

IPTV 망의 측정 포인트 시스템과 통합 품질 관리 시스템의 설계와 구현

김해현*, 김춘희**, 차영욱*
 *안동대학교 컴퓨터공학과
 **대구사이버대학교 컴퓨터·경영학과
 e-mail:hhkim66@gmail.com

Design and Implementation of Point Measurement System and Integrated Quality Management System for IPTV Network

Hae-Hyun Kim*, Choon-Hee Kim**, Young-Wook Cha*
 *Dept of Computer Engineering, Andong National University
 **Dept of Computer · Management Administration, DaeGu Cyber University

요 약

최근 IPTV 사용자가 증가 하면서 품질에 대한 사용자들의 기대가 커지고 있다. 본 논문에서는 다양한 서비스 제공이 가능한 IPTV 서비스의 품질 측정을 위하여 IP 망의 도메인별로 성능 모니터링을 수행하는 시스템과 이를 통합적으로 관리 할 수 있는 시스템의 설계 및 구현에 대해 기술하였다. 구현된 성능 모니터링 및 통합관리 시스템의 시험을 위하여 IPTV 실험 환경을 구성하였으며, 실험 환경에서 IP 계층 및 MPEG-2 전송 스트림의 품질 파라미터를 측정 및 비교하였다.

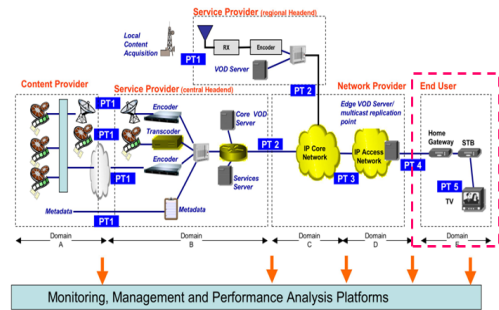
1. 서론

IPTV는 방송 콘텐츠의 디지털화와 통신의 초고속화 및 광대역화에 따른 핵심 결과로 방송과 통신이 융합된 서비스이다. IP 망을 기반으로 TV 단말기를 통해 TPS(Triple Play Service)를 제공하며, 사용자에게 실시간 VoD 서비스 제공과 사용자 데이터를 전달 할 수 있는 양방향 서비스, 채널의 개인화를 가능하게 한다.

IPTV 서비스를 통해 다양한 서비스가 제공되므로 사용자가 점차 급증하며, 사용자는 고품질의 서비스를 기대하게 될 것이다. 또한, 통합 BcN(Broadband Convergence Network)이 등장하면서 IP 망을 전달망으로 하는 서비스의 급증으로 데이터 전송량이 폭주하면 IPTV 영상의 품질 저하 현상이 발생할 수 있다. 이로 인해 IPTV 사용자를 위한 SQM(Service Quality Management)은 가장 중요한 문제 중의 하나이다. 품질 저하 현상을 감지하고 품질을 관리하기 위해서는 전송되는 데이터의 성능 모니터링과 분석이 필요하다. 데이터 손실이나 에러 발생은 어느 한 구간, 한 장비에서만 발생 하는 것이 아니므로 성능 모니터링 포인트를 다양하게 설정해야 한다.

ITU-T SG12 에서는 그림1과 같이 IPTV 망 구성에서 모니터링 포인트를 5개로 지정 하였다[1]. 각 포인트 별로 모니터링 된 데이터의 분석과 품질 평가를 통하여 QoE/QoS를 측정 할 수 있다. 각 포인트 별로 측정된 성능 데이터들은 평가뿐만 아니라 통합적으로 관리하여 성능 저하의 원인을 파악할 필요가 있다. IPTV의 성능 데이터를 통합적으로 품질을 관리하기 위한 IQM(Integrated

Quality Management)은 필요성에 비하여 현재까지 연구가 많이 진행되어 있지 않다. 본 논문에서는 IPTV 성능 모니터링 및 분석을 위하여 [1]에서 정의한 성능 모니터링 포인트들의 측정 시스템과 통합 품질관리를 위한 시스템의 설계와 구현에 대하여 기술한다.



(그림 1) IPTV 망 구성과 모니터링 포인트

2. IPTV 성능 모니터링 요소

IPTV 성능 모니터링을 위해서는 성능 측정 포인트, 성능 측정 파라미터, 품질 평가 방법과 기준 등이 요구된다.

2.1 성능 측정 포인트

성능 측정 포인트는 그림1처럼 5개 도메인 사이의 4개 포인트와 중단 사용자 도메인에 있는 포인트를 포함해 5

개의 포인트가 있다. 포인트 1(PT 1)과 포인트 2(PT 2)는 각각 콘텐츠 제공자와 서비스 제공자 사이, 서비스 제공자와 네트워크 제공자 사이로 원본 영상에 대한 품질을 모니터링 한다. 포인트 3(PT 3)은 네트워크 제공자 내에 IP 코어 네트워크와 에지 네트워크 사이로 IP와 관련된 성능 파라미터를 모니터링 한다. 포인트 4(PT 4)는 네트워크 제공자와 종단 사용자 사이이며 종단 사용자 도메인에 있는 포인트 5(PT 5)는 QoE와 직접 관련이 있는 위치이다.

전송망에서 트래픽 폭주가 발생하면 코어 망에서는 이를 받아들일 충분한 수용력이 있다. 그러므로 망에서 문제가 발생하면 대부분의 원인이 액세스 망이나 가입자 망 쪽의 문제일 확률이 높기 때문에[2] 액세스와 가입자 망은 IPTV 서비스 성능 모니터링에서 중요한 위치이다.

2.2 성능 측정 파라미터

IPTV 성능을 모니터링 하기위한 파라미터는 표 1과 같이 크게 물리 계층, IP/네트워크 계층, 전송 계층, 서비스 라인업, 채널 속성, VOD, 기타 파라미터로 분류한다. 각 파라미터들의 세부 측정 파라미터들이 [1]에 정의되어 있으며, 측정 포인트별 파라미터들의 측정 여부는 표 1에 나타내었다.

<표 1> 포인트별 IPTV 성능 모니터링 파라미터

파라미터 \ 포인트	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
물리 계층	○	×	×	×	×
IP/네트워크 계층	△	△	○	○	×
전송 계층	○	○	△	△	×
서비스 라인업	△	△	×	×	○
채널 속성	○	△	△	△	○
VOD	×	×	×	×	○
기타	×	△	×	×	○

(○ : 전체, △ : 일부, × : 없음)

여기서 전송 계층은 영상과 음성 데이터를 멀티플렉싱 하기위해 사용하는 MPEG-2 전송 스트림(TS : Transport Stream) 관련 품질 측정 파라미터이다. MPEG-2 TS 파라미터는 ETSI TR 101 290에서 품질 측정 가이드라인을 제시하고 있다[3]. 이 가이드라인은 세 개의 우선순위로 각 우선순위 별 파라미터들은 표 2와 같다.

<표 2> MPEG-TS 우선순위별 품질 파라미터

포인트	우선순위	파라미터
1,2,3,4,5	1	TS_Sync_loss, Sync_byte_error, PAT_error, Continuity_count_ error, PMT_error, PID_error
1,2	2	Transport_error, CRC_error, PCR_error, PCR_repetition_error, PCR_accuracy_error, PTS_error, CAT_error
1	3	NIT_error, NTL_actual_error, NIT_other_error, SLrepetition_error, Buffer_error, Unreferenced_PID, etc.

2.3 품질 평가 방법

품질 평가는 주관적, 객관적 방법으로 나눌 수 있다[1]. 주관적 품질 평가 방법은 사람이 직접 영상을 보고 화질을 평가하는 방법으로 인지적 특성을 반영할 수 있는 가장 적합한 방법이다[4]. 객관적 품질 평가 방법은 영상 데이터를 품질 측정 파라미터를 이용해 기술적으로 분석하여 평가하는 방법이다. 객관적 품질 평가 방법은 크게 인간시각 시스템의 인지 모델(Perceptual Models)과 파라메트릭 모델(Parametric Model)로 나눌 수 있다.

2.3.1 인간시각 시스템의 인지 모델

이 모델은 품질 평가를 수행하기 위해 영상을 인간시각을 모델링한 시스템에 입력하여 측정하는 방식이다[4]. 이 방식은 전 참조법(FR : Full Reference), 감소 참조법(RR : Reduced Reference)과 무참조법(NR : No Reference)로 분류 한다[5]. 전 참조법은 원본 영상과 처리 영상을 비교하고, 감소 참조법은 원본 영상과 처리 영상 없이 각각의 특징들을 추출하여 품질을 측정한다. 무참조법은 원본 영상은 사용하지 않고 처리 영상의 특징을 추출하여 품질을 측정한다.

2.3.2 파라메트릭 모델

파라메트릭 모델은 파라메트릭-계획, 파라메트릭 패킷 계층, 파라메트릭 비트-스트림 계층, 미디어 계층과 혼합 모델 5가지로, 모니터링 한 영상 내부에서 어느 레벨의 어떤 파라미터를 사용하여 측정 할 것인지에 따라 분류한다 [6]. 파라메트릭-계획은 네트워크와 어플리케이션 파라미터로 품질을 측정하고, 파라메트릭 패킷 계층은 패킷 헤더 정보로 품질을 측정한다. 파라메트릭 비스-스트림 계층은 패킷 헤더 정보와 미디어 페이로드 정보를 이용하여 측정하며, 미디어 계층은 미디어 신호 정보를 이용하여 측정한다. 혼합 모델은 위 4가지 모델에서 사용한 정보들을 일부 혼합하여 품질을 측정한다.

인간시각 시스템의 인지 모델 품질 측정 방법에 있어서 FR과 RR 모델은 원본 영상에 대한 정보를 실시간으로 추출해 내기 어려운 문제가 있다[4]. 또한 파라메트릭 모델에서 미디어 계층은 많은 로드가 발생하기 때문에 적합하

지 않고, 비트-스트림 계층은 미디어와 관련된 페이로드 정보가 암호화 되어 있을 때는 적용이 불가능 하다[6]. 이와 같은 문제로 본 논문에서는 원본 영상을 사용하지 않고 실시간 측정이 가능한 NR 모델과 패킷 헤더 정보만으로도 품질 측정이 가능한 패킷 계층 모델을 혼합하여 적용하였다.

2.4 품질 평가 기준

IPTV의 데이터 품질에 대하여 평가자가 직접 품질을 측정하는 것은 정확도가 떨어질 수 있다. 품질 평가의 정확도와 일관성을 위해서는 성능 측정 요소에 대한 평가 기준이 제시되어야 한다. [7]에서는 IPTV 전송을 위한 네트워크 품질 요소에 대해 IPTD(IP Transfer Delay), IPDV(IP Delay Variability, Jitter), IPLR(IP Packet Loss Ratio), IPER(IP Packet Error Ratio)을 QoS 클래스에 따라 품질 기준을 제시하고 있다. 표 3은 7개의 QoS 클래스별 품질 요소에 대한 평가 기준을 나타낸 것이다.

<표 3> 네트워크 품질 요소 평가 기준

과라미터	QoS 클래스							
	0	1	2	3	4	5	6	7
IPTD	100ms	400ms	100ms	400ms	1s	U	100ms	400ms
IPDV	50ms	50ms	U	U	U	U	50ms	50ms
IPLR	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	U	1×10^{-5}	1×10^{-5}
IPER	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	U	1×10^{-6}	1×10^{-6}
IPRR	-	-	-	-	-	-	1×10^{-6}	1×10^{-6}

(U : Unspecified)

[8]에서는 성능 측정 요소에 대한 QoE의 최소 평가 기준을 MPEG-2, MPEG-4 등에 대해 SDTV와 HDTV에 따라서 구분하여 제시하고 있다. 표 4는 MPEG-2의 SDTV 서비스를 위한 평가기준을 나타낸다.

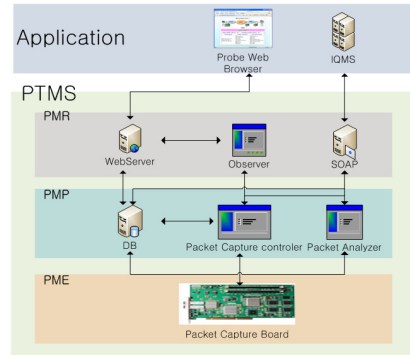
<표 4> MPEG-2 SDTV 서비스의 최소 성능

전송율(Mbit/s)	지연(ms)	지터(ms)	단일애리 최대 기간
3.0	<200ms	<50ms	<=16ms
3.75	<200ms	<50ms	<=16ms
5.0	<200ms	<50ms	<=16ms
전송율(Mbit/s)	로스기간패킷	로스간격	평균패킷 손실율
3.0	6 IP Packets	1 error/hour	<=5.85E-06
3.75	7 IP Packets	1 error/hour	<=5.46E-06
5.0	9 IP Packets	1 error/hour	<=5.26E-06

3. IPTV 성능 모니터링 시스템 설계

포인트별로 IPTV 성능을 모니터링하는 PTMS(Point Measurement System) 시스템의 설계 구조는 그림 2와 같다. 본 논문에서는 PTMS 시스템의 기능 구조를 NGN 성능 모니터링의 관리 모듈을 참조하여 구성하였다[9].

PTMS에는 성능 측정의 요청에 대하여 인증을 확인한 후 받아들이는 PMR(Performance Measurement Reporting) 엔티티, 측정된 데이터를 모으고 분석 하는 PMP(Performance Measurement Processing) 엔티티, 측정 요청을 받아서 실제 성능 모니터링을 수행하는 PME(Performance Measurement Execution) 엔티티로 구성되어 있다. PMR에는 웹 기반 성능 모니터링을 지원하기 위하여 웹 서버 기능이 포함되며, 통합 품질관리 시스템(IQMS : Integrated Quality Management System)과의 웹 서비스 인터페이스 기능이 포함된다.



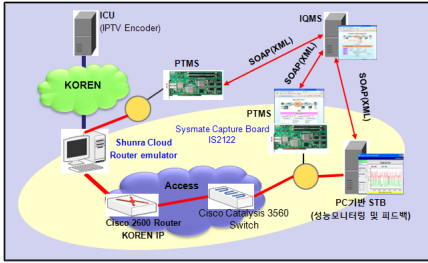
(그림 2) IPTV 성능 모니터링 시스템 기능구조

각 PTMS에서 모니터링 된 품질 파라미터들은 IQMS에서 통합적으로 분석하게 된다. PTMS들과 IQMS 사이에 주고받는 데이터들은 SOAP(Simple Object Access Protocol) 기반 웹 서비스를 통해 정보를 모델링 하였다. IQMS는 PTMS로부터 성능 모니터링 파라미터, 측정 시간, 측정 포인트 등의 정보들을 수집하여 정적인 분석과 동적인 분석을 함께 수행한다.

각 측정 포인트의 PTMS 시스템에서는 원본 영상과 처리 영상을 추출하기 어렵기 때문에 패킷 헤더 정보를 사용하는 파라미터 모델의 패킷 계층 모델을 이용하였다. STB에서는 처리된 영상 정보를 알 수 있기 때문에 인간 시각 시스템의 인지 모델에서 NR 방식을 이용하였다.

4. 테스트 환경

IPTV의 성능 모니터링을 위한 테스트 환경은 그림 3에서처럼 광대역통합 연구개발망인 KOREN과 실험실에 구축한 액세스 망과 종단 사용자측의 STB단으로 구성된다. KOREN을 통해 ICU의 AV 서버로부터 IPTV 영상을 수신한다. 수신된 영상에 대하여 임의의 데이터 손실과 지터 등을 발생 시킬 수 있는 Shunra Cloud Router Emulator[10]를 통해 시스코 2600 라우터와 시스코 3560 L3 스위치로 구성된 액세스 망을 거쳐 PC 기반의 STB로 전달된다.

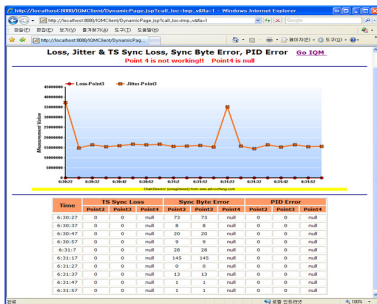


(그림 3) IPTV 성능 모니터링 실험 구성도

망에서 대부분의 문제가 액세스와 가입자 망에서 발생하므로, 본 연구에서는 코어망 역할을 하는 KOREN과 실험실에 구성된 액세스 망 사이, 액세스 망과 PC 기반 STB 사이, 그리고 PC기반 STB에서 IPTV의 성능 모니터링을 수행하였다. 이들 각 포인트에 구축된 측정 시스템 PTMS에는 성능 모니터링을 위해 Sysmate Capture Board IS2122를 사용하여 패킷을 모니터링 한다. PC기반 STB에서는 패킷 캡처 보드 대신 자바에서 제공하는 패킷 캡처 라이브러리인 Jpcap을 이용하여 처리된 영상에 대한 데이터를 모니터링 한다.

IQMS는 각 PTMS들에서 모니터링 된 정보를 SOAP 통신으로 수집하여 각 측정 포인트들의 성능을 통합적으로 비교 분석을 수행한다. IQMS에서는 표 2에서 나타난 MPEG-2 TS의 우선순위에 따라 파라미터와 IP 계층의 손실, 지터 및 순서 미유지 등을 품질 측정 파라미터로 사용 하였다. PC 기반 STB에서는 시청자에 의하여 주관적으로 평가된 IPTV 품질 측정 결과를 피드백 하므로 IQMS에서는 IPTV 시청자 또는 시청지역 별 QoE/QoS를 비교할 수 있다. 또한 전송속도를 자동으로 감지하여 표 4에서처럼 전송속도별 QoE/QoS 기준을 달리하여 품질 평가를 수행하도록 하였다.

IQMS는 성능 모니터링을 수행하고 있지 않은 PTMS를 감지하며, 현재 성능 모니터링을 수행하고 있는 PTMS들의 데이터를 분석한다. 그림 4는 IQMS에서 실시간으로 각 측정 포인트로부터 성능 품질 파라미터를 수집하여 비교하는 결과 화면을 나타낸다.



(그림 4) 통합관리 시스템의 실행 화면

5. 결론

IPTV 시청자가 증가 하면서 이들은 기존 케이블 TV와 같은 품질을 기대하게 되지만, IP 망의 특성상 트래픽이 증가하면 품질 저하 현상이 발생하게 된다. 시청자들이 만족할 만한 품질을 제공하기 위해서는 IPTV 망의 도메인 별로 성능 모니터링이 필요하며, 모니터링 된 성능 데이터를 비교 분석하여 품질 저하의 원인을 분석하는 통합 관리 서비스가 필요하다.

본 논문에서는 실제 IPTV 서비스 환경과 유사한 실험 환경을 구성하고 표준화 문서에서 제시하고 있는 모니터링 구간을 설정하였다. 각 구간의 PTMS 시스템에서 성능 데이터를 모니터링 하며 이를 IQMS 시스템에서는 통합 관리를 수행하도록 하였다. 또한 SOAP 기반의 웹 서비스 기술을 이용하여 [1]에서 제시하고 있는 성능 저하의 통보와 QoE/QoS 값 피드백이 가능함을 실험하였다.

향후 과제로는 각 PTMS로부터 수신된 성능 데이터를 IQMS에서 단순히 비교하는 것뿐만 아니라 분석 기능을 강화하여 통합적인 IPTV의 품질관리 시스템을 구축하는 것이다.

본 논문은 한국과학재단의 우수연구센터사업의 지원을 받아 수행된 연구(No. R11-2000-074-01003-0)결과이다.

참고문헌

- [1] ITU-T FG IPTV-DOC-0187, "Performance monitoring for IPTV," Malta, Dec. 2007.
- [2] <http://www.telchemy.com/appnotes/Managing IPTV Performance.pdf>, "Managing IPTV Performance," Feb. 2008.
- [3] ETSI TR 101 290 v1.2.1, "Digital Video Broadcasting(DVB):Measurement guidelines for DVB system," May 2001.
- [4] 이재희, 외 2인 "IPTV 영상품질 평가에 관한 연구," 한국통신학회논문지, 제33권, 제4호, pp.232-241, 2008. 4.
- [5] ITU-T FG IPTV-ID-0013, "User requirements for perceptual video quality monitoring of IPTV," Geneva, July 2006.
- [6] K. Yamagishi, T. Hayashi, "Parametric Packet-Layer Model for Monitoring Video Quality of IPTV Services," IEEE Communications ICC, pp.110-114, May 2008.
- [7] ITU-T Recommendation Y.1541, "Network performance objectives for IP-based services," Feb. 2006.
- [8] ITU-T FG IPTV-DOC-0184, "Quality of Experience Requirements for IPTV Service," Malta, Dec. 2007.
- [9] ITU-T Draft Recommendation Y.mpm, "Management of performance measurement for NGN," Seoul, Jan. 2008.
- [10] <http://www.shunra.com>