
사용자 위주 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어 개발

김범준*

A Software for Subscriber-Oriented IPTV Service Quality Measurement

Beom-joon Kim*

요 약

최근 네트워크의 광대역화에 따른 대표적인 새로운 서비스로 IPTV 서비스를 들 수 있다. 서비스 품질을 보장하지 못하는 인터넷을 통한 IPTV 서비스가 성공적으로 정착하여 활성화되기 위해서는 철저한 서비스 품질 관리가 필수적이다. 특히 향후에는 서비스 이용자 스스로 서비스 품질을 직접 측정할 수 있도록 하는 것이 바람직함에도 불구하고 아직까지 이를 위한 적절한 방안이 없는 상태이다. 따라서 본 논문에서는 서비스 이용자 측에 있는 셋톱박스에 설치하여 실시간으로 IPTV 서비스의 품질을 측정하기 위한 소프트웨어를 소개한다. 개발된 소프트웨어의 성능을 검증하기 위하여 기존의 대표적인 두 개의 상용 계측기와 측정 결과를 비교 분석하였고 그 결과 개발된 소프트웨어를 통한 측정 결과가 상당히 정확하고 신뢰할만하다는 것을 확인할 수 있다.

ABSTRACT

Recently IPTV service is becoming an emerging service representing IP convergence that is enabled on the broadband networks. It is an essential and very important issue to manage the service quality of IPTV service effectively for its successful deployment because of the innate nature of current Internet that cannot support quality of service (QoS). In particular, it is required that subscriber can measure and judge the service quality of IPTV service directly, which is impossible with the current method usually depending on a measurement equipment. In this paper, therefore, we introduce an implementation of a software that is installed at a set-top on the subscriber side and measures the quality of IPTV service in real time. In order to verify the performance of the implemented software, we perform a number of tests and compare the result with the measurement equipments in common use. By the comparison, it is shown that the measurement by the implemented software is precise and reliable.

키워드

IPTV (Internet Protocol Television), quality measurement, quality metric

1. 서 론

IT 컨버전스(IT convergence)는 미디어, 통신, 인터넷이 각 영역별로 구축한 네트워크, 단말기, 콘텐츠의 수직적인 가치사슬을 수평적으로 융합하고 있다. 즉 아날로그 기술 하에서는 네트워크, 단말기, 콘텐츠

가 수직 계열화되어 있으나 디지털 융합 기술의 발전으로 인해 네트워크, 단말기, 콘텐츠가 수평적으로 융합되고 있다[1-3].

IPTV 서비스는 제공되는 콘텐츠가 인코딩되어 IP 네트워크를 경유하여 이용자의 셋톱박스(STB)에서 디코딩되기까지 배달되는 생명 주기를 가짐으로 이에

* 계명대학교 전자공학과(bkim@kmu.ac.kr)

접수일자 : 2010. 03. 17

심사(수정)일자 : 2010. 04. 28

게재확정일자 : 2010. 06. 14

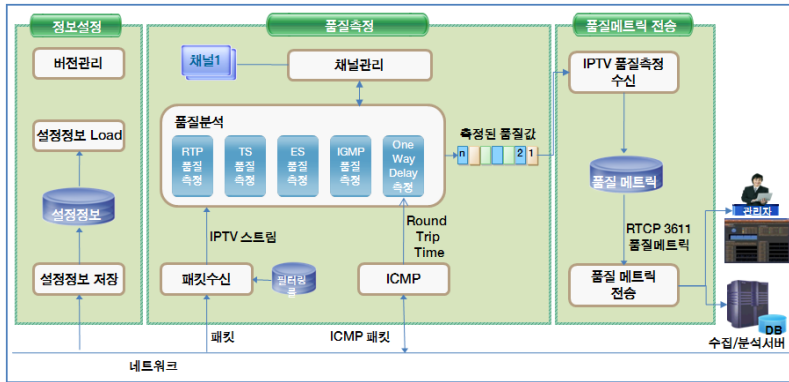


그림 1. IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어의 프로세스
 Fig. 1 Process of the software for IPTV service quality measurement

대한 고품질을 보장할 수 있는 기술이 중요하며 다수의 가입자 트래픽이 네트워크 자원의 공유로 인한 할당, 배분 등 트래픽엔지니어링의 문제로 QoS (Quality of Service) 보장 기술의 미흡과 순간적인 트래픽 폭주로 인한 IP구간별, 특히 액세스 네트워크, 품질 저하 문제는 여전히 해결해야 할 기술적인 이슈로 여전히 남아있다[3-6].

따라서 본 논문에서는 이용자에게 자발적, 능동적으로 IPTV 서비스 품질 측정을 할 수 있는 인터페이스를 제공하기 위한 품질 측정 소프트웨어의 개발 사례를 소개하고 이의 검증 결과를 설명하고자 한다. 본 논문의 결과는 향후 앞서 설명한 계층기에 의존하는 품질 관리의 문제점을 조기에 극복하고 사업자들로 하여금 자발적인 품질 개선을 유도함으로써 궁극적으로 SLA(Service Level Agreement)개선과 이용자의 권익보호에 기여할 수 있으리라 기대하고 있다.

II. IPTV 품질 측정 소프트웨어

2-1 소프트웨어 개요 및 개발 목표

품질 측정 및 관리의 목적은 서비스 중단 간 이용자, 서비스별 요구 수준에 따라 대역폭, 패킷 손실, 지연 등 서비스 품질 수준을 차별화 하여 제공한다는 것이다. 이를 위해서는 IPTV 서비스의 품질을 상시적으로 평가/관리/개선 할 수 있는 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어가 개발되어야 한다.

IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어는 IPTV 트래

픽의 상시적인 모니터링을 통하여 네트워크 및 서비스 품질지표를 측정하는 기능을 개발하고 최종적으로 국내 IPTV 서비스에 제공되는 셋톱박스에 품질 측정 모듈을 탑재하여 사용자 단에서 IPTV 서비스 품질을 측정하는 것을 목표로 한다. 따라서 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어는 셋톱박스 또는 사용자 PC에서 구동되는 소프트웨어로 상시적으로 IPTV 서비스에 대한 네트워크 및 서비스 품질을 측정하여 그 결과를 수집/분석 서버로 전송하도록 구현된다.

2-2 소프트웨어 프로세스

IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어의 전체 프로세스 구조는 그림 2와 같이 구성된다. 정보 설정의 '버전관리' 프로세스는 품질 측정 소프트웨어의 버전을 주기적으로 검사하여 새로운 버전이 배포 서버에 있을 경우 업그레이드를 수행한다. 정보 설정의 '설정정보 Load' 프로세스는 품질 측정 소프트웨어의 초기 구동 시 설정 정보를 cfg파일로부터 읽어서 품질 측정 소프트웨어가 구동하기 위한 환경을 구성한다. 정보 설정의 '설정정보 저장' 프로세스는 관리 서버에서 정의한 설정 정보를 TCP/IP 네트워크를 통하여 전송 받은 다음 cfg파일로 저장하여 품질 측정 소프트웨어 구동 환경을 구성한다.

품질 측정의 '패킷수신' 프로세스는 네트워크로부터 유입되는 패킷을 복사하여 IPTV 미디어 스트림 패킷을 필터링한다. 품질 측정의 '채널관리' 프로세스는 필터링 된 미디어 스트림 패킷을 채널별로 분류한다. 품질 측정의 '품질분석' 프로세스는 RTP(Real-time

Transport Protocol), MPEG-2 TS(Transport Stream), MPEG-2 ES(Elementary Stream) 채널별로 분류된 미디어 스트림을 채널별로 품질을 분석하여 품질 지표를 생성한다. 품질 측정의 'ICMP' 프로세스는 ICMP(Internet Control Message Protocol) 패킷을 송수신하고 RTT(Round Trip Time)를 측정하여 단방향지연(One Way Delay)을 계산한다.

품질 매트릭 전송의 'IPTV 품질 측정 수신' 프로세스는 품질 측정에서 측정된 품질 지표를 주기적(5초) 단위로 품질 매트릭을 생성한다. 품질 매트릭 전송의 '품질 매트릭 송신' 프로세스는 IPTV 품질 매트릭을 주기적으로 수집/분석 서버로 전송한다.

III. 품질 지표

IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어를 이용하여 측

정하게 될 품질 지표들은 관련 국제 표준화 문서 [10-12]를 참조하여 선정하였다. 이들 품질 지표들은 IP 패킷 계층에서 측정되는 네트워크 품질 지표와 그보다 상위에서 측정되는 서비스 품질 지표로 구분될 수 있다. 표 1과 표 2에는 선정된 네트워크 품질 지표와 서비스 품질 지표를 정리하였다.

IV. 성능 평가

개발된 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어를 검증을 위해서 그림 2에 나타난 시험환경에서 약 180가지의 테스트 항목에 대해서 상용 계측기와 비교 분석이 실시되었다. 이 과정에서 네트워크 단절, 파다 트래픽의 발생 등 다양한 상황이 고려되었다. 본 절에서는 전체 결과들 가운데 대표적인 몇몇 시험결과들을 소

표 1. 서비스 품질 지표 및 정의
Table 1. Service-level quality metrics and their definition

구분	품질 지표	정의	
서비스 품질 지표	음성 MOS[12]	서비스 성능지표 중 E-model을 토대로 한 음성 품질을 주관적으로 평가하는 방법	
	음성종합품질(R-Value)[12]	E-model을 토대로 종단 간 접속의 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 손상 프레임수)	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 발생한다. MPEG2 Decoder는 다시 정상적인 5개 이상의 Sync Byte를 수신해야만 TS 신호를 다시 처리
		Continuity Count Error	Transport Stream에서 같은 PID를 가지는 패킷들의 Continuity Counter값이 0 - 15까지 순차적으로 증가되지 않는 경우 발생
		PMT Error	PAT에서 명시한 PID 패킷에서 table_ID = 0x02(PMT)이 0.5초 간격으로 수신되지 않을 경우 PMT Error가 발생
	ETSI TR 101 290[13] 2nd Priority	Transport Error	Transport Stream 헤더의 Transport Error Indecator가 1이 아닌 경우 Transport Error가 발생
		PCR Repetition Error	모든 Transport Stream에는 PCR 값이 포함되어 전송되는데, PCR Update 주기가 느린 경우 PCR repetition Error가 발생
PCR Discontinuity Error		모든 Transport Stream에는 PCR 값이 포함되어 전송되는데, PCR Update 주기에 불연속성이 발생하는 경우 PCR discontinuity Error가 발생	
PTS Error		모든 Transport Stream에는 PTS 값이 포함되어 전송되는데, PTS Update 주기가 느린 경우 PTS Error가 발생	
	PCR Jitter	program 의 PCR값과 기대값(reference clock)의 편차	

표 2. 네트워크 품질 지표 및 정의
Table 2. Network-level quality metrics and their definition

구분	품질지표	정의
네트워크 품질 지표	대역폭 (Bandwidth)	IP별, 채널별, PID별 네트워크 전송 속도를 측정
	단방향 지연 (One Way Delay)	Head-End 또는 인접 L3 라우터에서 셋탑박스까지의 미디어 스트림 패킷에 대한 End to End 단방향 지연
	패킷 손실 (Packet Loss)	IPTV 미디어 스트림을 전송하기 위한 RTP 패킷의 유실을 백분율로 나타냄
	지터(Jitter)	Head-End에서 셋탑까지의 패킷들에 대한 End to End 단방향 지연 변량
	MDI (Media Delivery Index)	DF (Delay Factor)
	LR (Loss Rate)	MPEG-2 TS에 대한 Loss Rate

개하고자 한다.

그림 3은 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. 이후 다른 값의 패킷 손실에 대한 측정 결과 역시 그림 3의 결과와 비슷한 양상을 보였다.

그림 4에 나타난 TS Sync Loss의 개수는 1개로 정확성 및 신뢰성을 만족한다고 할 수 있다. 다만 TS Sync Loss를 측정하기 위한 알고리즘 구현의 차이로 인하여 측정되는 시점에 다소 차이가 있는 것으로 추정된다.

디코딩을 위한 또 다른 품질지표인 연속성카운트에러(Continuity Count Error; CCE)의 측정 결과를 그림 5에 나타내었다. 연속성카운트에러는 동일한 PID를 가지는 TS 패킷의 연속성 카운터 값이 0 - 15까지 순차적으로 증가되지 않는 경우를 측정하는 지표이며 연속성카운트에러 값이 정확하게 측정되는지 검증하기 위하여 정상적인 스트림의 경우와 에뮬레이터로 정상적인 스트림에 10^{-3} 와 10^{-4} 의 손실을 가했을 경우 품질 측정 소프트웨어와 Shenick사의 상용계측기와 TPA 간 측정 결과를 비교하였다. 세 개의 그래프가 다소 차이를 보이고는 있지만 세 가지 경우에 대한 연속성카운트에러의 발생 횟수는 모두 75로 동일하였다. 각 결과에 대하여 다소 차이가 있는 것은 각 계측기에 구현되어 있는 측정 알고리즘의 차이로

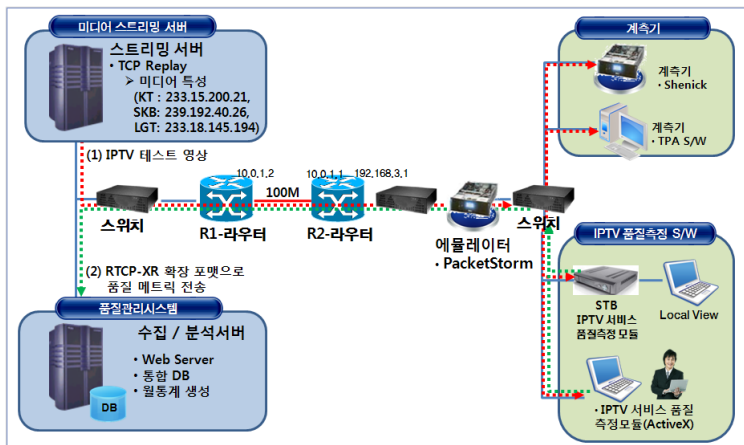


그림 2. 검증시험 시스템 구성도
Fig. 2 Environment for measurement and verification

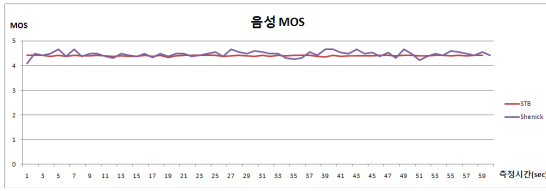


그림 3. 음성 MOS 측정 결과 (10^{-3} 패킷 손실)
Fig. 3 Measurement of MOS (10^{-3} packet loss rate)

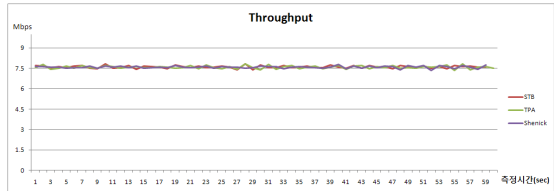


그림 6. 대역폭 측정 결과 (50ms 지연)
Fig. 6 Measurement of bandwidth (50ms Jitter)

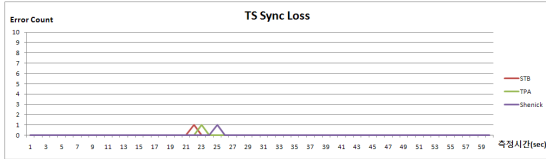


그림 4. TS Sync Loss 측정 결과
Fig. 4 Measurement of TS Sync Loss

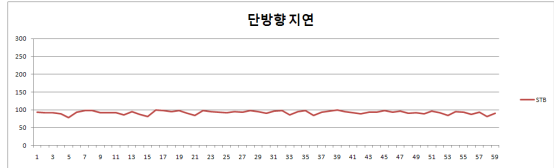


그림 7. 단방향지연 측정 결과(100ms 지연)
Fig. 7 Measurement of one-way delay (100ms delay)

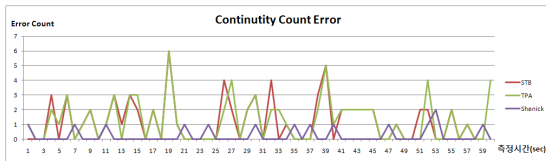


그림 5. CCE 측정 결과 (10^{-3} 패킷 손실)
Fig. 5 Measurement of CCE (10^{-3} packet loss rate)

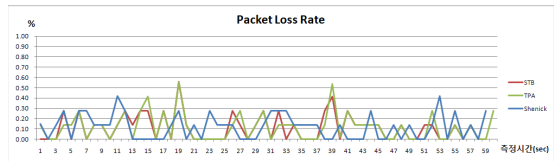


그림 8. 패킷손실률 측정 결과 (10^{-3} 패킷손실률)
Fig. 8 Measurement of packet loss rate (10^{-3} packet loss rate)

인한 것으로 판단된다.

그림 6은 네트워크 품질지표인 대역폭의 측정 결과이다. 에뮬레이터를 이용하여 강제적으로 50ms 지연을 가한 상태에서 측정되는 대역폭을 개발된 측정 소프트웨어와 Shenick사의 상용계측기와 TPA 간 비교하였다. 그림에 나타난 바와 같이 세 가지 경우 모두 거의 동일한 값을 가지는 것을 확인할 수 있다.

그림 7은 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 7의 측정 결과는 100msec의 단방향지연을 가한 경우로 측정 결과 역시 이와 거의 일치하는 것을 볼 수 있다.

그림 8은 패킷손실률의 측정결과이다. 패킷손실률은 RTP 프로토콜의 시퀀스 값을 이용하여 스트림 패킷의 손실률을 측정하는 지표이며 패킷손실률 값이 정확하게 측정되는지 검증하기 위하여 에뮬레이터로

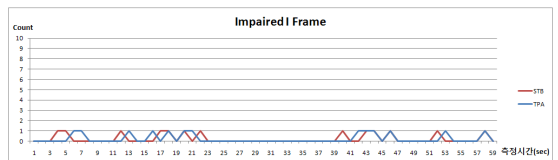


그림 9. 손상된 I 프레임 개수 측정 결과 (10^{-3} 패킷손실률)
Fig. 9 Measurement of Impaired I-frame (10^{-3} packet loss rate)

정상적인 비디오 스트림에 10^{-3} 와 10^{-4} 의 손실을 가한 경우 품질 측정 소프트웨어와 Shenick사의 상용계측기와 TPA 간 측정 결과를 비교하였다. 그림 8의 측정 결과는 비디오스트림에 10^{-3} 의 손실을 가한 경우의 측정 결과를 보여준다.

마지막으로 에뮬레이터로 정상적인 비디오 스트림에 10^{-3} 와 10^{-4} 의 손실을 가한 경우 품질 측정 소프트웨어와 완전하지 못한 I/B/P 프레임의 수를 측정하였다. 그림 9는 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 13 개로 동일하였다.

V. 결론

향후 IPTV 서비스의 성공적인 보급과 활성화를 위해서는 체계적인 품질 관리가 필수적인 상황이다. 특히 사업자간 표준화된 품질 지표와 품질 지표 별 측정 방법이 마련되어야 할 것이다. 이를 위한 노력의 일환으로 본 논문에서는 IPTV 서비스 품질 측정 소프트웨어의 개발과 이의 검증 결과에 대해서 소개하였다. 개발된 품질 측정 소프트웨어는 IPTV 서비스 이용자가 셋톱박스에 내려 받아 설치할 수 있기 때문에 능동적으로 그리고 서비스 품질 저하가 발생한 사항이 아닌 실시간 품질을 측정할 수 있다는 특징이 있다. 개발된 품질 측정 소프트웨어의 검증을 위해서 3장에 소개된 품질 지표에 대한 결과 외에도 많은 수의 실험을 수행하였다. 추후 추가적인 검증 과정을 거쳐서 조만간 상용화할 계획으로 있으며 이를 통해 사업자들 간 자발적인 서비스 품질 개선을 유도할 수 있으리라 기대된다.

참고 문헌

- [1] 양선희외, "IPTV 망구조진화방안 및 증장기 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, 제 104호, 한국정보통신기술협회, 2006년 4월.
- [4] 조은주 외, "IPTV 국제 표준화 동향과 국내 IPTV 표준화추진 체계 및 IPTV PG 운영현황," HN Focus, Vol. 10, 한국홈네트워크산업협회, 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" 정보처리학회논문지 C, 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 (MDI)," IETF RFC 4445, Apr. 2006.

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

※ 주관심분야 : 유무선 IPTV/VoIP 서비스, TCP 성능분석