

사용자 체감 품질 관점에서 본 IPTV 표준화 동향 조사 및 시사점

김범준*

The study of IPTV standardization trend from the aspect of the quality of experience (QoE)
and its implication

Beom-Joon Kim*

요 약

네트워크의 광대역화에 따른 대표적인 융합서비스라 할 수 있는 IPTV (Internet Protocol TV) 서비스에 대한 사용자 체감 품질은 다양한 요인에 의하여 영향을 받을 수 있다. 특히 오랜 기간에 걸친 많은 노력에도 불구하고 현재 서비스 이용자 맥내에서 체감하는 영상 서비스에 대한 표준화된 사용자 체감 품질에 대한 평가 방법이 없는 상태이다. 따라서 본 논문에서는 객관적 영상 서비스 사용자 체감 품질 평가 방법의 본격적인 개발에 앞서 반영되어야 하는 중요한 시사점들을 과거 국제 표준화 산출물의 내용들을 조사하고 분석하여 도출한다.

ABSTRACT

As the broadband network are being deployed recently, the IPTV (Internet Protocol TV) has appeared and become a most representative service that incorporates audio, video, etc. In spite of the long-period efforts, however, no standardized method exists to measure and evaluate the quality of video that is experienced through TV in the customer's premises. Therefore, before developing a method to measure and evaluate the quality of experience (QoE) for video that is the ultimate goal, this paper reviews the outcomes from the past standardization activities and drive a few important implications that would be reflected to the method to measure and evaluate QoE for video.

키워드

IPTV (Internet Protocol Television), QoE (Quality of Experience), Streaming, Monitoring,
IPTV, 사용자 체감 품질, 스트리밍, 모니터링

1. 서 론

광대역 유무선 통합망(Broadband Convergence Network; BcN)은 기존 음성, 방송서비스와 중단 간

서비스품질 보장이 요구되는 신규 고품질서비스의 수용이 가능한 통신망으로 이용자 측면에서는 고품질 서비스와 개인별로 차별화된 품질의 맞춤형 서비스를 안정적이고 편리하게 제공받기를 요구받고 있다. 또한

* 교신저자(corresponding author) : 계명대학교 전자공학과(bkim@kmu.ac.kr)
접수일자 : 2013. 09. 30

심사(수정)일자 : 2013. 11. 25

게재확정일자 : 2013. 12. 16

사업자 측면에서는 신규 수익 모델 창출을 위하여 다양한 품질보장형 서비스를 계획하고 제공할 수 있는 ‘품질보장망’으로서 구축을 자체적으로 추진 중에 있다[1],[2][3].

최근 BcN 망에서 제공할 수 있는 대표적인 융합 서비스 중에 하나로 각광 받는 IPTV (Internet Protocol Television) 서비스는 지상파를 이용한 방송 서비스나 이를 다시 디지털화하여 제공하는 디지털 케이블 TV와는 달리 초고속 인터넷망을 기반으로 정보 서비스, 동영상 콘텐츠 및 방송 등을 TV로 제공하는 서비스를 의미한다[1].

IPTV 서비스는 제공되는 콘텐츠가 제작된 후 인코딩되어 IP 네트워크를 경유하여 서비스 이용자의 셋톱박스(STB)에 배달되어 디코딩되기까지 생명주기를 가지는 특징이 있고 따라서 이에 대한 서비스 품질 (Quality of Service; QoS)을 제공하는 보장 기술이 중요하다[4]. 특히 IPTV 서비스와 같이 통신과 방송의 융합화가 일어나는 통신 환경에서 경쟁력의 중요한 요소의 하나는 고품질 서비스의 안정적 공급이다. 또한 전송망의 특성상 불가피하게 서비스 품질이 저하되는 경우 - 예를 들면 헤드엔드의 송출시 인코딩 기술이나 전송품질, UDP (User Datagram Protocol) 기반의 멀티캐스팅 기술, 셋톱박스의 디코딩, DRM (Digital Right Management), CAS (Conditional Access System) 등으로 인한 성능 저하 등 - 이에 대해 적절히 대응할 수 있는 기술은 다양한 서비스를 제공하는데 있어 매우 중요한 기술로 부각되고 있다. 그 결과 IPTV 서비스 품질을 반영하는 객관적인 품질 지표(metric)와 이를 측정할 수 있는 품질 측정 도구를 가지고 상시적으로 모니터링하고 관리하는 것은 매우 중요한 문제이다[3].

본 논문의 연구는 객관적인 IPTV의 영상 서비스의 품질 평가 방법을 개발하기 위한 일환으로 진행되었다. 사용자가 체감하는 품질을 평가하기 위한 표준화된 방법이 존재하는 음성 서비스와는 달리 IPTV 서비스와 같은 영상 서비스에 대해서는 사용자 체감 품질을 측정하기 위한 표준화된 방법이 아직 존재하지 않고 그 결과 서비스 수준 협정(SLA; Service Level Agreement)을 정함에 있어 각종 보상을 위한 품질 기준을 제시하는 것이 매우 어려운 상황이다. 따라서 본 논문에서는 과거 국제 표준화 기구를 중심으로 진

행된 IPTV와 관련된 표준화 산출물 가운데 특히 서비스 품질과 관련된 산출물들을 조사하고 분석하여 시사점을 도출하고 궁극적으로는 이를 향후 개발하게 될 객관적인 영상 서비스 품질 평가 기법에 반영하고자 한다.

II. IPTV 서비스 표준화 동향

2.1 개요

IPTV 서비스는 독점적으로 점유되는 전송 매체를 사용하는 기존의 지상파 혹은 케이블 TV와는 달리 IP(Internet Protocol)로 대표되는 인터넷 전송 기술을 도입하고 있다. IP 기반의 패킷 전송 방식은 매체를 공유함으로써 전송 자체의 효율을 높일 수 있다는 장점이 있는 반면 서비스 별로 세분화된 전송 품질을 보장할 수 없다는 구조적인 문제점을 가지고 있다[3]. 따라서 IPTV 서비스 제공에 있어서도 적절한 서비스 품질의 지원 및 보장이 가장 큰 이슈들 중 하나로 인식되어 왔으며 이를 해결하기 위한 노력이 ITU(International Telecommunication Union)와 같은 국제 표준화 기구를 중심으로 심도 있게 논의되어 왔다[1],[2]. 특히 IPTV 서비스는 IP를 통하여 전송된다는 점에서 기존의 인터넷 서비스들과 동일하지만 실시간 성이 강할 뿐만 아니라 고화질 서비스의 경우 15Mbps 이상의 고속의 전송 속도가 지속적으로 유지되어야 한다는 점에서 차별화된다.

2.2 ITU의 IPTV FG 및 IPTV GSI

IPTV 서비스에 대한 네트워크 서비스 품질 및 사용자 체감 품질에 대한 연구는 국제 표준화 기구인 ITU를 중심으로 진행되어 왔다[1],[2]. ITU에서는 2006년 4월부터 2008년 1월까지 IPTV 서비스를 주제로 하는 초점 그룹(FG; Focus Group)을 운영했고 그 이후에는 IPTV 국제 표준 선도 사업(GSI; Global Standards Initiatives)을 후속으로 진행 중에 있다. 현재 이와 같은 사업을 통해서 제정된 문서들은 권고안 상태는 아니지만 향후에는 정식 권고안으로서 효력을 발휘할 것으로 예상된다.

2.3 국내 표준화 동향

대표적인 국내의 통신 표준 제정 기구인 정보통신 기술협회 (TTA; Telecommunications Technology Association)를 중심으로 IPTV 표준화가 이루어지고 있다. 2006년 3월 TTA 표준 총회에서 국내 IPTV 표준화를 담당할 IPTV PG(Project Group)을 신설하여 우선적인 표준화 과제로서 IPTV 서비스 시나리오, IPTV 셋톱박스에 대한 표준화를 진행한 바 있다.

III. 표준화 문서에 나타난 IPTV 서비스 품질 이슈 분석

3.1 대상 문서의 선정 및 분류

본 연구에서는 IPTV 국제 표준화의 일환으로 발간된 문서들[6-12]을 다음과 같은 세 가지 기준으로 분류하였다.

- IPTV 서비스 요구 사항 (Requirements)
- IPTV 서비스 모니터링 (Monitoring)
- IPTV 서비스 품질 지표 및 측정 (Metrics and Measurements)

그리고 위의 분류 기준에 의하여 다음과 같은 대표적인 7개의 표준화 문서[6-12]들을 최종적으로 선정하였다.

그림 1은 선정된 7개의 문서들을 세 가지 분류 기준에 맞추어 분류하고 이들 간의 상관관계를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯, 요구 사항에 속하는 K-1, K-2, K-3, 세 문서들은 서로 포함관계를 가진

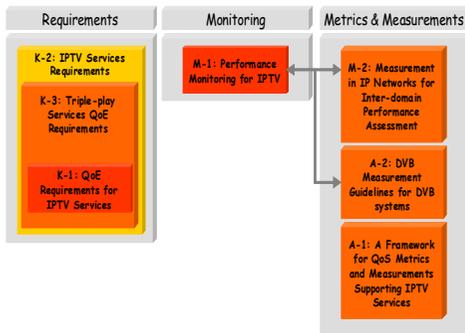


그림 1. 선정된 문서들의 분류 및 상관관계
Fig. 1 The relationship between the selected documents classified into three groups

다. 특히, K-1 문서(ITU-T)의 제정 과정에서 K-3 문서(Broadband Forum)의 내용이 그대로 반영되었다. 따라서 가장 내부에 속하는 K-1 문서가 가장 핵심적인 내용을 담고 있다고 할 수 있다. 모니터링과 측정 지표 및 측정은 서로 밀접한 상관관계를 가진다. 이를 그림 1에는 화살표로서 나타내었다.

3.2 요구사항(Requirements)에 대한 분석

요구사항과 관련된 세 문서들은 IPTV 서비스의 QoE(Quality of Experience) 측면에서의 사용자 요구 사항을 기술하고 있다[6-8]. 여기서 정의하고 있는 QoE는 종단에 위치한 사용자가 서비스에 대해 전반적으로 받아들일 수 있는 정도를 의미한다. 이는 객관적인 측정이 이루어질 수 있는 QoS와는 근본적인 차이가 있는 것이다. 결과적으로 QoE는 그림 2에 나타난 바와 같이 객관적인 QoS와 주관적인 인간적 감성적인 요소로 이루어진다고 할 수 있으며 일반적으로 객관적 측정이 가능한 QoS가 전반적인 QoE에 영향을 준다는 점에 근거하여 QoS의 측정을 통해서 QoE를 예측하거나 반대로 목표 QoE의 만족을 위한 QoS를 유도하기 위한 연구가 진행되고 있다[8].

그리고 네트워크 측면에서 IPTV 서비스를 제공하기 위한 요구 사항에 대해서도 명시되어 있다. 즉, IPTV 서비스를 제공하기 위한 네트워크는 ITU권고안 Y.1541[13]에 기술된 대로의 어플리케이션 요구 사항에 적절한 QoS 클래스를 선택할 수 있도록 IP QoS 클래스와 관련된 성능 요구 사항을 지원할 수 있어야 한다. 이를 가능하게 하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 세부적인 그리고 기술적인 요구 사항을 만족할 수 있어야 한다.

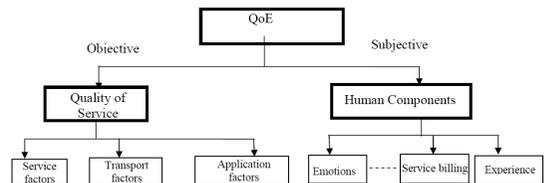


그림 2. QoE의 구성 요소
Fig. 2 QoE components

- 트래픽의 우선순위를 할당하기 위한 메커니즘이 지원되어야 한다.

표 1. MPEG-2로 인코딩된 HD급 영상의 QoE만족을 위한 전송 계층 요구 사항
 Table 1. Recommended minimum transport layer parameters for satisfactory QoE for MPEG-2 encoded HDTV services

Transport stream bit rate (Mbit/s)	Latency	Jitter	Maximum duration of a single error	Corresponding Loss Period in IP packets	Loss Distance	Corresponding Average IP Video Stream Packet Loss Rate
15.0	<200ms	<50ms	<= 16ms	24 IP packets	1 error event per 4 hours	<= 1.17E-06
17	<200ms	<50ms	<= 16ms	27 IP packets	1 error event per 4 hours	<= 1.16E-06
18.1	<200ms	<50ms	<= 16ms	29 IP packets	1 error event per 4 hours	<= 1.17E-06

표 2. MPEG-4, AVC, VC-1, AVS로 인코딩된 HD급 영상의 QoE만족을 위한 전송 계층 요구 사항
 Table 2. Recommended minimum transport layer parameters for satisfactory QoE for MPEG-4, AVC, VC-1, AVS encoded HDTV services

Transport stream bit rate (Mbit/s)	Latency	Jitter	Maximum duration of a single error	Corresponding Loss Period in IP packets	Loss Distance	Corresponding Average IP Video Stream Packet Loss Rate
8	<200ms	<50ms	<= 16ms	14 IP packets	1 error event per 4 hours	<= 1.28E-06
10	<200ms	<50ms	<= 16ms	17 IP packets	1 error event per 4 hours	<= 1.24E-06
12	<200ms	<50ms	<= 16ms	20 IP packets	1 error event per 4 hours	<= 1.22E-06

- IPTV 트래픽의 식별(identification), 분류(classification), 마킹(marking), 단속(policing), 조절(conditioning), 스케줄링(scheduling), 폐기(discarding)를 위한 메커니즘이 지원되어야 한다.
- IPTV 트래픽 부하를 동적으로 관리하여 언제라도 네트워크의 부하와 혼잡 상황에 탄력적으로 대처하여 적절한 수준의 품질과 함께 IPTV 서비스를 전달할 수 있어야 한다.
- 가정의 네트워크로부터 서비스 제공원까지 해당하는 접속 및 중심 네트워크의 자원에 대한 수락제어(Admission Control)를 제공해야 한다.

마지막으로 네트워크의 전송 계층에서의 요구사항을 구체적인 값과 함께 제시하고 있다. 네트워크 전송 과정에서 QoE에 영향을 미칠 수 있는 주요 요인으로

는 패킷 손실, 전송 지연, 그리고 지연 변이(jitter)를 들 수 있다. 이들 중 전송 지연과 지터는 셋톱박스 등에서의 버퍼링으로 극복이 가능하기 때문에 결과적으로는 손실이 가장 민감한 요인으로 작용한다¹⁾. 그리고 SDTV (Standard Definition TV)와 HDTV (High Definition TV)의 네트워크의 전송 계층의 요구사항을 코덱 별로 제시하고 있는데 표 1과 표 2에는 HDTV인 경우에 대한 전송 계층 요구사항을 정리하였다. 한 가지 중요하게 봐야할 점은 평균 패킷 손실을 외에도 손실 구간(corresponding loss period in IP packets)의 길이와 손실 거리(loss distance)에 대한 요구사항도 명확하게 제시하고 있는 점이다.

1) 일반적으로 SDTV의 경우 100-500msec동안의 영상을 저장할 수 있어야 한다.

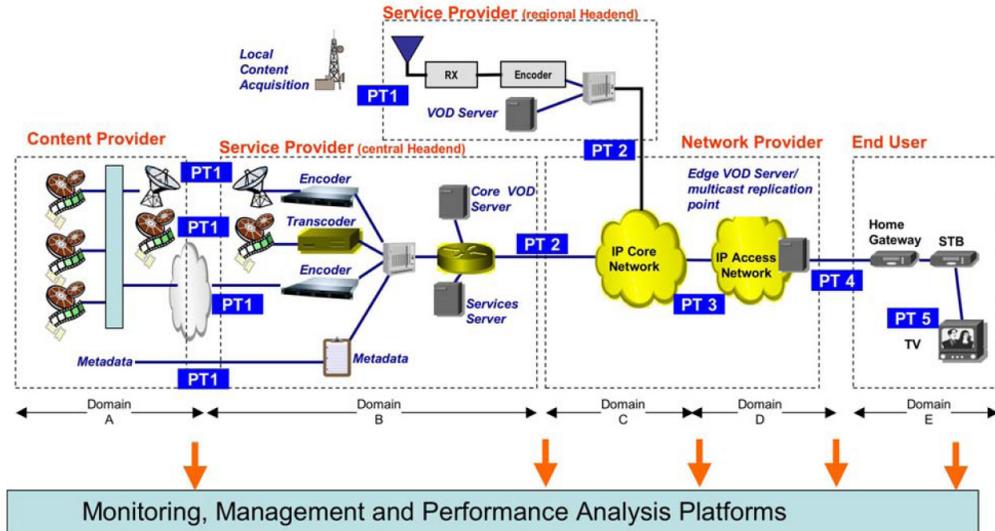


그림 3. IPTV 서비스의 QoE 측정을 위한 모니터링 영역(domain)과 모니터링 지점(point)
 Fig. 3 Monitoring domains and monitoring points for QoE measurement for IPTV services

3.3 모니터링(Monitoring)에 대한 분석

IPTV 서비스의 품질을 평가하기에 앞서 어떻게 모니터링을 하느냐에 따라서 측정되는 IPTV 서비스의 품질은 달라질 수 있기 때문에 모니터링에 대한 표준화된 방법을 제시하는 것은 매우 중요한 문제이다[9]. 따라서 IPTV 서비스의 모니터링을 위한 모니터링 지점, 모니터링 변수, 모니터링 방법에 대한 표준화가 진행되었고 특히 모니터링 변수의 경우 물리 계층에서부터 응용 계층에 이르기까지 매우 많은 수가 존재하므로 이들을 적절하게 분류하는 것이 필요하다. 그림 3에는 모니터링 방법을 수립하기 위해서 모니터링 영역을 정의하고 각 모니터링 영역에서의 모니터링 지점을 보여준다.

그림에 나타난 바와 같이 IPTV 서비스가 제공되는 과정은 다음과 같은 다섯 개의 영역으로 세분화될 수 있다.

- 모니터링 영역 A: 콘텐츠제공자
- 모니터링 영역 B: 서비스제공자
- 모니터링 영역 C: 네트워크제공자 (핵심 망)
- 모니터링 영역 D: 네트워크제공자 (접속 망)
- 모니터링 영역 E: 종단 서비스 이용자택내

그리고 이 다섯 개의 모니터링 영역에는 위치 별로 모니터링 지점 1부터 지점 5까지 다섯 가지 종류의 모니터링 지점이 존재한다. 각 지점 별로 측정할 수 있는 항목이 달라지는데 모니터링 지점 1 (PT1)은 콘텐츠 자체의 비디오와 오디오의 품질을 측정할 수 있고 서비스 제공자와 네트워크 제공자 사이에 위치한 모니터링 지점 2 (PT2)에서는 인코딩된 스트리밍의 품질을 측정하는 것이 가능하다. 모니터링 지점 3 (PT3)에서는 네트워크제공자의 IP Core 네트워크 상의 성능을 측정하기 위한 지점이고 모니터링 지점 4 (PT4)는 최종적으로 종단 사용자에게 유입되는 스트리밍의 품질을 측정하기 위한 지점이다. 마지막으로 모니터링 지점 5 (PT5)는 서비스 이용자택내에서 서비스 이용자에게 최종적으로 제공되는 서비스의 품질을 측정하는 것이 가능하다.

3.4 비디오 품질 모니터링

앞에서 설명한 다섯 개의 모니터링 지점들 가운데 모니터링 변수나 모니터링 방법 측면에서 가장 연구가 필요한 모니터링 지점은 모니터링 지점 5이다. 모니터링 지점 5에서는 사용자가 직접 TV를 통해서 보

게 되는 영상의 품질을 측정하는데 음성서비스의 품질 측정을 위해서 MOS(Mean Opinion Score)라는 표준화된 품질 측정 기준이 존재하는 것과는 달리 영상 서비스에 대해서는 그렇지 않기 때문이다[14],[15].

지금까지 연구되어지고 있는 비디오 품질 평가 방법은 주관적 평가 방법과 객관적 평가 방법으로 분류될 수 있다[11]. 먼저 주관적 평가 방법은 다양한 형태로 이루어질 수 있고 그 결과는 MOS 값으로 주어지는 것이 가능하지만 평가단을 모집하는 등의 현실적인 어려움이 있어 실제 활용 가능성은 크지 않다. 객관적인 평가 방법은 다시 사람의 시각 체계의 시각에 기초하는 방법과 변수 모델에 기초하는 두 가지 방법으로 분류될 수 있다. 최근에는 주교 계측기를 제조하는 업체들을 중심으로 소위 PVQM (Perceptual Video Quality Measurement)라는 종류의 알고리즘들이 많이 개발되고 있는데 이 방법들은 대부분 변수 모델에 기초하는 방법들이다.

IV. 조사를 통한 시사점 도출

앞에서 분석한 내용들을 바탕으로 몇 가지 중요한 시사점을 도출하였다. 이 시사점들은 향후 영상의 품질의 객관적 평가 방법에 반영될 것이다.

4.1 비디오 품질 모니터링

네트워크를 통한 스트리밍의 전송 과정에서 IPTV의 영상 서비스 품질에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 판단되는 품질 지표는 패킷 손실이다. 패킷 손실은 전송 지연이나 지연 변이와 같이 버퍼링을 통한 보정이 불가능하다는 문제점을 가지고 있다. 그런데 중요한

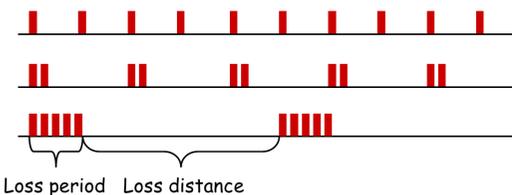


그림 4. 손실 기간(loss period)과 손실 거리(Loss distance)

Fig. 4 Loss period and loss distance

점은 패킷 손실과 관련하여 흔히 사용되고 있는 지표인 패킷 손실율뿐만 아니라 패킷 손실이 발생하는 형태도 매우 중요하게 생각해야 된다는 점이다.

이를 반영하는 것이 그림 4에 나타난 손실 기간(loss period)과 손실 거리(loss distance)의 개념이다. 그림 4의 직사각형은 손실된 패킷을 의미한다고 했을 때 세 가지 경우의 평균 패킷 손실율은 동일하다. 그러나 실제 영상서비스의 품질에 미치는 영향을 매우 다를 수 있다.

4.2 역방향 보고 채널의 필요성

수신된 영상 서비스에 대한 사용자 체감 품질을 서비스 사업자에게 보고하기 위한 역방향 채널이 필요하다. 그림 5에서 볼 수 있는 바와 같이 이와 같은 기능을 서비스 이용자 맥내에 설치 되는 셋톱박스에 구현하는 것이 가능하며 이를 통해서 실시간 영상의 사용자 체감 품질의 관리가 가능하다.

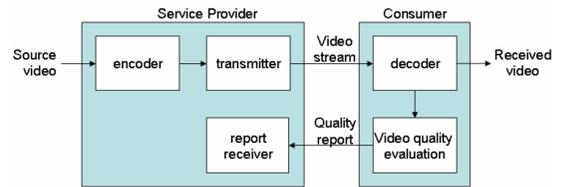


그림 5. 품질 보고를 위한 역방향 채널

Fig. 5. The reverse channel for reporting quality of the received video streaming

V. 결론

본 논문에서는 IPTV와 같은 영상 서비스의 사용자 체감 품질을 측정하기 위한 객관적인 방법 개발을 위한 표준화 결과물을 조사하고 분석하였다. 이들의 분석을 통하여 몇 가지 의미 있는 시사점을 도출하였으며 이 내용은 현재 진행하고 있는 QoE 측정용 영상물 제작 및 QoE 측정 방안 개발에 반영될 예정이다.

참고 문헌

- [1] Eunjoo Cho, "The international Trends in the IPTV Standardization," HN Focus, Vol. 10, In the Proceeding of Korea Association of Smart Home (KASH), May, 2006.
- [2] Young-Hwan Kwon, and Junkyun Choi, "The Current Status of IPTV Standardization," The Proceeding of Korean Institute of Communication and Information (KICS), Vol. 24, No. 2, March 2007.
- [3] Sun-Hee Yang, "The technical evolution scheme and long and mid-term road-map of IPTV standardization," In the Proceeding of The IPTV Standard Technology Workshop, Nov. 2006.
- [4] Hee-Jong Suh, "An Improved Algorithm of Distributed QoS in Real-time Networks," The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 7, No. 1, pp. 53-60, 2012.
- [5] Yong-Sam Yoon, "The Comparative Analysis of Korean IPTV Service Providers ; Strategy and Competitiveness," HN Focus, Vol. 21, In the Proceeding of Korea Association of Smart Home (KASH), Apr. 2008.
- [6] ITU-T FG IPTV-DOC-0184, "Quality of Experience Requirements for IPTV Services," Dec. 2007.
- [7] ITU-T FG IPTV-DOC-0147, "IPTV Services Requirements," Oct. 2007.
- [8] DSL Forum Technical Report TR-126, "Triple-play Services Quality of Experience(QoE) Requirements," Dec. 2006.
- [9] ITU-T FG IPTV-DOC-0187, "Performance monitoring for IPTV," Dec. 2007.
- [10] ITU-T Recommendation Y.1543, "Measurement in IP Networks for inter-domain performance assessment," Nov. 2007.
- [11] ATIS-0800004, "A Framework for QoS Metrics and Measurements Supporting IPTV Services," Dec. 2006.
- [12] ETSI TR 101 290, "Digital Video Broadcasting (DVB) Measurement Guidelines for DVB systems," May. 2001.
- [13] ITU-T Recommendation Y.1541, "Network Performance Objectives for IP-based Services," Feb. 2006.
- [14] Young-dong Kim, "End-to-end performance of VoIP traffics over large scale MANETs," The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 6, No. 1, pp. 49-54, 2011.
- [15] Young-dong Kim, "Performance of VoIP traffics over MANETs under DDoS Intrusions," The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 6, No. 4, pp. 493-498, 2011.

감사의 글

본 연구는 지식경제부·한국산업기술진흥원 지정 계명대학교 전자화자동차부품지역혁신센터의 지원에 의한 것입니다.

저자 소개



김범준(Beom-Joon Kim)

1996년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1998년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

2003년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

계명대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야 : 영상서비스 품질 평가, Mobile VoIP

