quality assessment)가 수행되어야 한다. 주관적 화질평가는 평가자가 직접 동영상을 보고 화질을 평가하는 방법으로서 인간의 화질 인지특성을 반영할 수 있는 가장 정확한 방법으로 알려져 있다. 주관적 화질평가는 그 방법 및 목적에 따라 다양한 방법이 존재한다. 예로 멀티미디어 주관적 화질평가 방법으로 ACR(Absolute Category Rating)을 제안하고 있다. 이는 ITU 권고문 P.910에서 권장하는 방법으로서 현재 VQEG와 ITU를 중심으로 이루어지고 있는 멀티미디어 화질평가 모델개발에 사용되고 있다. ACR 방법에서는 원본 영상과 처리 영상을 무작위로 섞어놓고 각각의 영상을 한 번만 보여주고 평가자는 해당 빈칸에 표시하는 방식으로 각 영상에 대한 품질을 5가지(Excellent, Good, Fair, Poor, Bad) 중 하나로 평가하는 방식이다. 즉, ACR은 영상을 1회만 보여줌으로써 짧은 시간 내에 많은 수의 동영상을 평가할 수 있는 효율적인 방식이다.

ACR 방식을 이용한 주관적 평가에는 24명 내외의 평가자가 참여한다. 그림 5 의 평가표를 이용하여 각각의 동영상에 부여한 화질 점수는 MOS(Mean Opinion Score)라는 수치로 환산된다. 이는 각 동영상에 대해 평가자가 부여한 평가점수의 평균을 취한 것으로 동영상의 절대적 화질을 나타내는 수치가 된다. 또한 MOS값과 객관적 화질평가 수치를 서로 비교함으로써 객관적 모델의 성능을 검증할 수 있다.

영상 번호	1	2	3	4	5
Excellent					
Good					
Fair					
Poor					
Bad					

그림 5. ACR 방식의 주관적 평가
Fig. 5 Subjective assessment of ACR

2.4 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio) 측정방법

동영상의 화질을 측정하는 방법은 크게 주관적 화질평가(subjective quality assessment)와 객관적 화질 평가(objective quality assessment)로 나눌 수 있다. 주관적 화질 평가는 평가자가 직접 동영상을 보고 화질을 평가하는 방법으로 다양한 인간의 화질 인지특성을 파악할 수 있는 반면에 측정방법의 복잡성과 비용으로 인해 아직까지 보편적으로 활용되지 못하고 있다. 그래서 주관적 화질 평가대신에 알고리즘을 이용하여 자동으로 화질을 측정하는 객관적 화질 측정방법이 보편적으로 사용된다. 객관적 화질 측정의 목표는 화질을 자동적으로 측정할 수 있는 법칙을 만들어 내는 것이다. 객관적 화질평가 방법에 대한 표준화와 연구는 ITU(International Telecommunication Union)와 VQEG(Video Quality Expert Group)를 중심으로 활발하게 이루어지고 있다.

전 기준법이 보편적으로 사용되며 전 기준법은 디지털 TV의 화질평가에 국제표준으로 채택된 바 있다. 전 기준법 중 가장 보편적으로 사용되는 방법으로 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)이 있다.

PSNR은 영상 프레임에 존재할 수 있는 최대 샘플 개수의 제곱과, 원본 영상 프레임과 손상된 영상 프레임사이의 평균제곱오차(MSE: mean squared error)의 비율에 의해 결정된다.

PSNR의 식은

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

B는 샘플 당 비트 수이고 MSE는 원본영상과 비교영상의 평균제곱오차이다.

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

주어진 이미지나 동영상에 대해, PSNR 값은 실제로 사용자가 화면상에서 보는 서비스의 질을 나타낼 수 있는 값으로 사용될 수있다. 일반적으로, PSNR 값이 높을수록 그만큼 서비스 질이 좋다는 것을 나타내고, 반대로 PSNR 이 낮은 경우에는 서비스 질이 나쁘다는 것을 의미한다.

Ⅲ. 영상품질 측정을 위한 TEST 시나리오 및 분석

1. 실험을 위한 영상 DATA 의 특징

영상품질 측정을 위한 실험 DATA 는 HD급 방송 중 영상의 변화가 가장 심한 가수 원더걸스의 뮤직 비디오 영상을 트랜스포트 스트림(Transport Stream)으로 녹화 한 후 표 2 와 같은 특징을 갖는 영상물을 사용 하였다.

표 2. 실험 데이터의 규격
Table.2 Standard of Measurement DATA

항 목	규 격
영상물 이름	tell_me
영상물 내용	가수 원더걸스 댄스장면
Stream Protocol 출력	UDP
Format	MPEG-2 Transport
Bit rate	4.3Mbps
해상도	1920 x 1080
Bit Rate Mode	CBR
영상압축 코덱	MPEG2-2 Video
음성 압축코덱	AC3 x 2channel

방송 출력은 MPEG2 기반의 UDP 프로토콜을 사용 하였으며 Windows Server 2003 의 Media 서비스에서 방송 Stream 을 송출 하였다. 그림 6 은 TEST 를 위하여 사용된 원더걸스의 뮤직비디오 원본 영상이다.

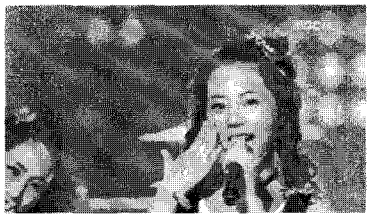

그림 6. 뮤직비디오 원본 영상
Fig. 6 Original Image of Music Video

2. 네트워크 환경 구축 및 시나리오

영상 측정을 위한 환경은 그림 7 의 실제사진과 같이 2대의 시스코 카탈리스트 시리즈 멀티레이어 스위치와 1대의 시스코 라우터로 네트워크를 구성 하였으며 모든 인터페이스는 100Mbps의 패스트 이더넷으로 연결 하였다. 또한 실제 사용자 환경과 유사하게 구성하기 위하여 트래픽 발생기를 이용하여 네트워크상의 한정된 대역폭에 임의의 트래픽을 발생시켰다.

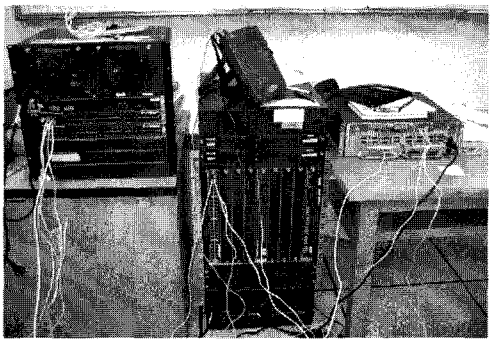

그림 7. 실험 네트워크 환경
Fig. 7 Network Environment for Measurement

2.1 테스트 장비 규격 및 특징

고가용성의 네트워크 서비스를 제공하기 위해 기업 및 서비스 제공업체에서 가장 보편적으로 사용하는 Catalyst 6500 시리즈는 기가비트 확장성, 고가용성, 풍부한 서비스뿐만 아니라 백본, 분산 위치, 데이터 센터 환경에 대해 늘어나는 요구 사항을 처리할 수 있도록 설

계되었으며 우수한 확장성과 가격 대비 성능, 다양한 인터페이스 밀도 지원, 성능 및 강력한 서비스 모듈 통합을 제공한다.

Catalyst 4500 시리즈는 중급 모듈형 스위치로, 대기업, 중소기업(SMB) 및 이더넷 고객에게 논블로킹 레이어 2, 레이어 4 스위칭 기능을 제공하며, 제어 기능을 네트워크 에지로 확장하고 예측 가능한 성능, 고급 보안, 광범위한 관리, 소프트웨어와 하드웨어의 통합 복원성을 포함한 인텔리전트 네트워크를 지원하여 서비스 가입자 최종단에 보편적으로 많이 사용되는 멀티레이어 스위치이다.

Cisco 3700 애플리케이션 서비스 라우터 시리즈는 애플리케이션 및 서비스 통합 수준을 크게 향상시켜 내장형 LAN/WAN 연결, 새로운 고밀도 서비스 모듈 등을 구현함으로써 확장성이 높다.

네트워크를 구성하는 스위치의 운영체제인 IOS (Internetworking Operating System)는 차세대 IP 서비스가 가능한 Version 12.2를 사용 하였으며 라우터는 12.4 의 운영체제를 사용하였다.

Fluke OptiView Series III은 실시간 네트워크 사용량 및 에러, 프로토콜 분석, 트래픽 발생, 패킷 캡쳐 및 디코딩 등 다양한 기능을 제공하는 통합 네트워크 분석기이다. 방송용 Server 는 Windows2003 서버, client는 Windows XP 운영체제의 Media Player 를 사용하였다.

2.2 실험 시나리오

본 논문에서는 확장성과 기능성으로 ISP 업체에서 가장 보편적으로 사용하는 멀티레이어 스위치인 Catalyst 6500시리즈를 IPTV 영상제공 Server측에 배치하였으며 IP 네트워크 구현에는 유연성과 확장성이 높은 라우터 3700 시리즈를 사용하였다. 그리고 서비스 가입자 측에는 멀티레이어 스위치 Catalyst 4500을 사용하여 실제 환경과 유사하도록 배치하였다. 그림 8 은 국내 모 IPTV 서비스 회사의 구성도로서 송출장비 쪽에는 대형급의 스위치, 내부 망부분에는 라우터를 이용하여 구성 하였으며 가입자 쪽에는 분산 스위치를 사용하여 여러 가입자를 수용항수 있도록 네트워크를 구성 한 것 을 볼 수 있다.

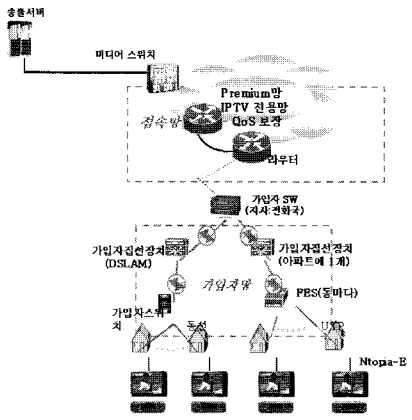

그림 8. 실제 IPTV 서비스를 위한 네트워크 환경
Fig 8. Actual Network Environment for IPTV

그리고 통합 네트워크 분석기 Fluke OptiView Series III의 트래픽 발생 기능을 이용하여 실제 다양한 서비스를 주고받는 IP 네트워크의 사용자 환경과 유사하도록 한정된 대역폭에 트래픽을 발생시키도록 배치하였다. 서버에서 클라이언트로 동영상을 실시간으로 전송하여 보내는데 전체 네트워크 대역폭을 100Mbps로 설정하였고 원본 영상이 요구하는 대역폭은 4.3Mbps이다.
실험을 위한 네트워크 구성 및 장비들의 배치는 그림 9 와 같다.

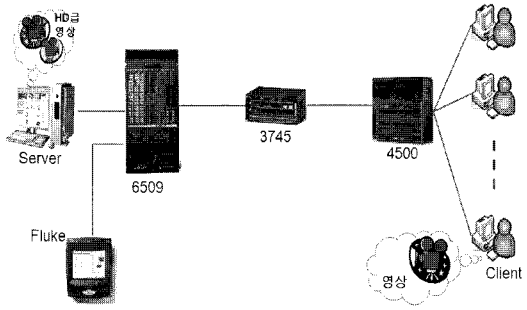

그림 9. 실험 네트워크 환경
Fig 9. Measurement Network Environment

실험을 위한 적용 기술은 표 3 과 같이 인터넷 프로토콜, 라우팅 프로토콜, QoS의 적용 유무에 따라 진행 하였으며 차세대 인터넷 망으로의 전이를 위하여 Transition 메커니즘의 종류 중에서 Dual stack 과 6 to 4 의 환경을 구축하여 실험 하였다.

표 3. 실험 적용 기술
Table.3 Applying Measurement Technology

구분			라우팅 프로토콜
Transition - Mechanism	Dual Stack	6 to 6	RIP
			OSPF
		4 to 4	RIP
			OSPF
	6 to 4		RIP
			OSPF

인터넷 프로토콜은 All_IPv4 와 All_IPv6 네트워크 주소를 할당 하였고 각각의 구성별로 네트워크간의 연결을 위한 라우팅 프로토콜로는 거리벡터 라우팅 프로토콜 중에서 RIP(Routing Information Protocol)과 링크상태 라우팅 프로토콜로 OSPF(Open Shortest Path First)를 설정하였다. 또한 각각의 구성에 대하여 QoS(Quality of Service)의 적용 전, 후를 비교 하였다. 또한 차세대 망으로의 전이를 위한 트랜지션 메카니즘 중에서 IPv4와 IPv6 의 공존할 수 있는 통신 방법인 Dual Stack 과 6 to 4 터널링 기술을 적용하여 실험하였다.

실험을 위한 모든 네트워크에는 실제 네트워크와 동일한 환경구축을 위하여 패킷 발생장치인 Fluke OptiView에서 전체 대역폭의 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 91%, 93%, 96%, 98%로 패킷 발생률을 늘여가면서 측정하였다.

3. 최적화를 위한 성능 분석

3.1 Dual Stack 환경 (4 to 4)

표 4 와 그림 10 은 Dual Stack 환경 (4 to 4)에서 라우팅 프로토콜 RIP과 OSPF의 PSNR값을 나타낸다. 전체 대역폭 100Mbps에서 패킷 발생률 0%에서 91%까지 PSNR값은 41.2dB 이상으로 RIP과 OSPF의 경우 유사한 값을 가지지만 패킷 발생률 93%와 96%에서 OSPF의 경우 40.2dB, 41.8dB로 RIP의 18.9dB, 13.4dB보다 높은 PSNR값을 가진다. 그리고 패킷발생률 98%에서 RIP과 OSPF의 경우 13.1dB과 10.4dB로 낮은 PSNR값을 가진다.

표 4. Dual Stack(4 to 4)에서 PSNR 측정값
Table.4 PSNR Value in Dual Stack(4 to 4)

구분	0%	20%	40%	60%	80%	91%	93%	96%	98%
RIP	44	44.2	42.7	42.5	42.4	41.2	18.9	13.4	13.1
OSPF	49.4	47.2	46.5	48.1	43.3	41.8	40.2	41.8	10.4

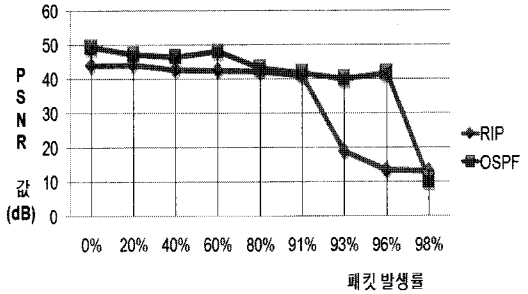

그림 10. Dual Stack (4 to 4)의 PSNR값에 따른 비교 그래프
Fig. 10 Comparison Gragph by PSNR of Dual Stack (4 to 4)

3.2 Dual Stack 환경 (6 to 6)

표 5 와 그림 11은 Dual Stack 환경 (6 to 6)에서 라우팅 프로토콜 RIP과 OSPF의 PSNR값을 나타낸다. 전체 대역폭 100Mbps에서 패킷 발생률 0%에서 93%까지 PSNR값은 40.1dB 이상으로 RIP과 OSPF의 경우 유사한 값을 가지지만 패킷 발생률 96%에서 OSPF의 경우 40.9dB로 RIP의 13.6dB보다 높은 PSNR값을 가지며 패킷 발생률 98%에서 RIP과 OSPF의 경우 13.6dB과 13.1dB로 유사한 PSNR값을 가진다.

표 5. Dual Stack(6 to 6)에서 PSNR 측정값
Table.5 PSNR Value in Dual Stack(6 to 6)

구분	0%	20%	40%	60%	80%	91%	93%	96%	98%
RIP	48.1	43.2	43.4	44.7	43.4	40.5	40.1	13.6	13.6
OSPF	49.5	48.2	47.6	48.1	46.6	45.8	41.1	40.9	13.1

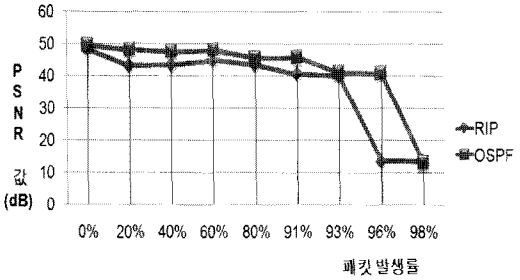

그림 11. Dual Stack (6 to 6)의 PSNR값에 따른 비교 그래프
Fig. 11 Comparison Gragph by PSNR of Dual Stack (6 to 6)

3.3 6 to 4 환경

표 6 과 그림 12 는 6 to 4 터널링 환경에서 라우팅 프로토콜 RIP과 OSPF의 PSNR값을 나타낸다. 전체 대역폭 100Mbps에서 패킷 발생률 0%에서 93%까지 PSNR값은 39.4dB 이상으로 RIP과 OSPF의 경우 유사한 값을 가지지만 패킷발생률 96%에서 OSPF의 경우 39.1dB로 RIP의 13.1dB보다 높은 PSNR값을 가지며 패킷 발생률 98%에서 RIP과 OSPF의 경우 12.9dB과 11.7dB로 유사한 PSNR 값을 가진다.

표 6. Tunneling (6 to 4)에서 PSNR 측정값
Table.6 PSNR Value in Tunneling(6 to 4)

구분	0%	20%	40%	60%	80%	91%	93%	96%	98%
RIP	47.2	40.3	42.1	44.8	43.8	40.9	39.4	13.1	12.9
OSPF	48.1	48.6	48.1	44.2	45.7	42.1	40.1	39.1	11.7

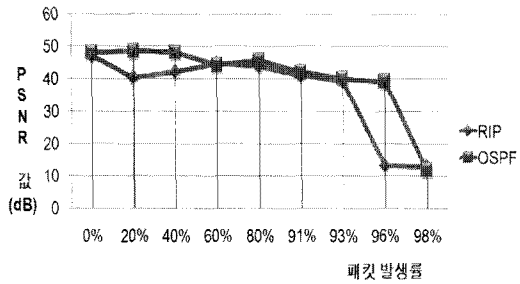

그림 12. 터널링 (6 to 4)의 PSNR값에 따른 비교 그래프
Fig. 12 Comparison Gragph by PSNR of Tunneling (6 to 6)

Ⅳ. 결론

IP 네트워크에서 유무선 광대역 네트워크 기술, 디지털 방송 기술 및 멀티미디어 기술 등이 발전함에 따라 통신과 방송이 융합된 IPTV 등 신규 서비스들이 속속 선보이면서 서비스, 사업자, 단말기 등이 융합되는 IP 기반의 NGN으로 패러다임이 본격화되고 있는 양상이다. 멀티미디어 서비스들이 증가함으로 인하여 네트워크상의 데이터 처리량의 급속한 증가를 고려하고 다양한 인터넷 서비스를 구현하기 위해서 인터넷 프로토콜을 통한 고화질의 데이터 처리가 요구되어진다.

본 논문은 IPTV 사업을 추진하고자 하는 다양한 사업자들에게 최적의 네트워크를 구성할 수 있도록 실험결과를 제안하는 것을 목표로 하였다. 특히 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6 네트워크에서 대표적 방송/통신 융합서비스이며 높은 대역폭을 필요로 하는 IPTV서비스 망에서의 영상 화질이 성능을 네트워크 구성에 따라 변화되는 측정값 을 수학적 왜곡 계산 방법인 PSNR을 이용하여 산출하였으며, 다양한 환경을 갖는 서비스 사업자들에게 최적의 솔루션들을 비교할 수 있도록 14개의 네트워크 시나리오를 구성 하였으며 각각의 시나리오별로 객관적인 측정값을 검증하기 위하여 트래픽 발생률에 따라 3번씩 실험 한 후, 그 평균값을 측정하였다. 실험대상 구성도에 사용된 라우팅 프로토콜은 거리벡터 라우팅 프로토콜과 링크상태 라우팅 프로토콜 중 대표적인 RIP 과 OSPF 를 사용하였으며 차세대 IP 망으로의 전이를 위한 Transition 메커니즘을 적용하여 실험하였다.

특히 기존의 IP 네트워크 과 차세대 IP 네트워크 의 상호 호환이 가능한 Transition 메커니즘 을 설계하는 사업자들은, 듀얼스택 의 네트워크 구성이 6 to 4 의 터널링 구성보다 우수한 측정값을 나타내었으며 라우팅 프로토콜로서 OSPF의 사용이 최적화임을 실험을 통하여 알 수 있었다.

향후 과제로 본 논문의 실험 환경에서 사용 된 라우팅 프로토콜인 RIP과 OSPF 이외의 향후 차세대 IP 네트워크에서 다양하게 사용 되어질 멀티캐스트 라우팅 기술과 이동성 및 보안을 고려한 네트워크 환경 하에서의 IPTV 서비스를 위한 영상화질 최적화에 대한 연구가 필요 하다. 특히 스위칭 프로토콜로서 효율적인 성능을 보

장하는 MPLS(Multi-Protocol Label Switching)의 기능이 차세대 IP 네트워크에서의 IPTV 영상화질 성능에 미치는 영향에 대한 연구는 대규모 네트워크 을 구성하고 있는 ISP 사업자들에게 최적의 네트워크 솔루션을 제공할 수 있는 방안으로 제시되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] 이재희, 이상하, 김진철 "IPTV 영상품질 평가에 대한 연구" 한국통신학회, April . 2008.

[2] 권수갑, "IPTV 개념 및 해외 동향", 전자부품연구원 전자정보센터, Jan. 2006.

[3] John Del Papa, "PCCW Case Study Large Scale IPTV Deployment", Comms Day Summit, Mar. 2006.

[4] 김대건, "IPTV 서비스 및 기술", IPTV 포럼창립 총회 및 워크샵, Jun. 2006.

[5] John Del Papa, "PCCW Case Study Large Scale IPTV Deployment", Comms Day Summit, Mar. 2006.

[6] 최락권, 김대건, 이상수, 권순홍, "IPTV 서비스 기술", TTA 표준 기술 동향, 2006.

[7] 정태수, 최태상, 이유경, "인터넷상의 주요 QoS 관리 기술 동향", 한국통신학회, 2001

[8] Demers, Keshav, and Shenker, "Analysis and Simulation of a Fair Queuing Algorithm, Internetwork: Research and Experience", Volume 1, Number 1, Jphn Wiley & Sons, pp. 3-26, September 1990.

[9] 김준철, 장용석, 김민준, 김승호, "EPON에서 우선순위 큐를 고려한 가중치 기반의 차등 대역폭 할당 방법", 한국정보과학회, 2007

[10] L. Han, "Research on the adaptive QoS paradigm of wireless broadband applications in NGN," ICCT 2003, Vol.2, Apr. 2003.

[11] P. Lorenz, "QoS in next generation networks," ITI 2004, Vol.1, Jun. 2004, pp.13-18.

[12] 우동국, 이지현, 임경식 "QoE 지원을 위한 BcN 응용서비스 망," 주간기술동향 1194호, May. 2005

저자소개

김광현(Kwang-Hyun Kim)

1997년 한성대학교 정보공학사
2000년 데이콤 아이엔 팀장
2001년 숭실대학교 정보통신학 (공학석사)
2008년 부경대학교 정보공학 (공학박사)
2003~현재 경남정보대학 컴퓨터정보계열 조교수
※관심분야 : 컴퓨터네트워크, 라우팅 프로토콜, IPv6, IPTV, 스위칭 프로토콜

박승섭(Seung-Seob Park)

1979년 경북대학교 전자공학사
1984년 일본 니혼대학교 전자공학과 (공학석사)
1992년 일본 도호쿠대학교 전자공학과 (공학박사)
1986년 ~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
2008년 ~현재 부경대학교 공과대학장
※관심분야 : 컴퓨터네트워크, 네트워크관리, IPv6, IPTV, 컴퓨터시스템