

# 라이브 스트리밍에서 스트리머의 네트워크 상태에 따른 멀티미디어 품질 분석

손동호, 이도영, 정태열, 홍원기  
포항공과대학교 컴퓨터공학과

{donghoson, dylee90, dreamerty, jwkhong}@postech.ac.kr

## Analysis of Multimedia Quality according to the Streamer's Network Condition in Live Streaming

Dongho Son, Doyoung Lee, Taeyeol Jeong, James Won-Ki Hong  
Department of Computer Science and Engineering, POSTECH.

### 요 약

기존의 멀티미디어 스트리밍 방식은 서버와 클라이언트로 이루어져 있는 구조로 인해 서버와 클라이언트 사이의 네트워크 상태에 따라 클라이언트가 제공받는 서비스의 품질이 결정되었다. 하지만 오늘날의 라이브 스트리밍 방식은 기존 구조에 스트리머(인터넷 개인 방송자)가 추가됨으로써 서비스 제공 구조에 변화를 가져왔다. 이러한 구조에서는 스트리머의 네트워크 상태도 서비스 품질에 영향을 미칠 수 있는 요인이 될 수 있기 때문에 이에 대한 정밀한 분석이 요구된다. 본 논문에서는 라이브 스트리밍 방식에서 스트리머의 네트워크 상태에 따른 클라이언트의 서비스 품질 변화를 측정하고 분석하였다.

### I. 서 론

오늘날에는 다양한 모바일 디바이스들과 소셜 네트워크 서비스(SNS)의 등장으로 인해 많은 사람들이 언제 어디서나 다양한 콘텐츠를 인터넷을 통해 접할 수 있는 환경에서 살아가고 있다. 이런 환경에서 인터넷 사용자들은 끊임없이 새로운 콘텐츠를 요구해왔으며, 더 나아가서는 스스로 콘텐츠를 제작하여 제공하는 형태로 변모해갔다. 특히 통신과 방송을 결합하여 인터넷을 통해 실시간으로 비디오를 제공하는 라이브 스트리밍 서비스는 지금까지 그 수요가 크게 증가해왔으며 앞으로도 수요가 지속적으로 증가할 것으로 기대되는 서비스이다[1]. 이미 국내에서는 이를 위해 AfreecaTV 같은 라이브 스트리밍 방송 플랫폼을 제공하고 있으며, 전 세계적으로도 Twitch TV, Youtube Live 와 같은 플랫폼을 통해 라이브 스트리밍 서비스를 제작하고 배포할 수 있는 환경을 제공하고 있다.

한편, 라이브 스트리밍 서비스는 기존의 일반 스트리밍 서비스와는 다른 구조로 콘텐츠를 제공한다. 기존 스트리밍 서비스는 일반적으로 콘텐츠 전송 네트워크 방식(CDN)[2]에 기반한 서버-클라이언트 구조로 비디오 콘텐츠를 시청자에게 제공한다. 하지만 라이브 스트리밍 서비스는 스트리머가 실시간으로 비디오 콘텐츠를 서버로 공급하고, 서버는 이를 시청자에게 중계함으로써 스트리머-서버-클라이언트 구조를 형성한다. 이러한 구조에서는 기존과는 다르게 스트리밍 서비스의 품질이 스트리머의 네트워크 상태에도 영향을 받게 되기 때문에 원활한 서비스 제공을 위해서는 스트리머 네트워크 상태에 따른 콘텐츠 품질이 얼마나 가변적인지 분석할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 라이브 스트리밍 환경에서 스트리머의 네트워크 상태에 따라 시청자가 제공받는 스트리밍 서비스 품질에 어떠한 차이가 있는지 분석한다.

### II. 관련 연구

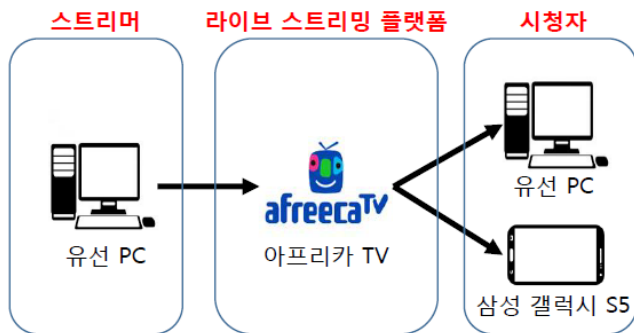
스트리밍 서비스 품질을 측정하고 개선시키고자 하는 연구는 기존에도 다수 존재해왔으며, 대표적인 연구로는 자체적으로 개발한 어플리케이션을 통해 네트워크 상황에 따라 Youtube 시청자가 느끼는 QoE (Quality-of-Experience)를 측정 및 분석한 연구가 있다[3]. 그 외에는 H.264/AVC 로 인코딩 된 비디오를 스트리밍 할 때 패킷 손실로 인한 시청자의 주관적인 품질 평가가 어떻게 다른지를 분석한 시도가 있다[4]. 한편, 라이브 스트리밍 서비스를 위한 연구로는 효율적이고 확장 가능한 라이브 스트리밍 서비스를 위한 P2P 라이브 스트리밍 방식의 시스템 구현이 있다[5].

앞에서 소개된 선행 연구들에서는 서비스 품질 평가를 할 때, 스트리밍 서버와 시청자 측면에 초점을 맞추어 초기 지연시간, 재생지연시간, 지연 빈도 수 등의 객관적으로 측정된 수치와 MOS 를 이용한 시청자의 주관적인 품질 평가가 이루어졌다. 하지만 본 논문에서는 스트리머의 네트워크 상태에 따른 시청자 측 서비스 품질에 초점을 맞추어 분석을 함으로써 기존 연구와는 다른 측면에서 성능 변화를 측정하고자 한다.

### III. 실험 방법

스트리머 네트워크 상태가 시청자의 멀티미디어 서비스 품질에 미치는 영향을 분석하기 위해 본 논문에서는 스트리머 네트워크 상태를 크게 두 종류로 분류하였다. 우선 스트리머 네트워크의 대역폭(Bandwidth)이 상대적으로 크고 변화율이 낮을 때를 네트워크 상태가 안정적인 경우로 분류하였으며, 반대로 대역폭이 상대적으로 작고 변화율이 높을 때는 네트워크 상태가 불안정한 경우로 가정하였다. 실험은 [그림. 1]의 구조에서 이러한 네트워크 상황을 구현하여 수행하였다. 첫 번째 실험은 스트리머 네트워크 상태가 안정적인

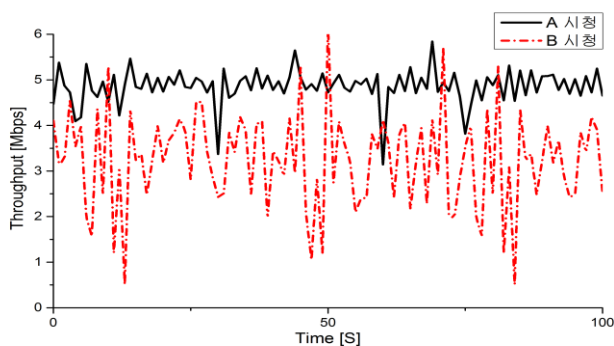
경우를 가정하였으며, 스트리머는 대역폭이 큰 Desktop PC 1 대 (평균 패킷 처리량: 19.67 Mbps)에서 아프리카 TV 플랫폼을 이용해 인터넷 개인 방송을 진행하였다. 동시에 시청자들은 해당 방송을 무선 환경의 모바일 디바이스(삼성 갤럭시 S5)와 유선 환경의 Desktop PC 에서 시청하였다. 두 번째 실험에서는 스트리머의 네트워크 상태가 불안정한 경우를 가정하였으며, 대역폭이 작은 Desktop PC 1 대 (평균 패킷 처리량: 8.51 Mbps)를 통해 인터넷 개인 방송을 진행하였다. 시청자 환경은 첫 번째 실험과 동일하다. 각각의 실험에서 스트리밍 화질은 동일하게 설정되었으며, 측정은 시청자가 시청을 시작한 이후로 100 초동안 이루어졌다. 시청자가 받는 스트리밍 서비스 품질은 시청자의 실시간 패킷 처리량을 통해 분석하였다.



[그림. 1] 실험 구조

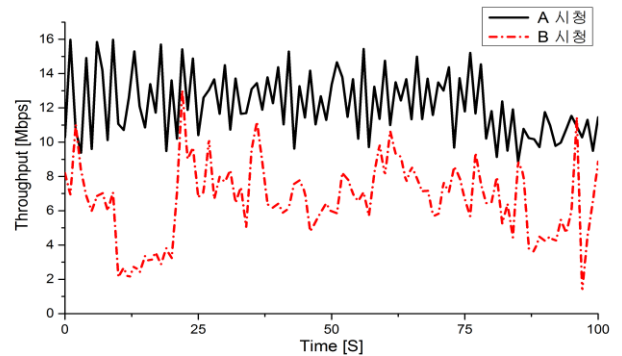
#### IV. 실험 결과

[그림. 2]는 무선 환경의 모바일 디바이스로 네트워크 상태가 안정적인 스트리머의 방송(A)과 불안정한 스트리머의 방송(B)을 각각 시청했을 때의 패킷 처리량을 비교한 결과이다. 그 결과 모바일 디바이스로 A 를 시청했을 때 평균 패킷 처리량은 4.86 Mbps, 표준편차는 0.14 으로 측정되었다. 반면에 B 를 시청했을 때의 평균 패킷 처리량과 표준편차는 각각 3.24 Mbps, 1.12 으로 측정되었다. 이를 통해 모바일 디바이스 시청자는 B 보다는 A 를 시청할 때 더 안정적으로 라이브 스트리밍 서비스를 이용할 수 있다는 것을 알 수 있다.



[그림. 2] 모바일 디바이스를 이용한 시청자의 Throughput 비교

[그림. 3]은 유선 환경의 Desktop PC 로 A 와 B 를 각각 시청했을 때의 패킷 처리량을 비교하고 있다. Desktop PC 로 A 를 시청했을 때는 평균 패킷 처리량이 12.22 Mbps, 표준편차가 1.89 로 측정되었다. B 를 시청했을 때의 평균 패킷 처리량과 표준편차는 6.62 Mbps, 2.24 로 측정되었다. 이 결과는 Desktop PC 를 통해 시청하는 시청자는 B 보다 A 를 시청할 때 더 안정적으로 라이브 스트리밍 서비스를 받을 수 있음을 보인다.



[그림. 3] Desktop PC 를 이용한 시청자의 Throughput 변화

#### V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 라이브 스트리밍 서비스에서 스트리머의 네트워크 상태에 따른 시청자의 스트리밍 서비스 품질 변화를 분석하였다. 결과적으로 스트리머의 네트워크 상태가 시청자가 받는 멀티미디어 서비스 품질에 크게 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 한편 향후 연구 주제로는 서로 다른 프로토콜을 라이브 스트리밍 서비스에 활용하였을 때, 성능 면에서 어떤 차이가 있는지 분석하는 것이 있다.

#### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2017 년도 정부 (미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00195, 멀티 서비스를 지원하는 프로그래머블 스위치 제어 기술 개발)

#### 참고 문헌

- [1] Yoon, Young Seog, and Hangjung Zo. "The business model and Y. S. Yoon and H. Zo, "The business model and platform strategy of social tv: A case study," in Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 2014 International Conference on. IEEE, 2014, pp. 839-840.
- [2] D. Wu, Y. T. Hou, W. Zhu, Y.-Q. Zhang, and J. M. Peha, "Streaming video over the internet: approaches and directions," IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, vol. 11, no. 3, pp.282-300, 2001.
- [3] Wamser, M. Seufert, P. Casas, R. Irmer, P. Tran-Gia, and R. Schatz, "Yomoapp: A tool for analyzing qoe of youtube http adaptive streaming in mobile networks," in Networks and Communications (EuCNC), 2015 European Conference on. IEEE, 2015, pp. 239-243.
- [4] F. De Simone, M. Naccari, M. Tagliasacchi, F. Dufaux, S. Tubaro, and T. Ebrahimi, "Subjective quality assessment of h. 264/avc video streaming with packet losses," EURASIP Journal on Image and Video Processing, vol. 2011, no. 1, p. 190431, 2011.
- [5] Liao, X., Jin, H., Liu, Y., Ni, L. M., & Deng, D. (2006, April). AnySee: Peer-to-Peer Live Streaming. In Infocom (Vol. 25, pp. 1-10). X. Liao, H. Jin, Y. Liu, L. M. Ni, and D. Deng, "Anysee: Peer-to-peer live streaming." Citeseer.