

사용자의 상황을 고려한 비디오 스트리밍 알고리즘 제안

손동현, 임영빈, 김동현, 권태경*, 최양희*

서울대학교 컴퓨터 공학부

{dhson, ybim, dhkim}@mmlab.snu.ac.kr, *{tkkwon, yhchoi}@snu.ac.kr

A proposal of video streaming algorithms considering user's data plan & situation

Donghyun Son, Youngbin Im, Donghyun Kim,

Ted "Taekyong" Kwon, Yanghee Choi

School of Computer Science and Engineering, Seoul National University

요약

스마트폰의 등장으로 인해 생겨난 각종 모바일 서비스 때문에 인터넷의 트래픽은 폭발적으로 증가하고 있으며, 그 중 모바일 데이터 트래픽에서 상당부분을 비디오 스트리밍이 차지하고 있다는 것을 보아, 많은 사용자들이 모바일 비디오 스트리밍 서비스를 이용한다는 것을 알 수 있다. 비디오 스트리밍 서비스를 끊김 현상 없이 안정적으로 하려면, 주어진 Bandwidth에 맞는 적절한 품질선택과, 끊김 현상을 대비한 버퍼의 수에 대해 고려해야 한다. 모바일에서는 무선통신을 기본으로 하기 때문에, 상황에 따라 Bandwidth이 상당히 변동적이며, 모바일 상황에서 비디오 스트리밍 서비스를 받을 때, 많은 비용이 발생할 수도 있기 때문에 요금에 대해서도 고려를 할 필요성이 있다. 따라서 안정성, 효율성 등을 고려해야하며, 기존에 발표된 Improving Fairness, Efficiency, and Stability in HTTP-based Adaptive Video Streaming with FESTIVE는 이러한 것들에 대해 잘 균형을 맞추었다고 한다. 위의 기존의 논문을 이용하여, 사용자의 상황과 요금도 고려한 비디오 스트리밍 알고리즘을 제안하고자 한다.

I. 서론

스마트폰의 등장으로, 인터넷을 이용하는 모바일 기기가 많아짐에 따라, 전체 인터넷의 트래픽도 급격하게 증가되었으며, 특히 2008년부터 2013년까지 인터넷의 트래픽은 거의 다섯 배나 증가하였다. [1] 특히 모바일 데이터 트래픽 중에 가장 많은 부분을 차지하는 것이 비디오 스트리밍이라고 하며, 점점 늘어나 2015년에는 전체 모바일 데이터 트래픽의 1/3을 차지할 것이라고 전망도 나오고 있다. [2] 따라서 비디오 스트리밍 서비스를 할 때, 모바일 상황을 반드시 고려할 수밖에 없다.

모바일에서는 무선통신을 기본으로 한다. 그래서 링크의 Bandwidth는 유저의 Context에 따라 계속해서 변동하게 되는데, 그 요인으로는 속도, 위치, 속도, 시간 등이 영향을 준다고 알려진 바는 있다.[5] 안정적인 비디오 스트리밍 서비스를 받기 위해서는 유저의 상황에 맞는 버퍼와 비디오의 품질을 선택하는 것이 중요하다. 최근에 MPEG group에서 표준화 시킨 Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH)가 있으며, DASH의 기본적인 아이디어는 비디오를 다른 품질을 가진 Chunk로 나누는 다음에, 클라이언트가 그 Chunk를 요청하는 방식이다. [3] 이 방식을 이용하면, 클라이언트가 자신의 상황에 맞는 Chunk를 HTTP request로 요청하여 비디오의 품질을 동적으로 선택할 수 있다.

LTE망을 이용하는 모바일의 상황에서는 Bandwidth의 변동 외에도 사용자의 요금을 고려해야 한다. 네트워크 인프라의 발전으로, 더 높은 품질의 비디오 스트리밍 서비스가 가능해짐에 따라, 고품질 비디오 스트리밍 서비스를 받게 되면 많은 비용이 발생할 수 있기 때문이다. 클라이언트의 Bandwidth 변동을 고려한 기존의 논문들은 있으나, 상황과 요금을 동시에 고려한 논문은 아직 없다고 알고 있다. 최근에, 안정성과 효율성, 그리고 공정성에서 균형을 잘 맞추었다고 알려진 Improving Fairness, Efficiency, and Stability in HTTP-based Adaptive Video Streaming with FESTIVE를 이용하여[4], 사용자의 상황과 요금제를 고려한 비디오 스트리밍 알고리즘을 제안하고자 한다.

II. 본론

2.1 설계개요

설계는 Bit-rate Selection, Buffering decision, 그리고 Bandwidth Estimation 총 3개의 sub-module로 구성이 되어있다.

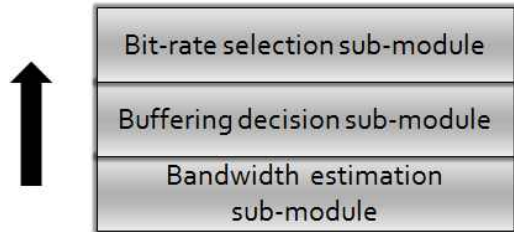


Figure 1. 전체적인 설계와 sub-module

2.1.1 Bandwidth 예측

Figure 1에서, Estimated Bandwidth는 현재 Chunk를 받기 이전에 실행되며, 이전에 받은 Chunk를 20개의 조화평균을 예측된 Bandwidth으로 한다. 조화평균은 Outlier에 강하여, 소수의 샘플 몇 개에 의해 값이 크게 변하지 않아서 Bandwidth를 예측할 때 사용하는 것이 적합하다고 알려져 있어, FESTIVE[4]와 동일한 방식을 택하기로 한다.

2.1.2 상황별 Bandwidth 차이에 따른 버퍼설정

클라이언트의 상황은 "건물 안과 건물 밖, 그리고 버스와 지하철"을 고려하였으며. 건물 안과 밖의 상황 서울대학교에 위치한 컴퓨터연구소 안과 밖을 기준으로 측정하였고, 버스는 02번 마을버스로 서울대학교 신공학관에서 낙성대역 구간, 그리고 지하철은 2호선 낙성대역에서 대림구간 측정하였다.

Bandwidth의 변동이 크면, 비디오 스트리밍 시에 끊김 현상이 생길 수가 있다. FESTIVE[4]를 참조하게 되면, 끊김 현상을 대비하여 버퍼를 15

개의 Chunk를 목표를 두고 비디오 스트리밍 서비스를 하고 있지만, 그것보다 Bandwidth의 변동이 큰 상황에는 많은 버퍼를 할당하고, 변동이 작은 상황에서는 상대적으로 작은 버퍼를 할당하는 것이 더 효과적이다.

상황	건물 안	건물 밖	버스	지하철
평균	921.3	1098.3	1097.1	1228.2
표준편차	69.6	136.6	153.0	177.2

Figure 2. 상황별 Bandwidth의 평균과 표준편차

따라서, Figure1에서 Bandwidth의 표준편차에 따라 버퍼를 할당하기 위해서 아래와 같이 전체 LTE Bandwidth의 표준편차에서 현재 상황의 표준편차의 비율로 버퍼를 설정하였다.

$$target_buf = (\delta c / \delta) * default_buf$$

- δ : LTE Bandwidth 전체 표준편차
- δc : 현재 상황의 LTE Bandwidth 표준편차
- $default_buf = 15$

Figure 3. Target buffer 결정 알고리즘

2.1.3 요금제를 고려한 비디오 Chunk의 품질 선택

비디오 Chunk의 품질이 높을수록 용량이 크기 때문에, 어떤 품질의 Chunk를 서비스 받는지에 따라 소모되는 데이터가 달라지고 곧 요금에도 영향을 미친다. 따라서 남아있는 요금을 고려하여 Chunk의 품질을 결정해야 한다.

남아있는 요금이 전체 예산에서 절반이 될 때까지는 기본적으로 FESTIVE[4]와 동일한 방식으로 Chunk의 품질을 선택한다. 하지만 전체 예산에서 요금이 절반이하로 낮아질 때, 요금에 대한 고려를 하고자 한다.

- Daily budget $B = \frac{B_r e^{1-\frac{1}{m}}}{m}$
- Remaining budget B_t
- $R_{ref} = \begin{cases} R_{original} & (if \frac{B}{2} \leq B_t \leq B) \\ \text{floor} \left(e^{\frac{2 \log R_{original}}{B} B_t} \right) & (if 0 \leq B_t \leq \frac{B}{2}) \\ 1 & (if B_t \leq 0) \end{cases}$

Figure 4. Bit-rate Selection 알고리즘

Daily budget B는 하루에 사용가능한 데이터 예산으로, m은 잔여일이고 B_r 은 현재 남은 데이터 예산이다. 잔여일이 많이 남았을 때는, 하루에 사용한 데이터 예산을 크게 배정을 하고, 잔여일이 거의 남지 않았을 때는 급격히 예산을 줄이는 방법을 채택하였다.

하루에 할당된 예산을 바탕으로, Chunk의 품질을 선택하는 것이 R_{ref} 이며, floor 함수의 경우에는 $e^{\frac{2 \log R_{original}}{B} B_t}$ 가 가질 수 있는 최대의 값을 제일 높은 품질로, 최소의 값을 낮은 품질로 설정하고, 같은 비율로 단계를 나눈 다음에, 해당되는 단계의 품질을 반환한다. 이 때 단계는 Chunk의 품질 수와 같다. 그리고 남은 데이터 예산이 없을 경우에는, 보통은 통신사에서 데이터 요금을 추가적으로 발생시키기 때문에, 가장 낮은 품질의 Chunk를 요청하여 비용을 최소화 하였다.

2.2 FESTIVE와 Cost 비교

430초의 비디오 스트리밍 서비스를 사용자가 이용하고, 비디오 콘텐츠는 400KBps, 800KBps, 1200KBps, 1600KBps, 2000KBps, 2400KBps, 3000KBps로 DASH 서버에 업로드 되어있고, 현재 사용자의 요금제에서 전역 데이터 500MB 가정하였을 때, FESTIVE와의 요금비교이다. FESTIVE와 비교하였을 때, 약 25%의 요금절감을 보여주었다.

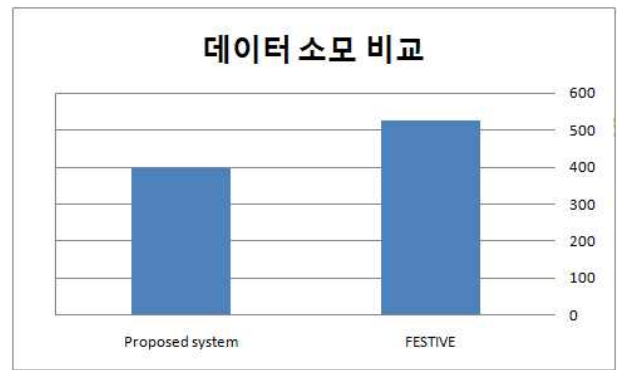


Figure 5. FESTIVE와의 요금비교

III. 결론

본 논문에서는, 사용자의 상황에서 발생하는 Bandwidth 변화를 측정하여 비교하였고, 상황의 변화에 따른 비디오 스트리밍 서비스의 안정성을 확보하고 요금을 절약할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 비디오 스트리밍 상황에서는 요금 외에도, Chunk의 품질변동빈도가 높지는 않은지, 잦은 Bandwidth 변동에도 끊김 없는 서비스를 할 수 있는지, 그리고 주어진 Bandwidth를 고려한 적절한 품질선택을 하는지 등이 중요하기 때문에 향후 연구로 포함시키고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구 결과물임을 밝힙니다. (No.2013R1A2A2A01016562)

참고 문헌

- [1] Cisco forecast. <http://goo.gl/hHzW4>.
- [2] Cisco. Cisco visual networking index: Global mobile data traffic forecast update, 2012.
- [3] T. Stockhammer. Dynamic adaptive streaming over http--: standards and design principles. In ACM MMSys, 2011.
- [4] Junchen Jiang, Vyas Sekar, Hui Zhang. Improving Fairness, Efficiency, and Stability in HTTP-based Adaptive Video Streaming with FESTIVE. In CoNEXT, 2012.
- [5] Dookyoon Han, Jinyoung Han, Youngbin Im, Myungchul Kwak, Ted "Taekyoung" Kwon, Yanghee Choi. MASERATI: Mobile Adaptive Streaming based on Environmental and Contextual Information, WINTECH, 2013.