

# 실시간 스트리밍 서비스의 지연한계 보장을 위한 새로운 전송률 제어 기법

구자현<sup>o</sup> 정광수  
 광운대학교 전자통신공학과  
 jhkoo@cclab.kw.ac.kr<sup>o</sup>, kchung@kw.ac.kr

## DeBuG: A New Rate Control Scheme to Guarantee the Delay Bounds of the Real-Time Streaming Service

Jahon Koo<sup>o</sup> Kwangsue Chung  
 School of Electronics Engineering, Kwangwoon University

### 1. 서론

모바일 기기와 네트워크 기술의 발달로 다양한 멀티미디어 응용 서비스가 빠르게 발전 및 보급되고 있다. 그리고, 사용자의 참여형 방송 서비스가 가능하며 이를 이용한 실시간 뉴스 등 다양한 정보 전달의 수단으로 이용되고 있다[1-3]. 이러한 라이브 멀티미디어 스트리밍 서비스 사용자의 체감 품질을 만족시키기 위해서는 영상품질 이외에도 재생연속성과 재생지연한계를 고려해야 한다.

### 2. 본론

일반적으로 네트워크를 통해 라이브 비디오를 전송하는 스트리밍 전송 시스템은 그림 1과 같이 서버와 클라이언트로 구분할 수 있다. 서버는 라이브로 전송되는 비트스트림을 부호화하여  $R(t)$ 의 부호화 전송률로 송신 버퍼로 전달하고 스트리밍 서버는 전송 데이터를 네트워크에 적절히 전송하기 위해 피드백 메시지로 수신한 네트워크 상황에 따라 서버의 데이터 전송률  $X(t)$ 를 조절한다. 네트워크를 통과한 비디오 스트리밍 데이터는 전송률  $Y(t)$ 로 클라이언트에 수신되며, 클라이언트에서 비디오 재생을 위해  $R(t - D)$ 로 복호화된다. 여기서, 재생 지연시간  $D$ 는 부호화부터 복호화까지의 총 지연 시간을 의미한다.

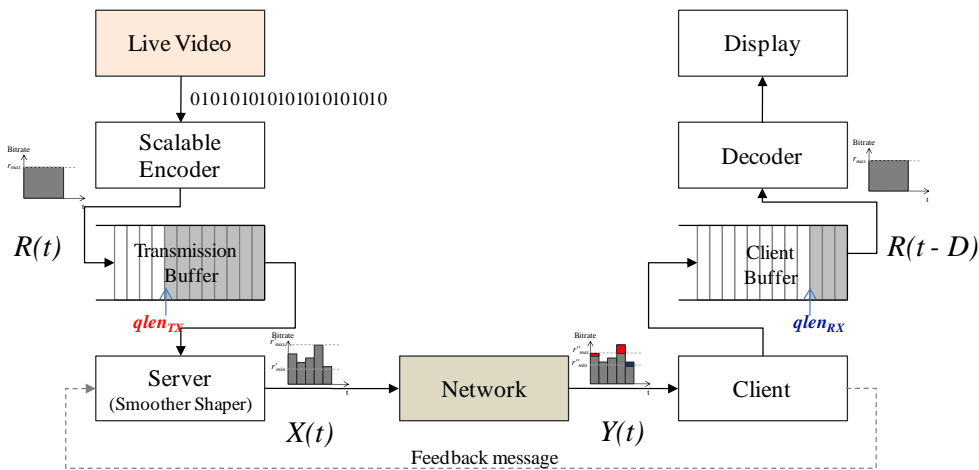


그림 1 라이브 비디오 스트리밍 전송 시스템

부호화 후 수신 측 화면에 복호화 되기까지의 라이브 비디오 스트리밍 전송 시스템의 총 재생 지연 시간  $D$ 는  $D = D_{NET} + D_{TX} + D_{RX} + D_{Init}$  과 같이 표기가 가능하다. 여기서,  $D_{NET}$ 는 네트워크 지연시간이고,  $D_{TX}$ 는 송신 버퍼내 지연시간,  $D_{RX}$ 는 수신 버퍼내 지연시간, 그리고,  $D_{Init}$ 는 초기 버퍼링 시간이다. 라이브 비디오 스트리밍 전송 시스템의  $D_{TX}$ 는 현재 시간  $t_0$ 에서 송신 버퍼의 크기  $qlen_{TX}(t_0)$ 와 서버의 전송 속도  $X(t_0)$ 로  $D_{TX}(t_0) = \frac{qlen_{TX}(t_0)}{X(t_0)}$ 와 같이 표기가 가능하다. 여기서,  $qlen_{TX}(t_0)$ 는  $qlen_{TX}(t_0) = \int_0^{t_0} (R(t) - X(t))dt$ 과 같이 표기가 가능하며  $X(t)$ 가  $R(t)$ 보다 작을 때 유효하며, 반대의 경우 라이브 비디오 스트리밍 전송 시스템에서는 0으로 수렴한다.

따라서, 라이브 비디오 스트리밍 전송 시스템에서는 부호화 속도  $R(t)$ 보다 전송속도  $X(t)$ 가 작을 경우  $D_{TX}$  는 그 차에 비례하여 증가한다. 따라서, 전송 지연한계를 보장하기 위해서는  $X(t_0)$  를 높이거나  $R(t)$ 를 낮추어 차를 줄여야 한다.

클라이언트 측면에서 라이브 비디오 스트리밍 전송 시스템의  $D_{RX}$  는  $t_0$  에서 수신 버퍼의 크기  $qlen_{RX}(t_0)$  와 클라이언트 복호화 속도  $R(t_0 - D)$  로  $D_{RX}(t_0) = \frac{qlen_{RX}(t_0)}{R(t_0 - D)}$  와 같이 표기가 가능하다.  $qlen_{RX}(t_0)$  는  $qlen_{RX}(t_0) = \int_0^{t_0} (Y(t) - R(t - D))dt$  와 같다. 네트워크 상태가 좋지 않은  $Y(t) \leq R(t - D)$  경우  $qlen_{RX}(t_0)$  는 0으로 수렴한다. 반대로  $Y(t) > R(t - D)$  인 경우 라이브 비디오의 경우  $Y(t) \cong R(t)$  을 만족하기 때문에  $qlen_{RX}(t_0)$  는  $qlen_{RX}(t_0) = \int_0^{t_0} (R(t) - R(t - D))dt$  과 같이 표기가 가능하다. 수신 버퍼 지연시간  $D_{RX}$  는  $\therefore D_{RX}(t_0) \propto C \cdot \Delta q$  과 같이 표기가 가능하며,  $D_{RX}$  는 복호화 시간  $t_0 - D$  와 현재 시간  $t_0$  에 수신된 비디오의 품질 차  $\Delta q = Q(R(t_0) - R(t_0 - D))$  와 상수  $C$  에 비례한다. 라이브 비디오 스트리밍 전송 시스템에서 수신 버퍼로 발생하는 지연시간  $D_{RX}$  는 전체 재생 지연시간  $D$  에 낮은 영향을 주고 있다. 따라서, 라이브 비디오의 경우 재생지연시간의 보장을 위해서는 송신 버퍼 변화에 대한 고려가 필요하다.

본 논문에서는 라이브 비디오 스트리밍 전송 시스템의 재생지연시간과 서비스 연속성을 보장하기 위해 그림 2와 같이 DeBuG (Delay Bounds Guaranteed) 전송률 조절 기법을 제안하였다. 제안한 DeBuG 기법은 네트워크 상태를 인지하여 스트리밍 서버의 전송 속도를 조절하는 혼잡제어 모듈과 송신 버퍼의 상태를 인지하여 전송 비디오의 품질을 조절하는 흐름제어 모듈, 그리고, 지연 한계를 보장하기 위한 프레임 폐기 모듈로 구성되어 있다.

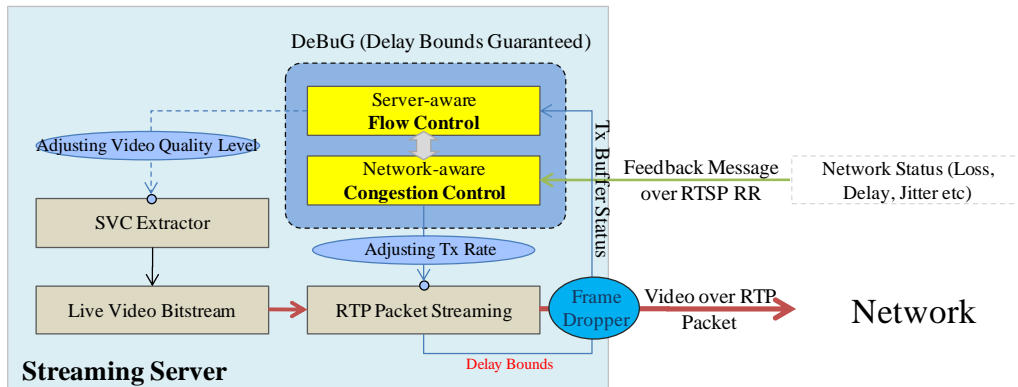


그림 2. 지연한계 보장 전송률 제어 시스템

### 3. 결론

본 논문에서는 모바일 기기에서 실시간 스트리밍시 비디오 재생연속성과 재생지연한계를 보장하는 DeBuG (Delay Bounds Guaranteed) 전송률 조절 기법을 제안하였다. 제안한 기법은 실시간 비디오처리 시스템의 특성을 고려하여 송신 버퍼의 상태와 네트워크 상태를 인지하여 실시간 비디오의 서비스 연속성과 지연한계를 보장하는 품질 적응 기능을 가지고 있으며, 비디오 영상의 품질을 보장하며 비디오 재생지연한계를 보장하기 위해 선택적 프레임 폐기 기능을 가지고 있다. 다양한 네트워크 혼잡환경에 대한 시뮬레이션을 통하여 제안한 DeBuG 기법의 주요 성능 항목들이 다른 전송률 조절 기법보다 전반적으로 우수함을 확인하였다. 향후 연구 과제로는 다양한 사용자 요구를 충족하기 위해 사용자 선호도와 콘텐츠 특성에 따라 사용자 체감 품질을 고려하는 전송률 조절 기법에 대한 연구가 필요하다.

### Acknowledgement

본 연구는 지식 경제부와 한국산업기술진흥원의 전략 기술인력양성 사업과 지식 경제부의 전략 기술개발 사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

### 참고문헌

- [1] S. Lee, J. Koo and K. Chung, "Content-Aware Rate Control Scheme to Improve the Energy Efficiency for Mobile IPTV," in *Proc. IEEE ICCE*, 2010.
- [2] J. Koo and K. Chung, "Adaptive Rate Control for Improving the QoE of Streaming Service in Broadband Wireless Network," *Journal of KICS: Networks and Convergence Services*, 2010.
- [3] J. Koo and K. Chung, "A Novel Rate Control for Improving the QoE of Multimedia Streaming Service in the Internet Congestion," *Journal of KIISE: Information Networking*, 2009.