

HTTP 기반 동적 적응형 스트리밍 연구의 비교·분석

김봉 · 김미정 · 윤일철*

*(재)씨윅코리아 · 한국뉴욕주립대학교

Comparative Analysis of Methods to Support Dynamic Adaptive Streaming over HTTP

Feng Jin · Mijung Kim · Ilchul Yoon*

*CEWIT Korea · State University of New York Korea

E-mail : feng.jin@sunykorea.ac.kr, mijung.kim@sunykorea.ac.kr, icyoon@cewit.re.kr

요 약

DASH는 2010년 MPEG(동화상전문가그룹)에서 개발된 스트리밍 기술이며, 2011년에 국제표준으로 채택되었다. 애플, 마이크로소프트와 아도비 등에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 응용되고 있는데, 일반적으로 클라이언트의 데이터 요청 시 네트워크의 가용 대역폭을 분석, 적절한 대역폭을 사용하여 미디어 데이터를 클라이언트에 전달한다. 즉, 고품질의 미디어 전송 중, 가용 대역폭이 급격히 하락하는 경우, 저품질의 데이터를 전송하여, 사용자 디바이스에서 끊김 없이 미디어를 재생할 수 있도록 한다. 본 논문은 DASH 기술에 관한 기존 연구들을 전송 속도와 대역폭 측정방식, 전송 속도 결정 알고리즘, 사용자 경험 (QoE) 평가 방법에 따라 분류하고, 각 연구의 장·단점을 비교, 분석하여, 가용 대역폭 변화가 심한 무선 네트워크에서 DASH 기술을 구현하는 데 있어서 고려하여야 할 요소들을 제시한다.

ABSTRACT

DASH is a well-known streaming technology, which was proposed in 2010 by MPEG and standardized in 2011. Major multimedia contents service providers, including Apple, Microsoft, and Adobe are all using this technology to support their media streaming services. Whenever a new service is requested to the server, the DASH technology helps servicing the multimedia streaming to client by recognizing the capacity of network and by adapting the quality of the multimedia contents. In DASH, the quality of multimedia contents will be automatically lowered to meet the fluctuating network status, when undesirable breaks interrupt the network. In this paper, we classified and analysed the advantages and disadvantages of DASH researches in three aspects: bit-rate measurement method, bandwidth aggregation method; rate adaptation metrics, algorithms and logics; user's experiences and QoE.

키워드

DASH, 전송 속도, 대역폭 측정방식, 속도 결정 알고리즘, 사용자 경험

1. 서 론

DASH는 2010년 MPEG(동화상전문가그룹)에서 개발된 스트리밍 기술이며, 2011년에 국제표준으로 채택되었다 [1]. 애플, 마이크로소프트와 아도비 등 유명한 미디어 콘텐츠 서비스 회사에서 서비스를 제공하기 위해 응용되고 있는데, 일반적으

로 클라이언트의 데이터 요청 시 네트워크의 가용 대역폭을 분석, 적절한 대역폭을 사용하여 미디어 데이터를 클라이언트에 전달한다.

DASH는 제한적인 네트워크 환경에서 모든 클라이언트에게 끊김 없는 고품질 비디오를 제공하지 못하는 문제를 해결하기 위해 개발된 적응적 스트리밍 기술이다. 본 논문에서는 이 기술을 효

과적으로 구현하기 위해 고려해야 하는 요소들을 제시한다. 일반적으로 DASH기술을 이용하여 서비스를 제공하기 위하여 서비스 제공자는 대역폭이 가변적인 무선 네트워크 환경에서 클라이언트들에 만족할만한 서비스를 제공하기 위하여 동일한 콘텐츠를 여러 품질로 인코딩한 후, 대역폭에 따라 적절한 품질의 콘텐츠를 전송한다. 이를 위해 전송 속도 측정 방법들을 적용하여 비디오 품질을 극대화하면서 사용자 디바이스에서 버퍼 언더플로우를 최소화할 수 있도록 한다. 멀티미디어 DASH 클라이언트가 비효율적인 전송 속도 결정 알고리즘을 적용하게 되면 빈번한 비디오 스트리밍 중단이 발생 한다. 이에 본 논문에서는 전송 속도 결정에 관한 여러 알고리즘을 비교·분석하였다. 마지막으로 본 논문에서는 DASH 서비스 사용자 경험 평가에 관한 연구를 분석하여 사용자의 서비스 이용패턴과 문제점에 관해 기술한다.

II. 본 론

이 섹션에서는 전송 속도와 대역폭 측정 기술, 적절한 전송 속도 결정 기술, 사용자 경험 (QoE) 평가 기술 등 DASH 기술의 구현에 필요한 주요 기법들을 기술한다.

III. 전송 속도와 대역폭 측정방식

DASH 서버에서는 같은 미디어 파일을 서로 다른 비트 레이트로 인코딩 할 수 있으며 각 인코딩 버전마다 세그먼트 단위로 디코딩 할 수 있다. 세그먼트를 디코딩 할 때 비트 레이트는 해상도와 프레임 레이트의 변화에 따라 다르다. 스트리밍 서비스에서는 인코딩 방법을 통하여 전송 속도를 측정할 수 있다. 따라서 전송속도와 대역폭의 정확한 측정이 가능하다면 서버와 클라이언트 사이의 전송 속도를 적절히 조절하여 끊김 없는 스트리밍이 가능하다.

원활한 스트리밍 서비스 지원을 위해서는 빠른 가용대역폭 추정속도가 요구되는데, 네트워크 링크의 이질성 때문에, 가용 대역폭을 추정할 필요가 있다. 유선 및 무선 네트워크 링크가 혼재되어 사용되는 경우 통신 에러나 혼잡 때문에 가용 대역폭이 하락할 수 있다. 네트워크 링크 에러의 경우, 지속적으로 에러가 발생하는 상황이 아니라면, 멀티미디어 데이터의 전송 품질에 크게 영향을 주지 않지만, 대역폭 손실의 경우, 멀티미디어 데이터의 채감품질 저하로 이어지게 된다. 따라서, 정확한 대역폭 측정은 가용 대역폭에서 전송할 수 있는 미디어 품질을 결정하는데 매우 중요하다.

Simone의 연구[2]에서는, 시각적 품질 포화(Visual

Quality Saturation)와 JND (Just Noticeable Distortion)의 두 요소를 인코딩 과정에서 고려하는데, 세그먼트 레벨에서 비트 레이트 및 품질 정보를 포함하여 인코딩하기 위해, TCP, buffer 및 미디어 콘텐츠 관련 지표를 결합한 전송속도 측정 모델을 이용한다. 효율적으로 정확한 전송 속도를 측정할 수 있기 때문에 클라이언트가 대역폭이 가변적인 네트워크 환경을 이용할 경우, 패킷손실을 최대한 낮추고 스트리밍 서비스 제공시 미디어를 끊김 없이 재생할 수 있다.

위의 방법에서, 서버에서 클라이언트로 전송되는 미디어 파일은 특정 비트 레이트로 인코딩된 미디어 파일 (representation) 또는 representation의 조각인 세그먼트 단위로 나누어 전송하며, 각 단위에 대해 전송 속도를 측정할 수 있다. Representation 단위를 이용하는 방식의 경우, 평균 비트 레이트를 사용하는 방법(R-AVGBR: Average Bit-Rate)과 최대 비트 레이트를 사용하는 방법(R-MAXBR: Maximum Bit-Rate)을 이용하여 예측된 가용 대역폭보다 낮거나 비슷한 결과값을 전송 속도로 결정한다. 세그먼트 단위를 이용하는 경우에는 평균 비트 레이트를 사용하는 방법(S-BR: Average Bit-Rate)과 평균 비트 레이트, 시각적 품질 포화 및 JND를 모두 고려하는 방법(S-BR-Q: Average Bit-Rate, Quality Saturation and JND Quality Threshold)을 이용하여 적절한 스트리밍 전송 속도를 측정한다. Simone의 연구에서는 R-AVGBR, S-BR, S-BR-Q 방법이 스트리밍 인코딩 서비스가 전송 속도 측정에 적절하였다.

네트워크 자원을 공유할 때, 사용자마다 다른 품질의 스트리밍 요청을 보내고 네트워크가 매우 혼잡한 경우에는 진행하고 있는 알고리즘이 지속적인 고품질의 스트리밍을 지원이 못할 때, 속도 측정 알고리즘을 다른 알고리즘으로 바꾸어서 진행 할 수 있다.

IV. 전송 속도 결정 기술

사용자 기기에서 낮은 품질의 콘텐츠를 스트리밍하면서, 재생 속도보다 빠르게 콘텐츠를 다운로드하는 경우, 사용자가 콘텐츠 시청을 중지하게 되면 대역폭 이용에 비효율성이 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 효율적인 전송 속도 결정 방법이 필요한데, Liu [3]는 이를 위하여 ESFT (Expected Segment Fetch Time)와 MSFT (Measured Segment Fetch Time)의 비율을 이용하여 Step-wise Switch-up 전송 속도 결정 방법, 그리고 Multi-Step-Switch-down 전송 속도 결정 알고리즘을 제안하였다. 이 방법은 최저의 가용 대역폭을 찾아서 이와 맞출 수 있는 전송 속도로 바꾸면서 미디어 representation 전송 과정에서 호핑(Hopping)을 줄인다. 이는 결과적으로 사용자 기기에서 Buffer Underflow와 Overflow를 줄일 수 있고, 필요한 미디어 전송 속도를 유

지하기 위한 최저 가용 대역폭을 다양한 구조의 CDN(Content delivery network)에서 측정할 수 있었다.

DASH 기술은 스트리밍 품질을 높이기 위해 HTTP를 사용하고 있기 때문에 Netflix, Hulu, Vudu 등 유명한 콘텐츠 서비스 회사에서 사용되는 기술이다[4]. ISO/IEC MPEG에 의해 채택된 DASH는 가용 대역폭을 고려하여 스트리밍 서비스를 제공하기 때문에 기본적으로 적응형 HTTP 스트리밍 방식에 비해 좋은 성능을 얻을 수 있다.

Mueller의 연구는 효과적으로 가변 대역폭을 이용할 수 있는 FAS (fair adaptation) 전송 속도 결정 지표를 제시하고 있다. DASH proxy 서버와 콘텐츠 서버 사이의 가용 대역폭이 제한되는 경우 여러 클라이언트들은 서로 다른 전송 속도로 proxy 서버와 연결되고, 전송 속도가 변동 되며 이는 사용자 경험에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 예를 들어 영상 품질 변경이 잦아지고, 영상이 원활하게 재생되지 못한다. 이런 현상이 발생하는 경우, 가용 대역폭 변동이 클라이언트의 문제인지, 네트워크에서 발생한 문제인지 측정할 수 없는데, FAS 지표는 switch-up 포인트가 틀리게 추정된 경우 다음 switch-up 포인트의 시작을 exponential하게 연장한다.

V. 사용자 경험(QoE)

DASH 기술은 사용자 체감 품질을 향상시키기 위한 기술이라고도 볼 수 있다. 모바일 네트워크의 속도 및 안정성이 이전보다 빠르게 향상되고 있기 때문에 영상 압축 기술이 스마트 폰과 태블릿에서 일반적으로 이용된다.

Liu [5]는 영상 품질 저하를 일으키는 세 가지 요소(초기 지연(Delay), 스톱(Stall; 프레임 동결), 비트 레이트 (프레임 품질 변동))에 대해 연구하였다. 콘텐츠와 시청 환경의 변경이 발생하기 때문이다 클라이언트가 수신하는 영상 품질에 손상이 발생할 수 있지만, 클라이언트는 실제 영상 소스에 접근할 수는 없다. Liu의 연구에서는 클라이언트 측에서 위의 세 요소 값을 측정하여 영상 간접적으로 영상의 품질 손상 정도를 측정 할 수 있다.

Krishnappa [6]는 DASH기술이 많이 활용되는 YouTube에서 적응 스트리밍의 장·단점을 분석하였는데, 약 1초 조회 수에서 42%는 영상 데이터의 시작 부분만 재생되었다. 이러한 재생 패턴은 대역폭 소비의 원인이 된다. 이와 같은 DASH 사용 패턴을 가정하였을 때, 멀티미디어 데이터를 DASH기술을 사용하여 미디어 스트리밍을 시작하면 동영상 전송의 경우 비디오는 서버에서 사용되는 95%의 대역폭 추가사용이 감소되고, HD비디

오는 83%의 대역폭이 감소된다. 낮은 품질의 비디오와 HD비디오에 대한 평균 감소율은 각각 40%와 35%로 대역폭 소모가 획기적으로 줄어들었다. 또한, 동영상 재생 시 멈춤 현상(Stall)이 줄어들어 사용자 체감 품질 (QoE: Quality of Experience)이 향상되었다. 하지만, DASH 기술을 사용하는 경우, 여러 비트 레이트로 콘텐츠를 저장하여야 하기 때문에, 서버 내의 스토리지 및 메모리를 많이 사용하는 단점이 있다.

Alberti의 연구[7]에 따르면, 미디어 콘텐츠 관련 지표를 결합한 전송속도 측정 모델은 전송 속도 측정을 위해 TCP-, buffer- 및 미디어 콘텐츠 메트릭을 사용하며, 이를 이용하여 최적 품질의 비디오를 선택할 수 있다. 이를 위해서는 먼저 사용자 경험을 평가하기 위한 HTTP/TCP 평가지표를 만들고, QoE 모델의 정확성을 높이기 위해 비트 레이트와 프레임 레이트 등 미디어 관련 통계와 HTTP/TCP 관련 통계를 결합한다. 앞의 지표를 이용하여 QoE에 미치는 영향을 평가 한다.

기존의 QoS/QoE에 평가 시스템(콘텐츠 품질에 대한 사용자들의 주관적 평가)은 패킷 손실, 지터(Jitter)에 따라서 변하고, 전송 속도는 영상품질 변경을 등 보조 매개변수들의 적절한 가중치를 찾으면서 결정된다. 이 모델을 네트워크 혼잡 상황에서 적용하고 전송 속도를 측정함으로써 가변적 네트워크 환경에서 적응형 멀티미디어 스트리밍을 지원할 때 기기 간의 상호 호환성 평가를 실험적으로 보일 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서는 변동이 많은 무선 네트워크 환경에서 DASH를 구현하는 여러 기술을 전송속도와 대역폭 측정방식, 전송 속도 결정 알고리즘, 사용자 체감 품질(QoE) 등 멀티미디어 콘텐츠 전송을 더 빠르고 안정적으로 전송하기 위한 요소 기술을 살펴보았다.

가용 대역폭의 가변성이 높은 무선 네트워크 환경에서는 콘텐츠 품질이 떨어지는 현상이 자주 발생하며, 이러한 현상이 발생하면, 가용 대역폭의 소비가 더욱 늘어나면서 미디어 스트리밍의 및 효율성이 더욱 떨어지고 사용자 체감 품질은 저하된다.

본 논문에서 살펴보았듯이 비트 레이트와 가용 대역폭을 정확히 측정하고, 적절한 전송 속도를 결정하는 것은 네트워크 지연을 낮추고 비디오 품질 변경 빈도를 줄일 수 있으며, 이는 궁극적으로 사용자 체감 품질을 향상시키는데 기여할 수 있다.

본 연구에서 살펴본 요소 기술 구현 방법을 기반으로 무선 홈 네트워크 환경에서 사용자 기기 간 고품질 멀티미디어 콘텐츠 전송에 관한 기존 연구를 살펴보았다. 향후 DASH 기술을 고화질 서

비스를 제공하는 플랫폼에 적용하기 위해 필요한 기술에 대해 살펴볼 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 산업통상자원부SW컴퓨팅산업 원천 기술 개발사업(SW)으로 지원된 연구결과입니다. [10041771, DLNA(스마트 기기간 콘텐츠공유 규격) 자동 시험 인증 소프트웨어 개발]

참고문헌

- [1] Christopher Müller and Christian Timmerer, *A Test-Bed for the Dynamic Adaptive Streaming over HTTP featuring Session Mobility*, In Proceedings of the ACM Multimedia Systems, Feb. 25, 2011.
- [2] Francesca De Simone, Frederic Dufaux, *Comparison of DASH Adaptation Strategies Based on Bitrate and Quality Signalling*, MMSP2013, pp. 87-92, 2013.
- [3] Chenghao Liu, Imed Bouazizi, and Miska M. Hannuksela, *Rate Adaptation for Dynamic Adaptive Streaming over HTTP in Content Distribution Network*, Signal Processing: Image Communication, 27 (2012), pp. 288-311, 2012
- [4] Christopher Mueller, Stefan Lederer, and Christian Timmerer, *A Proxy Effect Analysis and Fair Adaptation Algorithm for Multiple Competing Dynamic Adaptive Streaming over HTTP Clients*, In Proceedings of the Conference on Visual Communications and Image Processing (VCIP), Nov. 27-30, 2012.
- [5] Yao Liu, Sujit Dey, and Don Gillies, *User Experience Modeling for DASH Video*, In Proceedings of the 20th International Packet Video Workshop, Dec. 2013.
- [6] Dilip Kumar Krishnappa, Divyashri Bhat and Michael Zink, *DASHing YouTube: An Analysis of Using DASH in YouTube Video Service*, In Proceedings of the 38th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks, pp. 407-415, Sep. 13, 2013.
- [7] Claudio Alberti, Daniele Renzi, and Christian Timmerer, *Automated QoE Evaluation of Dynamic Adaptive Streaming over HTTP*, In Proceedings of the fifth International Workshop on Quality of Multimedia Experience, pp. 58-63, 2013