

IPTV 서비스 품질의 사전 관리를 위한 서비스 이용자 중심의 상시 측정 방안 구현과 검증

김 범 준[†] · 김 진 철^{**} · 박 재 성^{***}

요 약

최근 네트워크의 광대역화에 따라 새로 등장한 대표적인 서비스로 IPTV(Internet Protocol Television) 서비스를 들 수 있다. 서비스 품질(Quality of Service; QoS)이 보장되지 못하는 인터넷을 통한 IPTV 서비스가 성공적으로 정착하여 활성화되기 위해서는 철저한 서비스 품질 관리가 필수적이다. 이를 위해서는 기존의 계측기에 의한 서비스 품질의 사후 관리는 향후 서비스 이용자가 서비스를 받는 중 이루어지는 실시간 측정 위주의 서비스 품질 관리로 바뀌어야 할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 서비스 이용자 위주의 상시 품질 측정이 가능한 IPTV 서비스 품질 관리 방안을 제안한다. 제안된 방안의 구현을 위해 개발된 소프트웨어는 서비스 이용자 측의 셋톱박스에 설치되어 실시간으로 IPTV 서비스의 품질을 상시 측정하고 이를 보고할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 구현된 소프트웨어의 신뢰성을 검증하기 위하여 다수 개의 중요 지표들에 대해서 대표적인 두 개의 상용 계측기와 비교하였고 그 결과 개발된 소프트웨어를 통한 측정 결과가 상용 계측기와 크게 다르지 않고 신뢰할 수 있음을 보였다.

키워드 : IPTV 서비스, 서비스 이용자 위주, 실시간 품질 측정

Implementation and Verification of User Centric Constant Measurement for Pre-management of IPTV Service Quality

Beomjoon Kim[†] · Chin-Chol Kim^{**} · Jaesung Park^{***}

ABSTRACT

Recently internet protocol television (IPTV) service is becoming a typical emerging service enabled on broadband networks. Through the Internet which cannot support quality of service (QoS) beyond best-effort (BE) policy, how to manage and maintain its service quality is an important and essential issue for successful deployment and settlement of IPTV service. In particular, the current measurement scheme that mostly depends on specific equipments should be replaced with one that supports realtime and constant measurement achieved on a user's own will. Therefore, this paper proposes a scheme so-called 'user centric realtime measurement' of IPTV service. The developed software, which is installed in a set-top box (STB) at a user's premise, measures and reports the quality of IPTV service in realtime. In order to verify the performance and accuracy of the developed software, a number of tests are performed comparing to the measurement values from two major measurement equipments. The result of the tests shows that the measurement by the implemented software is significantly reliable.

Keywords : IPTV Service, User Centric, Realtime Measurement

1. 서 론

디지털 융합 기술의 발전으로 인해 네트워크, 단말기, 콘텐츠가 융합됨에 따라서 최근 네트워크 서비스의 동향은 IPTV(Internet Protocol Television)로 대표되는 고급 멀티미디어 콘텐츠 서비스로 발전하고 있다[1-3]. IPTV 서비스의

[†] 정 회 원 : 계명대학교 전자공학과 교수
^{**} 정 회 원 : 한국정보화진흥원 팀장
^{***} 정 회 원 : 수원대학교 인터넷정보공학과 조교수(교신저자)
논문접수 : 2010년 5월 7일
수 정 일 : 1차 2010년 7월 12일
심사완료 : 2010년 8월 7일

성공적인 정착과 확산을 위해서는 서비스 이용자가 불편함을 느끼지 않을 정도의 품질 요건을 갖출 필요가 있다. IPTV는 주파수 대신 IP 네트워크를 이용하여 전송되는데 이 과정에서 네트워크 자원 공유로 인한 할당, 배분 등의 트래픽 엔지니어링적인 문제와 순간적인 트래픽 폭주로 인한 서비스 품질(Quality of Service; QoS)의 저하 문제는 여전히 해결해야 할 기술적인 이슈로 남아있다[3-6].

국내 IPTV 서비스가 본격적으로 이루어지고 있는 시점에서 한국정보화진흥원(National Information society Agency; NIA)[7]은 IPTV 서비스의 지속적인 품질 개선과 서비스 이용자의 권익 보호를 위하여 상시적으로 품질을 평가, 관리, 개선하기 위한 방안을 마련하고자 노력해왔다. 서비스 품질은 소비자 개개인의 주관에 따라 다르게 나타날 수 있기 때문에 객관적이면서도 측정 가능한 방법으로 품질을 평가하여 궁극적인 서비스 품질을 보장하기 위한 기술 개발이 필요하다. 현재는 대부분의 사업자들이 몇몇의 특정 외산 계측기에 의존하고 있는 실정인데 계측기에 의존하는 서비스 품질 관리는 상시 측정이 불가능하여 서비스 품질에 문제 발생 시 원인 파악 및 조치 등이 실시간이 아닌 사후에 이루어질 수밖에 없을뿐더러 서비스 이용자 스스로 품질 측정을 할 수 없다는 단점을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 IPTV 서비스의 품질을 서비스 이용자 중심으로 상시 측정 가능한 방안을 제안한다. 제안하는 방안의 구현을 위해서 개발된 소프트웨어는 서비스 이용자 단의 셋톱박스(Set-top Box; STB)에 설치되어 IPTV 서비스 품질과 관련된 주요 서비스 품질 지표에 대한 상시 측정을 위한 인터페이스를 제공한다. 본 논문에서 제안하는 방안은 앞서 언급한 기존의 계측기 기반 품질 관리의 단점을 극복하고 사업자들의 자발적인 품질 개선을 유도할 수 있다는 점에서 미래 지향적인 IPTV 서비스 품질 관리 방안이라 할 수 있다.

2. 제안하는 IPTV 서비스 품질 관리 방안

2.1 기존 방안 및 문제점

현재 IPTV를 포함한 인터넷에서 제공되는 대부분의 서비스의 품질을 관리하기 위해서 서비스 사업자들이 가장 널리 사용하는 방안은 주로 계측기를 이용하는 방식이다. 이 방식은 셋톱박스와 같은 서비스 이용자 단의 단말기 앞단 혹은 뒷단에 계측기를 연결하여 IPTV 서비스 이용 시 실제 전송되는 미디어 스트림에 대해서 일정 기간 동안 품질을 측정한다. 이 방식은 서비스 사업자의 헤드엔드로부터 서비스 이용자 단말기까지의 서비스 전 구간에 대해서 실제 서비스 트래픽을 측정할 수 있다는 장점을 가진다.

그러나 계측기 기반 방식은 반드시 계측기가 있어야 측정이 가능하다는 점에서 상시 측정과 서비스 이용자의 능동적

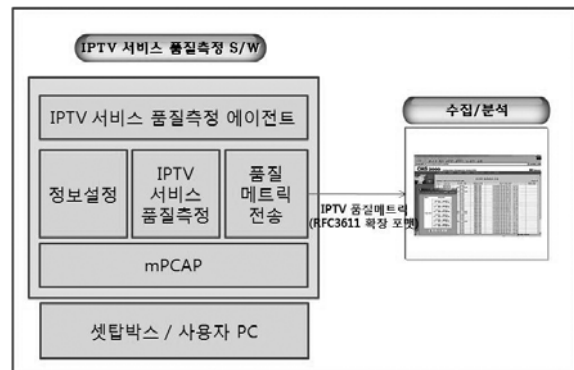
인 측정이 불가능하다는 단점이 있다. 특히 상시 측정은 향후 사전 서비스 품질 관리 체계의 도입에 있어 반드시 필요함에도 불구하고 현재 국내 서비스 제공자에 의한 품질 관리의 주요 형태는 서비스 품질에 문제가 있음을 인식한 서비스 이용자가 이를 서비스 제공자에게 알린 후에야 계측기를 동원한 측정과 원인 파악이 이루어지는 사후 관리의 성격에 강하게 띠고 있다. 즉 계측기 기반 방식으로는 서비스 품질에 문제가 발생한 당시의 정보를 얻을 수 없기 때문에 미래 지향적인 서비스 품질의 사전 관리 체계의 실현이 불가능하다는 것이 가장 큰 문제점이라 할 수 있다.

2.2 제안하는 방안

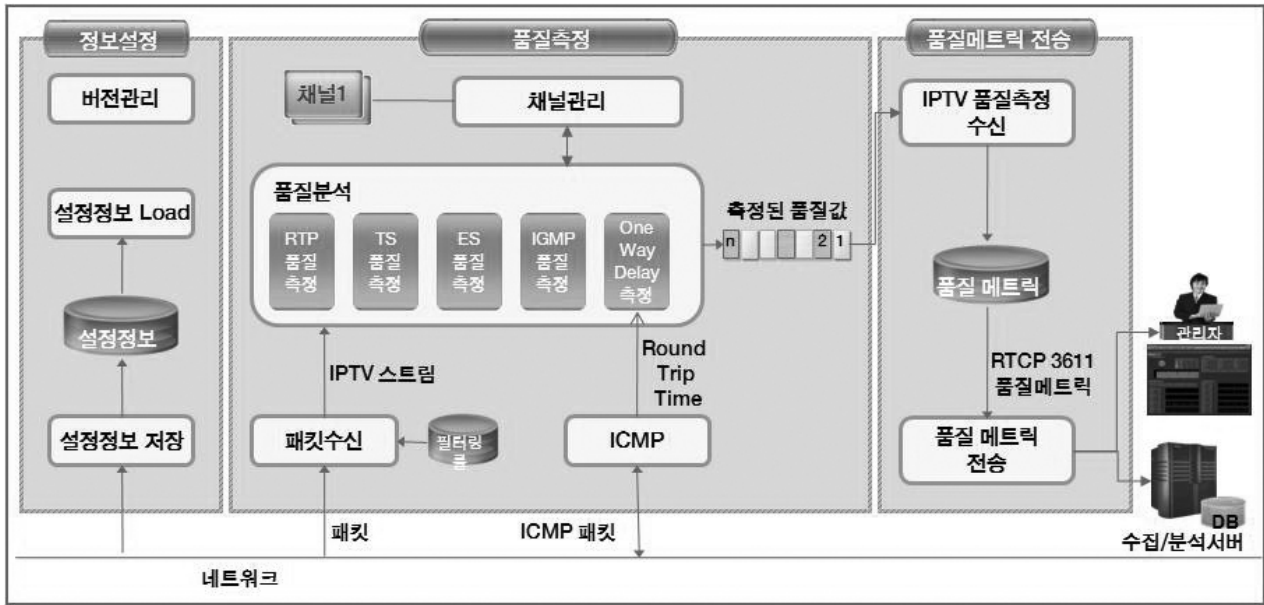
앞서 지적한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서 제안하고자 하는 방안은 IPTV 서비스의 품질 측정 기능을 셋톱박스에 탑재하는 방식이다. 이 방식은 서비스 전 구간에 대해서 실제 서비스 트래픽을 측정한다는 점에서는 기존의 계측기 기반 방식과 동일하지만 별도의 계측기를 필요로 하지 않는다는 점에서 큰 차이가 있다. 이를 통하여 IPTV 서비스의 품질이 상시 측정될 수 있기 때문에 서비스 품질에 문제가 발생한 경우 발생한 당시에 대한 정보를 얻고 그에 따른 조치를 실시간으로 취할 수 있다는 장점이 있다. 또한 측정 결과를 보고하는 기능을 추가하면, 필요한 경우 전수 조사를 통해서라도, 서비스 품질에 대한 방대한 정보를 획득할 수 있고 이의 분석을 통해서 서비스 품질 저하를 미연에 방지할 수 있는 사전 관리 체계를 구축할 수 있다.

2.3 품질 측정 소프트웨어

제안하는 방안이 구현되기 위해서는 셋톱박스에 탑재될 수 있는 별도 소프트웨어의 개발이 필요하다. 개발하고자 하는 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어의 목표는 셋톱박스에 탑재되어 IPTV 트래픽의 네트워크 및 서비스 품질지표를 측정하고 그 결과를 수집/분석 서버로 전송하는 기능을 수행하도록 구현하는 것이다. 이를 위한 소프트웨어의 전체적인 구성은 다음 (그림 1)과 같다.



(그림 1) IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어 구성도



(그림 2) IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어의 전체 프로세스 구조

IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어는 IPTV 품질 측정 에이전트의 형태로 정보 설정 모듈, IPTV 서비스 품질 측정 모듈, 품질 메트릭 전송 모듈의 세 가지 모듈로 구성된다. 정보 설정 모듈은 셋톱박스의 품질 측정 환경을 설정하고 설정 정보 버전을 관리한다. IPTV 품질 측정 모듈은 셋톱박스 또는 사용자 PC에서 플레이되는 미디어 스트림 패킷을 PCAP (Packet CAPture) 라이브러리를 사용하여 패시브 방식으로 패킷을 복사하여 IPTV 서비스에 대한 네트워크 및 서비스 품질을 측정한다. 품질 메트릭 전송 모듈은 IPTV 품질 측정 모듈에서 측정된 품질지표 값을 RTCP XR (RTP Control Protocol Extended Reports)[9] 지원 확장 포맷으로 생성하여 주기적으로 수집/분석 서버로 전송한다. 수집/분석 모듈은 셋톱박스에서 전송한 측정 결과들을 수집하여 데이터베이스에 저장하고 다양한 분석을 수행한다.

IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어의 전체 프로세스 구조는 (그림 2)와 같이 구성된다. 정보설정을 위한 세 개의 프로세스 가운데 버전 관리 프로세스는 품질 측정 소프트웨어의 버전을 주기적으로 검사하여 새로운 버전이 배포 서버에 있을 경우 업그레이드를 수행한다. 설정 정보 Load 프로세스는 품질 측정 소프트웨어의 초기 구동 시 설정 정보를 cfg파일로부터 읽어와서 품질 측정 소프트웨어가 구동하기 위한 환경을 구성한다. 마지막으로 설정 정보 저장 프로세스는 관리 서버에서 정의한 설정 정보를 인터넷을 통하여 전송 받은 다음 cfg파일로 저장하여 품질 측정 소프트웨어 구동 환경을 구성한다.

실제 품질측정을 위한 프로세스들 가운데 패킷 수신 프로세스는 네트워크로부터 유입되는 패킷을 복사하여 IPTV 미디어 스트림 패킷을 필터링하고 채널관리 프로세스는 필터

링 된 미디어 스트림 패킷을 채널별로 분류하며 품질 분석 프로세스는 RTP(Real-time Transport Protocol), MPEG-2 TS (Transport Stream), MPEG-2 ES (Elementary Stream) 등의 채널별로 분류된 미디어 스트림의 품질을 분석하여 품질 지표를 생성하게 된다. ICMP (Internet Control Message Protocol) 프로세스는 ICMP 패킷을 송수신하고 RTT (Round Trip Time)를 측정하여 단방향지연(One Way Delay)을 계산한다.

품질 메트릭 전송의 IPTV 품질 측정 수신 프로세스는 품질 측정에서 측정된 품질 지표를 주기적으로 생성하고 이를 품질 메트릭 송신 프로세스는 주기적으로 수집/분석 서버로 전송한다.

3. 품질 지표 및 측정 방법

3.1 측정 대상 품질 지표

많은 품질 지표들 가운데 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어를 이용하여 측정하게 될 품질 지표들은 관련 국제 표준 문서[10-12]를 참조하여 선정하였다. 이들 품질 지표들을 IP 패킷 계층에서 측정되는 네트워크 품질 지표와 그보다 상위에서 측정되는 서비스 품질 지표로 구분될 수 있는데 다음 <표 1>과 <표 2>에 선정된 네트워크 품질 지표와 서비스 품질 지표를 정리하였다.

3.2 주요 품질 지표의 측정 방법

앞의 <표 1>과 <표 2>에 나타난 서비스 품질 지표들의 측정 알고리즘 구현을 하기 위해서는 관련 국제 표준 문서

〈표 1〉 서비스 품질 지표 및 정의

구분	품질지표		정의
서비스 품질 지표	음성 MOS[12]		E-model을 토대로 한 음성 품질을 주관적으로 평가하기 위한 품질 지표
	음성종합품질(R-Value)[12]		E-model을 토대로 종단 간 음성 품질 평가 등급
	Chanel Join Time		IGMP Membership 메시지 이후 해당 채널이 실제 서비스되기까지의 시간
	Channel Zapping Time		셋톱박스 사용자가 시청중인 채널을 변경하고 화면에 최초의 영상이 표시될 때까지 시간
	손상프레임 수 (I/B/P 손상프레임 수)		측정시간동안 수신된 비디오 프레임 중 완전하지 못한 비디오 프레임(I/B/P)의 수
	ETSI TR 101 290[13] 1st Priority	TS Sync Loss Error	Sync Byte가 연속적으로 3개 이상 수신되지 않는 경우 TS Sync Loss가 발생하고 MPEG-2 디코더는 다시 정상적인 5개 이상의 Sync Byte를 수신해야만 TS 신호를 다시 처리
		Continuity Count Error	TS에서 같은 PID를 가지는 패킷들의 Continuity Counter값이 0 ~ 15까지 순차적으로 증가되지 않는 경우 발생
		PMT Error	PAT에서 명시한 PID 패킷에서 값이 0x02(PMT)인 table_ID가 0.5초 간격으로 수신되지 않을 경우 발생
	ETSI TR 101 290[13] 2nd Priority	Transport Error	TS 헤더의 Transport Error Indicator가 1이 아닌 경우 발생
		PCR Repetition Error	PCR Update 주기가 느린 경우 발생
		PCR Discontinuity Error	PCR Update 주기에 불연속성이 발생하는 경우 발생
PTS Error		PTS Update 주기가 느린 경우 발생	
PCR Jitter		프로그램의 PCR값과 참조 클럭 값(reference clock)의 편차	

〈표 2〉 네트워크 품질 지표 및 정의

구분	품질지표		정의
네트워크 품질지표	대역폭 (Bandwidth)		IP별, 채널별, PID별 네트워크 전송 속도를 측정
	단방향지연(One Way Delay)		헤드엔드 또는 인접 L3 라우터에서 셋톱박스까지의 미디어 스트림 패킷에 대한 종단간 단방향지연
	패킷 손실(Packet Loss)		IPTV 미디어스트림을 전송하기 위한 RTP 패킷의 유실을 백분율로 나타냄
	지터(Jitter)		Head-End에서 셋톱박스까지의 패킷들에 대한 종단간 단방향지연 변이
	MDI (Media Delivery Index)	DF(Delay Factor)	MPEG Video Transport Stream에 대한 측정 주기 동안에 지연의 변화를 가상 버퍼(Virtual Buffer)의 크기 변화를 활용하여 측정
LR(Loss Rate)		MPEG-2 전송스트림에 대한 Loss Rate	

에 나타난 방법을 준수하였다. 음성 MOS와 R-Value를 측정하기 위해서 ITU-T의 표준 문서인 G.107[12]을 따랐고 Channel Join Time과 Channel Zapping Time의 측정을 위해서는 IGMP 프로토콜의 Join 패킷의 송신 시각과 실제 MPEG-2 전송스트림 내 미디어스트림의 수신 시작을 참조하였다. 손상프레임 수 및 ETSI TR 101 290의 1st Priority 파라미터, 2nd Priority 파라미터 등 MPEG-2 TS와 관련된 파라미터들은 직접 TS 헤더를 파싱하여 관련된 필드의 값을 읽어오는 방식으로 구현하였다.

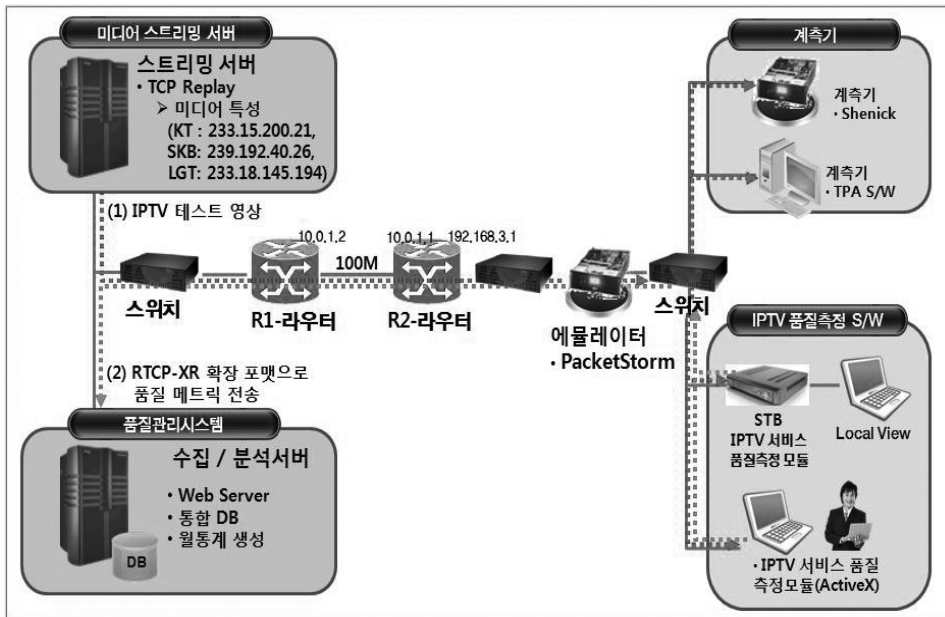
네트워크 품질지표는 미디어스트림 패킷의 IP 및 RTP

프로토콜을 파싱하여 측정하되 단방향지연[15], 패킷손실률 [16], 지터[14], MDI-DF(Media Delivery Index Delay Factor)[17], MDI-LR(Media Delivery Index-Loss Rate)[17] 등의 각 지표별 IETF 표준 문서인 RFC에 나타난 방법을 준수하였다.

4. 시험 결과 및 분석

4.1 시험환경

개발된 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어를 검증하기 위



(그림 3) 검증시험 시스템 구성도

하여 다음 (그림 3)에 나타난 바와 같은 시험환경을 구축하였다. 동일한 IPTV 미디어스트림을 동일한 시간에 상용 계측기와 개발된 소프트웨어로 측정하여 그 결과를 비교 분석하였다.

개발된 측정 소프트웨어의 신뢰성 및 정확성을 확보하기 위해서 현재 국내 사업자들의 인지도가 높은 다음 두 개의 상용 계측기를 선정하였다.

- Shenick사의 diversifEye : MPEG-2-TS 전 계층을 포함한 동시 분석 및 QoE 측정(음성, 영상) 알고리즘을 지원하고 ETSI TR 101 290[13]에 나타난 품질 지표들의 측정에 강점을 가지고 있다.
- Agilent사의 Triple Play Analyzer (TPA) : 개발된 품질 측정 소프트웨어와 유사한 PC기반 소프트웨어 방식의 계측기이다.

또한 실제 상황에서와 같은 다양한 시험 시나리오를 실현하기 위하여 네트워크상의 전송 지연, 지터, 패킷 손실 등을 조절하기 위해서 PacketStorm IP Network Emulator를 사용하였다.

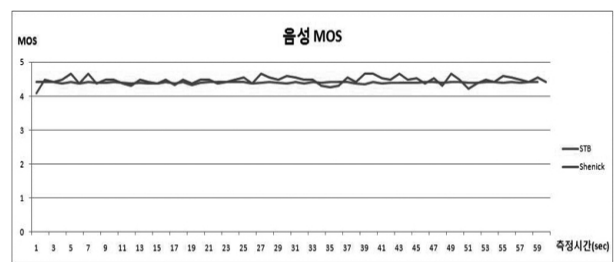
측정 소프트웨어가 구동되는 셋톱박스의 사양은 MIPS 계열의 32Bit, 500MHz의 CPU와 1 GB의 메모리가 장착되었고 운영체제로는 임베디드 리눅스 2.6.12가 설치되었다. 그리고 측정 소프트웨어에게 허용된 가용 자원은 프로세서 96%, 메모리 54%이다.

4.2 시험결과 및 분석

개발된 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어를 검증을 위해서 앞에서 소개한 시험환경에서 약 180가지의 테스트 항목에 대해서 상용 계측기와 비교 분석이 실시되었다. 이 과정에서 네트워크 단절, 과다 트래픽의 발생 등 다양한 상황

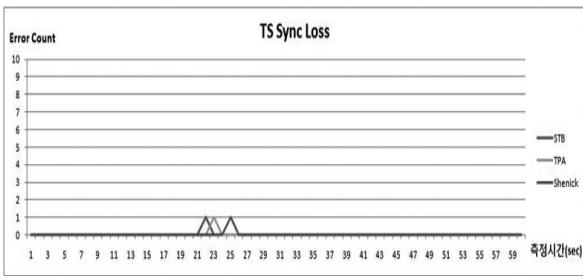
이 고려되었으나 본 절에서는 측정 결과의 검증과 관련하여 대표적인 몇몇 시험결과들에 대해서 설명하고자 한다.

다음 (그림 4)는 에뮬레이터를 이용하여 비디오 스트림에 강제적으로 10^{-3} 의 손실을 가한 경우 개발된 품질 측정 소프트웨어와 Shenick사의 상용계측기 간 MOS 측정 결과를 비교한 것이다. 전반적인 결과가 거의 일치하는 것을 볼 수 있다. 이 후 다른 값의 패킷 손실에 대한 측정 결과 역시 (그림 4)의 결과와 비슷한 양상을 보였다.



(그림 4) 개발된 소프트웨어와 계측기 간 음성 MOS 측정 결과 (10^{-3} 패킷 손실)

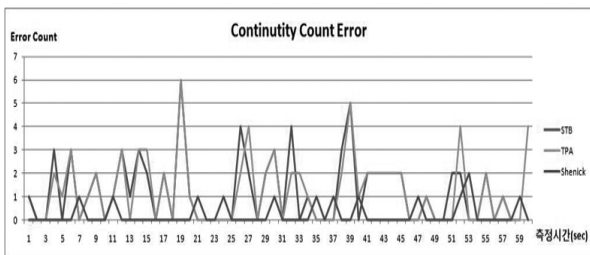
(그림 5)는 TS Sync Loss의 측정 결과이다. TS Sync Loss는 측정시간 동안 수신된 Sync Byte가 연속적으로 3개 이상 수신되지 않는 경우를 측정하는 지표이다. TS Sync Loss 값의 측정 여부를 검증하기 위해 정상적인 패킷 스트림을 에디터를 통해 연속적인 3개의 Sync Byte (0x47) 값을 인위적으로 변조하여 TS Sync Loss를 1개 발생하도록 하였다. 이 때 정확하게 TS Sync Loss가 측정되는지 개발된 측정 소프트웨어와 Shenick사의 상용계측기와 TPA 간 측정 결과를 비교하였다.



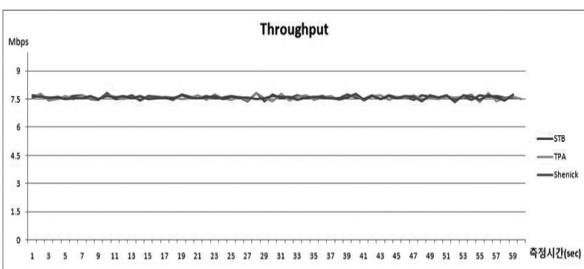
(그림 5) 개발된 소프트웨어와 계측기 간 TS Sync Loss 측정 결과

(그림 5)에 나타난 TS Sync Loss의 개수는 모두 1개로 정확성 및 신뢰성을 만족한다고 할 수 있다. 다만 발생 시점에는 다소 차이가 있는 것을 볼 수 있는데 이는 TS Sync Loss를 측정하기 위한 알고리즘 구현의 차이로 인한 것으로 추정된다.

디코딩을 위한 또 다른 품질지표인 Continuity Count Error의 측정 결과를 (그림 6)에 나타내었다. Continuity Count Error 값이 정확하게 측정되는지 검증하기 위하여 정상적인 스트림의 경우와 에뮬레이터로 정상적인 스트림에 10^{-3} 와 10^{-4} 의 손실을 가했을 경우에 대해서 품질 측정 소프트웨어와 Shenick사의 상용계측기와 TPA 간 측정 결과를 비교하였다. 세 개의 그래프의 형태가 다소 차이를 보이고는 있지만 세 가지 경우에 대한 Continuity Count Error의 발생 횟수는 모두 75로 동일하였다. 각 결과의 유형이 다소 차이가 있는 것은 역시 Continuity Count Error를 측정하기 위한 알고리즘 구현의 차이로 인한 것으로 추정된다.



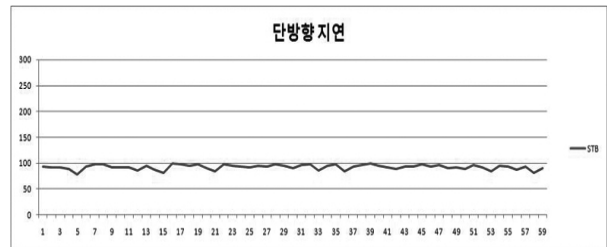
(그림 6) 개발된 소프트웨어와 계측기 간 TS Sync Loss 측정 결과(10^{-3} 패킷 손실)



(그림 7) 대역폭 측정 결과(50ms 지터)

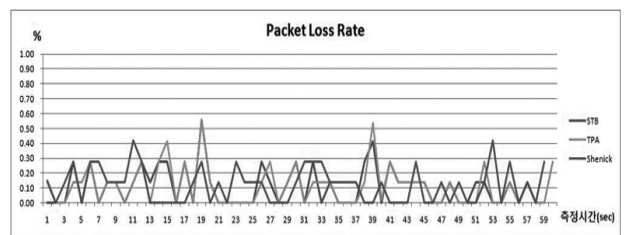
(그림 7)은 네트워크 품질지표인 대역폭의 측정 결과를 보여준다. 에뮬레이터를 이용하여 강제적으로 50ms 지연을 가한 상태에서 측정되는 대역폭을 개발된 측정 소프트웨어와 Shenick사의 상용계측기와 TPA 간 비교하였다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 세 가지 경우 모두 거의 동일한 값을 가지는 것을 확인할 수 있다.

(그림 8)은 단방향지연의 측정 결과이다. 앞의 다른 지표들과는 달리 단방향지연은 두 개의 상용계측기 모두 측정 기능을 제공하지 않았기 때문에 에뮬레이터를 이용하여 100msec과 200msec의 단방향지연을 가하고 그 결과를 확인하였다. (그림 8)의 측정 결과는 100msec의 단방향지연을 가한 경우로 측정 결과 역시 이와 거의 일치하는 것을 볼 수 있다.



(그림 8) 단방향지연 측정 결과(100ms 지연)

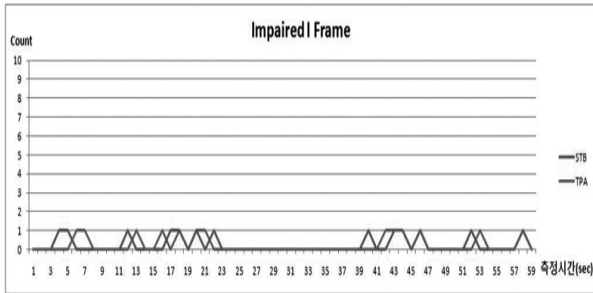
(그림 9)는 패킷손실률의 측정결과이다. 패킷손실률은 RTP 프로토콜의 시퀀스 값을 이용하여 스트림 패킷의 손실률을 측정하도록 구현되었으며 패킷손실률 값이 정확하게 측정되는지 검증하기 위하여 에뮬레이터로 정상적인 비디오 스트림에 10^{-3} 와 10^{-4} 의 손실을 가한 경우 품질 측정 소프트웨어와 Shenick사의 상용계측기와 TPA 간 측정 결과를 비교하였다. (그림 9)의 측정 결과는 비디오스트림에 10^{-3} 의 손실을 가한 경우의 측정 결과를 보여준다.



(그림 9) 패킷손실률 측정 결과(10^{-3} 패킷손실률)

전체 측정 시간에 대한 세 개의 측정 결과의 평균값은 모두 10^{-3} 에 근접하였으나 형태는 다소 차이가 있음을 볼 수 있다. 개발된 품질 측정 소프트웨어는 패킷손실률을 산출함에 있어 매 패킷을 수신할 때마다 갱신하는 것이 이상적인데도 불구하고 셋톱박스의 계산량 등을 고려하여 실제 100msec 단위로 갱신하도록 구현되었다. 이 갱신 주기의 차이가 (그림 9)에 나타난 세 개의 결과의 형태가 다소 다르게 나타나는 주요 원인인 것으로 추정된다.

마지막으로 에뮬레이터로 정상적인 비디오 스트림에 10^{-3} 와 10^{-4} 의 손실을 가한 경우 품질 측정 소프트웨어와 완전하지 못한 I/P/B 프레임의 수를 측정하였다. (그림 10)은 10^{-3} 의 손실을 가한 경우 손상된 I 프레임의 수를 측정한 결과를 보여준다. 측정 소프트웨어와 TPA 간 측정 결과가 다소 차이가 있는 것처럼 보이지만 실제로 측정된 I 프레임의 손상 개수는 13개로 동일하였다.



(그림 10) 손상된 I 프레임 개수 측정 결과(10^{-3} 패킷손실률)

5. 결 론

본 논문에서는 IPTV 서비스의 품질을 서비스 이용자 중심으로 상시 측정할 수 있는 방안을 제안하고 이의 구현을 위한 소프트웨어를 개발하였다. 개발된 품질 측정 소프트웨어는 IPTV 서비스 이용자가 셋톱박스에 내려 받아 설치할 수 있기 때문에 상시 측정이 가능하고 따라서 서비스 품질 저하가 발생한 당시의 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 특히 제안된 방안은 향후 IPTV 서비스의 사전 품질 관리 체계를 구축하기 위한 시작 단계라는 점에서 의미가 있다.

향후 추가적으로 해결해야 하는 몇 가지 문제점이 있다. 첫 번째로 4장에 나타난 결과를 보면 개발된 소프트웨어가 국제적으로 표준화된 방법에 따라 구현되었음에도 불구하고 계측기를 통한 결과와 완벽하게 일치하지 않는다. 현재로서는 품질 지표 별 측정 알고리즘의 구현 과정에서의 차이로 인한 것으로 추정되지만 계측기의 측정 알고리즘을 구현하는 프로그램 소스를 실제로 확인하기 전까지는 확실하게 알기 어려운 문제이다. 따라서 향후에는 보다 세부적인 사항까지 표준화하거나 그렇지 않다면 허용 오차 범위를 정해둘 필요성이 있다고 판단된다. 두 번째로 품질 측정 소프트웨어를 구동하기 위해서는 지금보다 고사양의 셋톱박스가 필요하다. 이는 비용 산출 측면에서도 매우 중요한데 요구되는 정확한 사양을 알아내기 위해서는 측정 소프트웨어에 의한 시스템 자원의 증가나 성능 저하에 대한 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 양선희외, "IPTV 망구조진화방안 및 중장기 로드맵," IPTV 표준기술 워크샵 프로시딩, 2006년 11월.
- [2] 양선희외, "IPTV 서비스기술 현황 및 단계별 발전 전망," IITA 주간기술동향 통권 1286호, 정보통신연구진흥원, 2007년 3월.
- [3] 최락권외, "IPTV 서비스 기술," TTA 저널, 제104호, 한국정보통신기술협회, 2006년 4월.
- [4] 조은주 외, "IPTV 국제 표준화 동향과 국내 IPTV 표준화추진 체계 및 IPTV PG 운영현황," HN Focus, Vol. 10, 한국홈네트워킹산업협회, 2006년 5월.
- [5] 이종호외, "IPTV 수신기표준화 동향," TTA 저널, 제107호, 2006년 10월.
- [6] 권영환외, "IPTV 표준화동향," 한국통신학회지 (정보와통신), 제24권, 제2호, 2007년 3월.
- [7] 한국정보화진흥원, <http://www.nia.or.kr>
- [8] 김진철외, "실측 기반의 IPTV 서비스의 비디오 품질지표들 간 상관관계," 정보처리학회논문지C, 제16-C권, 제6호, 2009년 12월.
- [9] T. Friedman et al., "RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR)," IETF RFC 3611, Nov. 2003.
- [10] ITU-T FG IPTV-DOC-0184, "Quality of Experience Requirements for IPTV Services," Dec. 2007.
- [11] ITU-T FG IPTV-DOC-0187, "Performance monitoring for IPTV," Dec. 2007.
- [12] ITU-T, The E-Model, A Computational Model for Use in Transmission Planning, ITU-T Recommendation G.107, Dec. 1998.
- [13] ETSI TR 101 290, "Digital Video Broadcasting (DVB) Measurement Guidelines for DVB systems," May 2001.
- [14] H. Schulzrinne et al., "RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications," IETF RFC 3550, Jul. 2003.
- [15] G. Almes et al., "A One-way Delay Metric for IPPM," IETF RFC 2679, Sep. 1999.
- [16] G. Almes et al., "A One-way Packet Loss Metric for IPPM," IETF RFC 2680, Sep. 1999.
- [17] J. Welch and J. Clark, "A Proposed Media Delivery Index (MDD)," IETF RFC 4445, Apr. 2006.



김 범 준

e-mail : bkim@kmu.ac.kr

1996년 연세대학교 전자공학과(학사)

1998년 연세대학교 전자공학과(공학석사)

2003년 연세대학교 전자공학과(공학박사)

2004년~2006년 LG전자 이동통신기술

연구소 선임연구원

2006년~현 재 계명대학교 전자공학과 교수

관심분야: TCP 혼잡제어, IEEE 802.16, IPTV 및 VoIP 서비스 품질 관리 등



김진철

e-mail : cckim@nia.or.kr
1997년 한밭대학교(이학사)
1999년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2003년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2003년~현 재 한국정보화진흥원 팀장
관심분야: IPTV 및 VoIP 서비스 품질 관리



박재성

e-mail : jaesungpark@suwon.ac.kr
1995년 연세대학교 전자공학과(학사)
1997년 연세대학교 전자공학과(공학석사)
2001년 연세대학교 전기, 전자공학과(공학박사)
2001년~2002년 University of Minnesota
PostDoc. Research Faculty
2002년~2005년 LG전자 선임연구원
2005년~현 재 수원대학교 인터넷정보공학과 조교수
관심분야: 이동성 관리 기술, 멀티미디어 전송 기술, 차세대
네트워크 등