

DASH를 위한 무선 스마트 에이전트의 적응적 비디오 품질 조절 방법

*오규태 **이유녕 ***이형근

광운대학교 컴퓨터공학과

*gto@kw.ac.kr ***endeavor@kw.ac.kr ***hklee@kw.ac.kr

An adaptive control scheme of streaming video in smart agent AP for DASH

*Oh, Gyu-Tae **Lee, Yoo-Nyeong ***Lee, hyung-keun

Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 MPEG 표준인 DASH 서비스를 DASH 표준이 나오기 이전에 출시된 기존 단말들에게 무선 랜 환경에서 DASH를 위한 비디오 스트리밍 서비스를 제공해 주기 위한 무선 스마트 에이전트의 적응적 비디오 품질 조절 방법을 제안한다. 기존 연구는 스마트 에이전트가 클라이언트의 네트워크 상황을 파악하기 위해 전송 계층의 정보를 이용하기 때문에 무선 랜 환경에서 페이딩이나 간섭 등과 같은 이유로 적합하지 않다. 본 논문에서 제안하는 방법은 802.11 MAC 부계층에서 얻을 수 있는 정보를 이용하여 급격히 변하는 각 클라이언트의 상황을 빠르게 파악하여 무선 채널의 상태를 적응적으로 비디오 스트리밍하여 전달하도록 한다. 제안하는 방법의 실험을 통하여 DASH 표준 서비스를 제공 받는 클라이언트처럼 네트워크 상황에 적응적으로 비디오 스트리밍 되는 것을 확인하였다. 또한, 클라이언트의 이동성과 무선 채널의 에러를 추가함으로써 급격히 변하는 네트워크의 상황에도 적응적으로 클라이언트에게 비디오 스트리밍을 제공하는 것을 확인하였다.

1. 서론

최근 멀티미디어 콘텐츠들이 늘어나고 다양한 서비스가 멀티 플랫폼 환경에서 제공되면서 QoS/QoE(Quality of Service/Quality of Experience) 기술의 일환으로 HTTP에 기초한 적응적 스트리밍 기술이 주목받고 있다. 과거 HTTP상에서의 스트리밍 서비스는 서버에서 제공하는 한 가지의 화질 영상만을 서비스 받아왔다. 또한 전용 스트리밍 프로토콜을 사용하거나 전용 회선을 이용하여 현 시점에서 필요한 영상을 미디어 서버로부터 받는 방식이었다. 그러나 최근에는 HTTP 프로토콜의 장점과 필요한 영상을 바로 서버로부터 요청하고 서비스를 받아 플레이하는 스트리밍 방식의 장점을 모두 살린 하이브리드 전송 방식으로 HTTP 적응적 스트리밍(HTTP Adaptive Streaming, HAS) 기술이 주목받고 있다. HTTP 적응적 스트리밍은 현재 네트워크 상황을 파악하여 가용대역폭에 적합한 화질의 영상을 보내줌으로써 클라이언트의 네트워크 상태가 나빠지더라도 사용자는 영상의 끊김 없이 서비스를 제공받을 수 있는 방식이다[1].

HTTP 적응적 스트리밍 기법 중 DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)는 MPEG(Moving Picture Experts Group)에서 작성한 것으로 2011년 ISO 표준으로 채택하였다. 해당 표준에 의하면 클라이언트는 표준 기법으로 생성된 영상을 서비스 받기 위해서 메타데이터와 표준 포맷을 분석하는 모듈이 구현되어 있어야만 한다. 이에 따라 표준이 승인되기 전 출시된 단말들은 DASH 서비스를 제공

받기 위하여 추가적으로 모듈을 구현해야만 한다. 따라서 구현에 따르는 개발 비용과 시간 투자가 추가적으로 발생한다. 이를 해결하기 위한 기존 연구에서는 클라이언트와 서버 사이에서 서비스를 중계해주는 프록시 서버나 스마트 에이전트가 있다[2][3]. 위의 방법들은 네트워크 상태를 파악하기 위해 전송 계층이나 응용 계층의 정보를 사용하였다. 이는 무선 랜 환경에서 페이딩이나 간섭등과 같은 요인으로 인한 채널 불안정성과 대역폭의 제한과 같은 문제 때문에 피드백 패킷의 지연과 비 신뢰성이 발생하게 된다[4]. 따라서 본 논문에서는 무선 채널 상태에 맞춰 각 클라이언트에게 효과적으로 영상 스트리밍을 제공하기 위한 무선 스마트 에이전트의 적응적 비디오 품질 조절 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 연구를 설명하고 3장에서는 제안하는 품질 조절 방법에 대해 설명한다. 이어 4장에서는 시뮬레이션 결과를 통해 성능을 평가하고 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

WiDASH 프록시 서버[2]는 효율적인 DASH 서비스 제공을 위한 프록시 시스템으로, 무선 자원이 중앙 장치에서 스케줄링 되는 셀룰러 네트워크(3G, LTE)를 위해 디자인 된 시스템이다. WiDASH의 기능은 3G UMTS(Universal Mobile Telecommunication System) 네트워크에서 동작시켰으며, 실제 WiDASH 프록시는 GGSN(Gateway GPRS

Support register Node)에 위치해 있도록 하였다. 해당 방법은 DASH 서버와 무선 유저간의 긴 TCP 연결을 병렬 무선 TCP와 하나의 유선 TCP로 나누는 Split-TCP 기법을 적용하여 사용자의 무선 상황에 맞는 적응적 스트리밍을 제공해주는 방식이다. DASH 서버와 무선 유저간의 TCP 연결을 가로채서 프록시와 유저간의 병렬 TCP를 생성함으로써 TCP 처리량을 향상시킬 수 있으며, 현재 비디오의 비트 율을 기반으로 DASH의 IP 패킷에 대한 우선순위를 동적으로 할당함으로써 무선 DASH 사용자가 채널 상태가 좋지 않더라도 최소한의 QoE를 보장해 준다. 하지만 해당 논문에서 제안한 방식은 DASH 서비스를 제공받을 수 있는 클라이언트들에게 더 좋은 QoE를 제공해주는 방식이다. 또한 WiFi 기반의 무선 홈 네트워크 상황이 아닌 셀룰러 네트워크를 위해 디자인 된 시스템으로, 무선 자원이 중앙 장치에 의해 스케줄링 할당 되는 방식이 아닌 환경에서는 사용하기 어려운 단점이 있다. 논문 [3]은 논문 [2]에서 소개된 WiDASH 프록시에서 변형된, DASH 서비스를 제공받지 못하는 클라이언트를 위한 동적 적응적 스트리밍 기반 스마트 에이전트 시스템을 제안하였다. 해당 스마트 에이전트 시스템은 크게 서비스 매니저와 데이터베이스 매니저, 스마트 스트리밍 컨버터 매니저로 구성되어 있다. 서비스 매니저는 클라이언트가 콘텐츠를 요청하게 되면 클라이언트 정보와 네트워크 정보를 수집하는 모든 이벤트 요청과 응답을 담당하는 부분이다. 데이터베이스 매니저는 MPD 파일을 분석하고 세그먼트를 분석하는 모듈이며, MPD 분석의 반복적인 작업을 제거하기 위해 분석된 메타데이터를 데이터베이스로 구축한다. 스마트 스트리밍 컨버터 매니저는 DASH 서비스를 제공받지 못하는 클라이언트 중 DASH 표준에서 정의하는 미디어 포맷에 대한 코덱을 제공받지 못하는 클라이언트를 위해 DASH 서버로부터 받은 영상을 RTSP 프로토콜을 이용하여 스트리밍 해주는 모듈이다. 해당 논문에서는 실제 구현을 통해서 실험과 검증은 수행 했지만, 실제 무선 상황에서 생길 수 있는 급격한 채널 상태 변화와 클라이언트의 이동성을 고려한 실험을 수행하지 않았다. 또한 논문에서 선택한 적응적 스트리밍 방식은 TCP 계층의 ACK 패킷과 전송 및 도착 시간을 이용하여 계산하는데 위 방식은 앞에서 언급한 것처럼 급격하게 변하는 무선 채널 상태에 맞춰서 영상의 비트 율을 변경하기 어렵다는 단점이 있다.

3. 제안하는 품질 조절 방법

본 논문에서 적용한 채널 상태 모니터링은 MAC 계층에서 얻을 수 있는 정보를 이용한다. MAC에서의 재전송 횟수(*retry_cnt*), 전송 시도 횟수(*transmit_cnt*), 전송 성공 횟수(*success_cnt*)를 측정한다. 위 3개의 값들은 일정 시간동안 주기적으로 측정하며, 측정된 3개의 값들은 아래와 같은 *C_state*라는 현재 네트워크 상태 값 계산에 이용된다.

$$C_state = \frac{success_cnt}{transmit_cnt} * \frac{1}{retry_cnt} \quad (1)$$

또한 이전까지의 네트워크 상태 값과 현재 측정된 네트워크 상태 값을 이용한 평균 *Avg_c*를 구하고, 해당 평균을 이용해 영상 비트 율 변화를 책임지는 임계값 *THR_{high}*, *THR_{low}*를 계산한다.

$$Avg_c = p * Avg_c + (1 - p) * Avg_c$$

$$THR_{high} = Avg_c + q * Avg_c$$

$$THR_{low} = Avg_c - q * Avg_c \quad (2)$$

스마트 에이전트에서는 위의 값들을 응용계층으로 전달해 클라이언트에 전달할 영상의 비트 율을 결정한다. 아래 그림은 응용 계층에서 영상의 비트 율을 결정하는 동작 흐름도이다.

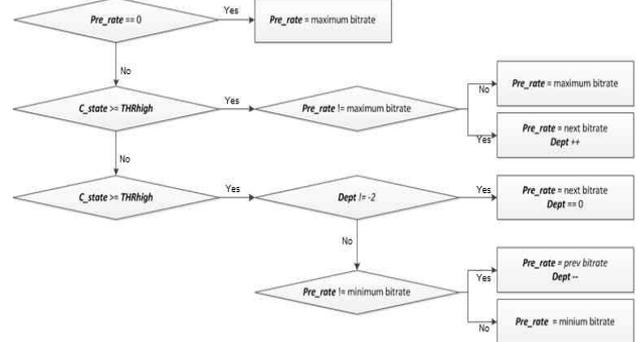


그림 1 영상 비트 율 결정 흐름도

4. 성능 평가

본 논문에서 제안한 품질 조절 방법의 성능을 검증하기 위해서 NS2[5]를 사용했다. 시뮬레이션 시나리오는 다음과 같다. 자유 공간의 무선 상황에서 각 노드의 라우팅은 정적으로 고정하였고, 모든 노드는 하나의 콘텐츠를 요청하며, 콘텐츠의 총 길이는 900초, 세그먼트 길이는 5초이다. 시뮬레이션에서 사용하고 있는 콘텐츠의 비트 율은 총 24개의 비트 율로 이루어져 있으며, 각각의 비트 율은 임의로 지정하였다. 비교는 표준에 의거한 기존 DASH 클라이언트와 비교하였다.

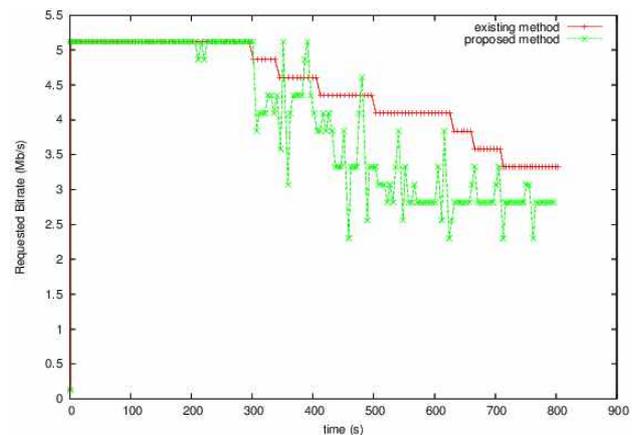


그림 2 노드 증가에 따른 비트 율의 변화

그림 3에는 100초가 증가할 때마다 노드를 하나씩 증가시켰으며 총 6개의 노드를 사용하였다. 해당 시뮬레이션에서는 MAC 패킷의 크기가 RTS threshold를 넘지 않기 때문에 RTS/CTS 컨트롤 패킷을 사용하지 않는데, 이로 인해 AP가 보내는 패킷과 노드가 보내는 패킷이 자주 충돌하게 된다. 본 논문의 채널 모니터링 알고리즘에서는 채널 모니터링 정보를 짧은 주기로 계속 업데이트하기 때문에, 이런 충돌이 결과에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 기존 방식보다 빠르고 클라이언트 입장에

서 안정적인 비트 율을 선택해서 전송해주지만, 품질의 변화가 기존 방식보다 많기 때문에 사용자 입장에서 느낄 수 있는 QoE는 떨어지는 단점도 볼 수 있다.

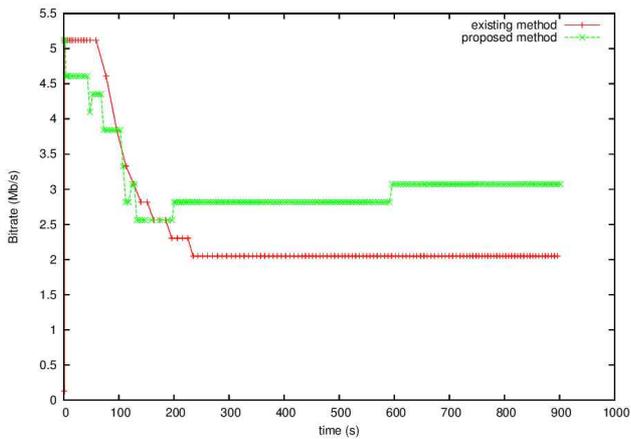


그림 3 노드 이동에 따른 비트 율의 변화

그림 4는 노드를 이동시킨 경우로 1m/s의 속도로 기존 위치에서 AP로부터 점점 멀어지도록 하였다. 노드는 시뮬레이션 시작 후 200초 후에 이동을 멈춘다. 제안한 방식이 조금 더 빠르고 안정적인 비트 율을 제공받음을 볼 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 무선 상황에서 DASH 서비스를 제공받지 못하는 클라이언트에게 좀 더 좋은 비디오 품질을 제공하기 위한 MAC 계층 기반 스마트 에이전트의 적응적 비디오 품질 조절 방법을 제안했다. ns2 시뮬레이터로 실험을 진행한 결과 제안한 방식의 기존 DASH 서비스에서 제공하는 것 보다 조금 더 급격하게 변하는 채널 상태에 적응적으로 스트리밍 해줌을 확인 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 정선철, 반태학, 정희경 “HTTP상에서 동적 적응적 스트리밍 시스템 구현” 한국정보통신학회지, pp.476-481. 2012
- [2] W. Pu, Z. Zou, C. W. Chen, “Video Adaptation Proxy for Wireless Dynamic Adaptive Streaming over HTTP”, IEEE International Packet Video Workshop, 2012.
- [3] 전성희, “동적 적응형 스트리밍 기반 Smart Agent 시스템 설계 및 구현.”, 박사학위논문. 2012.
- [4] Park Sanghoon, Yoon Hayoung, Kim Jongwon “Network-adaptive HD MPEG-2 video streaming with cross-layered channel monitoring in WLAN”, Journal of Zhejiang University SCIENCE A, pp.885-893, Jul. 2006
- [5] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>