

패킷의 비순차적 도착으로 인한 IPTV 서비스 영향 평가

이원호*, 최성철*, 권만준*

*아주자동차대학

e-mail: wheel@motor.ac.kr

Out of sequence Packet due to IPTV Service Impact Assessments

Won Ho Lee*, Sung Cheol Choi*, Mann Jun Kwon*

*Ajou Motor College

요 약

IPTV 서비스의 지속적인 품질 유지를 위한 품질 측정 지표들의 변화가 실제 IPTV 서비스에 얼마나 큰 영향을 미치는 지에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 그러나, 단순한 지표와 대략의 기준치를 가지고는 실제 상용 서비스에서 정확한 서비스 품질 유지에 많은 어려움을 준다. 따라서 본 논문에서는 ITU-T의 IPTV 성능을 위한 권고안에서 네트워크 성능에 따른 서비스 품질을 측정할 수 있는 지표들 중 패킷의 비순차적인 도착이 실제 IPTV 서비스에 어떠한 형태로 영향을 미치는지 분석하고자 한다.

1. 서 론

최근의 컴퓨팅 환경은 급속한 변화와 발전을 거듭하고 있다. 특히, 사용자가 언제 어디서나 어떠한 컴퓨팅 환경에도 접근할 수 있도록 해 주는 이동 컴퓨팅 환경과 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 등의 구축은 우리의 가정, 회사 등 다양한 생활환경에 보다 편리하고 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 해주고 있다. 또한, 다양한 매체 기술이 발전함에 따라 각 개인 사용자의 인터넷 접근성 및 인터넷 성능이 보다 향상되어 누구나 손쉽게 인터넷을 사용할 수 있는 환경이 되고 있다. 이에 따라 IP(Internet Protocol) 기술을 이용한 서비스 개발 또한 활발히 진행되고 있다.

IPTV는 인터넷을 통해 영상, 음성, 데이터를 동시에 제공하여 사용자와 서비스 제공자 사이의 양방향성을 지닌 서비스가 가능하도록 한다. 이에 더해, 방송과 함께 거의 모든 인터넷 기반 서비스를 실시간으로 연계할 수 있다. 이를 통해서 IPTV는 영상감상과 동시에 발생하는 사용자의 다양한 서비스 사용 욕구를 하나의 시스템에서 충족시켜 줄 수 있게 되어, IPTV 상용화 서비스 운용이 이루어지고 있다.

이렇게 IPTV 서비스가 활성화되고, 서비스 품질

유지를 위한 품질 측정 지표들이 제시되고 있지만, 품질 지표들의 변화가 실제 품질에 얼마나 큰 영향을 미치는 지에 대한 연구는 정확히 이루어지고 있지 않다. 단순한 품질 지표와 대략의 기준치를 가지고는 실제 상용 서비스에서 정확한 서비스 품질 유지에 많은 어려움을 준다. 이에 따라 본 논문에서는 ITU-T의 IPTV 성능을 위한 권고안에서 제시하고 있는 다양한 품질 측정 지표에 대해 분석하고, 특히 네트워크 성능에 따른 서비스 품질을 측정할 수 있는 지표들 중 패킷의 비순차적인 도착이 실제 서비스에 어떠한 형태로 영향을 미치는지를 분석하고자 한다.

2. IPTV 품질 측정 지표

현재 ITU-T의 워킹그룹 중 IPTV를 집중적으로 다루는 그룹에서 서비스의 QoS 및 QoE (Quality of Experience)에 관련된 작업이 진행 중이다. 이 작업에서는 IPTV의 QoS와 QoE를 관리하기 위한 프레임 워크 지침을 작성하기 위해 국제회의를 통해 많은 작업이 이루어지고 있다. 현재까지의 결과로 평가지표, IPTV 서비스 별로 제공해야 할 성능 측정 지표 (QoS Metrics) 등이 의논되고 있으며, 이들을

이용하여 IP망의 자원을 관리할 수 있는 도구의 필요성도 의논되고 있다.

[표 1] ITU-T의 IPTV에 관한 영상/서비스 품질 지표

| 측정 지표 | 설명 |
|---|---|
| MOS-V | 비디오와 관련된 MOS 값으로 1~5 사이의 값으로 정의된다. |
| MOS-A | 오디오와 관련된 MOS 값으로 1~5 사이의 값으로 정의 된다. |
| MOS-AV | 오디오와 비디오를 동시에 고려한 MOS 값으로 1~5 사이의 값으로 정의 된다. |
| Video Service Transmission Quality (VSTQ) | IP 망의 비디오 스트림을 전달할 수 있는 능력을 판단하는 값으로 0~50 사이의 값으로 정의된다. |
| MOS-C | 채널 변경의 유효성을 사용자가 인지한 값으로 측정하는 채널 제어 부분을 고려한 MOS 값으로 1~5 사이의 값으로 정의된다. |
| Estimated PSNR (EPSNR) | 소스 비디오와 출력 비디오를 이용해 측정된 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) 값이다. |

품질측정 지표는 QoE(Quality of Experience)와 관계된 사람의 인지에 의해 측정이 가능한 영상의 품질을 측정 할 수 있도록 하는 지표로, 크게 MOS와 PSNR로 구분지을 수 있다. MOS(Mean Opinion Score)는 원래의 영상과 수신된 영상의 화질 차이를 1과 5사이의 점수로 표현한 것이며, PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)은 영상을 표현하는 단일 신호에 대해 발생 가능한 이론적 최대값과 발생 가능한 노이즈의 비를 의미한다. 통상적으로 이 값이 클수록 원본 영상과 유사한 수준의 영상으로 판단한다.

3. 패킷의 비순차적 도착으로 인한 서비스 영향 분석

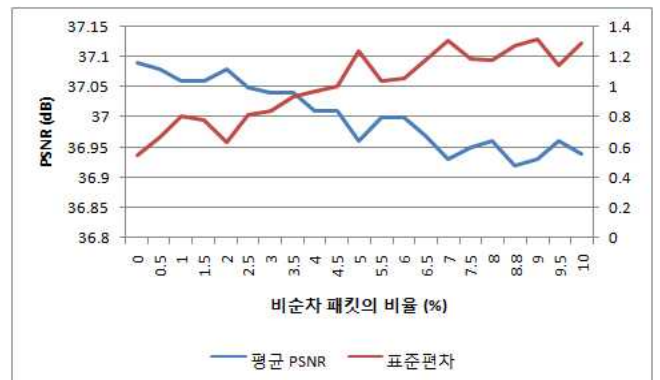
본 논문에서는 IPTV에 관한 패킷 손실 지표들 중 비순차 패킷의 분포율을 대상으로 실험하여 품질 지표가 IPTV 성능에 미치는 영향을 PSNR 값에 근거하여 판단하도록 하였다. <표 2>에서 보는 것처럼 다양한 패킷 손실 지표들 중 비순차 패킷의 분포 시나리오를 고려하여 분석을 진행하였다.

비정상적 순서로 도착한 패킷의 비율은 시뮬레이터 상에서 비순차적으로 패킷이 전송될 수 있도록 링크를 수정하였다. 일정 비율로 패킷의 순서를 바꾸어 전송하게 되며, 순서가 바뀌게 되는 패킷의 비율을 0%에서 10%까지 변화시키며 분석을 하였다. 각 변화의 단위는 0.5%다.

[표 2] ITU-T의 IPTV에 관한 패킷 손실 지표

| 측정 지표 | 설명 |
|------------------------------|--|
| Uncorrected Packet Loss Rate | 패킷 분실률 |
| Corrected Packet Loss Rate | FEC, 재전송 등과 같은 에러 수정 기법을 사용 했을 때의 패킷 분실률 |
| Packet Discard Rate | 긴 전송 지연으로 인해 버려진 패킷의 비율 |
| Out of Sequence Packet Rate | 순서대로 도착하지 않은 패킷의 비율 |
| Duplicate Packet Rate | 중복된 패킷의 비율 |
| Burst Loss Rate | 트래픽 burst 구간에서의 패킷 손실 비율 |
| Burst Length | 트래픽 burst 구간의 평균 길이 |
| Gap Loss Rate | 두 트래픽 burst 구간 사이에서의 패킷 손실 비 |
| Gap Length | 두 burst 트래픽 사이의 평균 길이 |
| Mean Consecutive Loss Period | 연속되는 패킷 손실 구간의 평균 길이 |
| Max Consecutive Loss Period | 연속되는 패킷 손실 구간들 중에서 최대 길이 |

실험을 진행하기 위해서, 인코딩된 영상 파일에 대한 패킷 전송 트레이스(trace) 파일을 생성한다. 이 파일은 실제 서버에서 영상을 MPEG2-TS 포맷에 저장하여 사용자에게 전송하기 위해서 각 패킷을 전송하는 시간정보를 가지고 있다. ns2 기반으로 작성된 네트워크 시나리오에서 서버 노드가 트레이스 파일을 이용하여 패킷을 전송하면 클라이언트 노드에서 패킷을 수신하여 적절한 시점에 디코딩하게 된다. 시뮬레이션이 끝난 후, 저장된 파일과 원본 파일을 이용해 PSNR 값을 결정한다

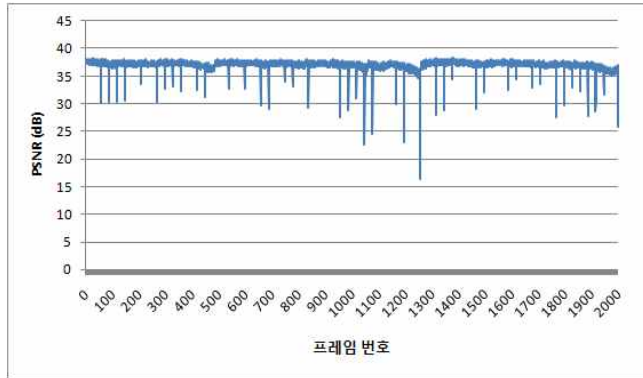


[그림 1] 비순차 패킷의 비율에 따른 영상의 PSNR값 변화의 정도

<그림 1>은 패킷의 비순차적인 도착으로 인해 변화하는 영상의 PSNR 값을 보여준다. 그림에서 보는 것처럼 비순차 패킷의 비율이 10%에 이르기까지도 영상의 품질에는 큰 변화가 없다. 매우 미세하게

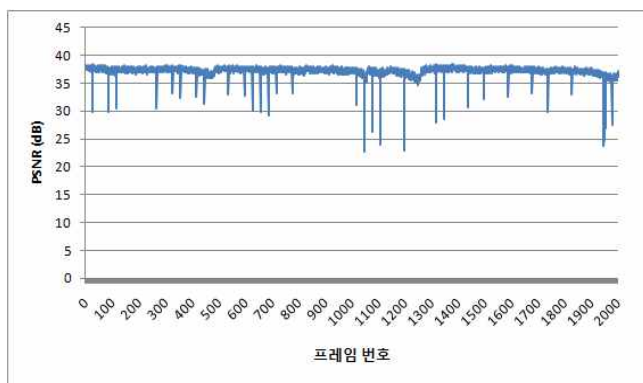
PSNR이 감소하는 추세이긴 하지만 PSNR 값이 37 dB 근처에서 유지되고 있어 원본 화질과 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 이는 MPEG2-TS에서 채용하고 있는 FEC (Forward Error Correction) 기법을 통해 어느 정도 패킷 순서 재조정이 가능하기 때문으로 해석된다.

하지만 <그림 2>와 <그림 3>을 통해서 보게 되면, 미세하나 그 영향이 존재함을 알 수 있다.



[그림 2] 비순차 패킷의 비율이 10%일 때 프레임 별 PSNR 값

<그림 2>는 비순차 패킷의 비율이 10%일 때의 PSNR 변화를 나타내고 있으며, <그림 3>은 비순차 패킷의 비율이 5% 일 때의 PSNR 변화를 나타낸다. 그림에서 살펴보면 10%인 경우가 5%인 경우에 비해서 변화하는 폭이 좀 더 큼을 알 수 있다.



[그림 3] 비순차 패킷의 비율이 5%일 때 프레임 별 PSNR 값

즉, 평균적인 PSNR값의 차이는 36.96과 36.94로 거의 차이가 나지 않지만 실제 영상을 보게 될 경우 화질 저하구간이 훨씬 많아 사용자 입장에서는 품질 변화를 더 크게 느낄 수 있다. 다시 말해 비순차적 패킷 도착으로 인한 변화는 IPTV의 QoE의 저하와 더 관련이 있을 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 IPTV 서비스의 성능 변화에 영향을 주는 네트워크 요소들 중 패킷의 비순차적인 도착이 IPTV 성능에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 분석을 통해서 파악된 수치들은 실제 IPTV 서비스를 제공함에 있어서 사업자들이 최소한으로 유지해야 할 다양한 네트워크 파라미터들의 값을 제시할 수 있고, 서비스 사용자별 또는 사용자 레벨별 차등 서비스를 구축함에 있어서 조절할 수 있는 파라미터를 결정하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

향후 실험을 위한 프레임워크를 개발하고, 대상 요소를 더욱 다양하게 적용할 수 있도록 할 계획에 있으며, 그를 통해서 실제 IPTV QoS/QoE 표준에서 채택하게 될 기준 수치가 실제 IPTV 서비스에 더욱 부합할 수 있도록 도움을 줄 수 있을 것이다.

5. 참고문헌

- [1] ITU-T Recommendation Y.1540, "Internet Protocol Data Communication Service - IP packet transfer and availability performance parameters", 2002. 12
- [2] ITU-T FG IPTV, "IPTV QoS/QoE Metrics", FG-IPTV Contribution, FG IPTV-C-0411, Jan. 2007
- [3] International Standard ISO/IEC 13818-1 Information Technology - General Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Systems, 2000
- [4] V. Paxson, G. Almes, J. Mahdavi, M. Mathis, "Framework for IP Performance Metrics", IETF, 1998. 05

'이 논문은 2009년 아주자동차대학(산학협력단)의 연구지원을 받아 수행된 연구임'