

# SVC 비디오 스트리밍 서비스의 체감 품질 보장을 위한 품질 적응 기법

고상기<sup>0</sup>, 정광수

광운대학교 전자통신공학과

<sup>0</sup>skko@cclab.kw.ac.kr, kchung@kw.ac.kr

## A Quality Adaptation Scheme to Guarantee the Quality of Experience on SVC Video Streaming Services

Sangki Ko<sup>0</sup>, Kwangsue Chung

School of Electronics Engineering, Kwangwoon University

최근 들어 IPTV(Internet Protocol Television) 서비스로 대표되는 방송과 통신의 기능을 결합한 통  
방 융합 서비스의 출현으로 광대역 인터넷 망을 통한 HD(High Definition)급의 고화질 멀티미디어 스트  
리밍 서비스에 관한 관심이 증가하고 있다. 멀티미디어 스트리밍 서비스는 최선형 서비스(Best-effort)  
를 제공하는 광대역 인터넷 망을 통해 대용량의 HD급 고화질 비디오 데이터가 전송되므로 네트워크의  
혼잡 상황을 야기시킨다. 네트워크 혼잡 상황에서 발생하는 무분별한 데이터 손실은 멀티미디어 스트리  
밍 서비스의 체감 품질을 보장하지 못하는 문제점을 가진다. 본 논문에서는 SVC(Scalable Video  
Coding) 비디오 스트리밍 서비스의 체감 품질을 보장하기 위해, 네트워크 상태를 고려한 스트리밍 품질  
적응 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 가용대역폭 측정 기법을 이용하여 네트워크의 가용대역폭을 측  
정하고, 측정된 가용대역폭을 기반으로 전송되는 SVC 비디오 스트림의 품질을 조절함으로써 사용자에게  
안정적이고 효율적인 스트리밍 서비스를 제공하게 된다.

제안하는 가용대역폭 측정 방법은 단방향 지연(OWD, One-Way Delay) 차이를 이용하여 프로브 패  
킷 쌍의 지연 간격을 분석한 후, 서버의 프로브 패킷 전송 간격과 클라이언트의 프로브 패킷 도착 간격  
이 일치하도록 프로브 패킷의 전송 간격을 조절하여 가용대역폭을 측정하게 된다. 가용대역폭을 측정하  
기 위한 프로브 패킷의 전송 간격 및 수신 간격, OWD의 관계는 그림 1과 같다. 프로브 패킷간의 OWD  
의 증가는 기준 시간당 네트워크로 유입되는 패킷의 전송률이 가용대역폭을 초과하여 전송 링크의 라우  
터 버퍼에 쌓이게 되어 큐잉 지연에 영향을 받기 때문이다. OWD에 따른 가용대역폭과 프로브 패킷의  
전송률간의 관계는 식 (1)과 같다.

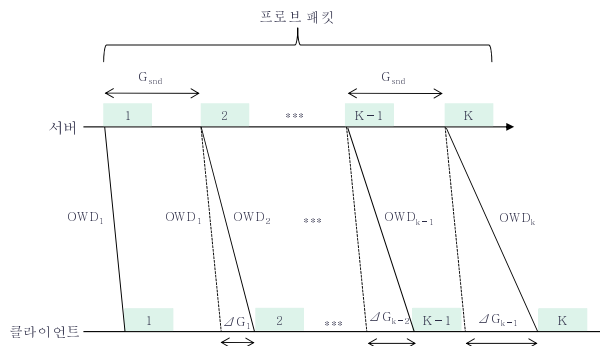


그림 1. OWD와 프로브 패킷의 송·수신 간격

식 (1)에서  $\Delta G_i$ 는 프로브 패킷간의 OWD 차이,  $R(t)$ 는 프로브 패킷의 전송률을 의미한다. 프로브 패킷간

\* 본 연구는 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 전략기술인력양성사업과 지식경제부의 전략기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

$$R(t) > ABW_{est}(t), \text{ if } \Delta G_i > 0 \tag{1}$$

$$R(t) \leq ABW_{est}(t), \text{ otherwise}$$

$$\text{where, } \Delta G_i = OWD_{i+1} - OWD_i$$

의 OWD 차이와 프로브 패킷의 전송간격을 이용하여 프로브 패킷의 수신 간격을 구할 수 있다.

$$G_{rcv}(i) = G_{snd}(i) + \Delta G_i, 0 < i < k - 1 \tag{2}$$

식 (2)에서  $G_{rcv}$ 는 프로브 패킷 쌍의 도착 간격,  $G_{snd}$ 는 프로브 패킷 쌍의 전송 간격을 의미한다. 식 (1)과 식 (2)를 통해, 기준 시간당  $\sum_{i=1}^{k-1} G_{rcv}(i) > \sum_{i=1}^{k-1} G_{snd}(i)$  일 경우, 프로브 패킷의 전송률이 가용대역폭보다 크다고 판단하고 송신 측은 프로브 패킷 쌍의 전송 간격을 점차 증가시켜 가면서 프로브 패킷의 전송률을 감소시키는 동작을 수행한다. 기준 시간당 프로브 패킷 쌍의 전송 간격의 합과 수신 간격의 합이 일치되는 시점에서 식 (3)을 이용하여 가용대역폭을 측정한다. 식 (3)에서  $N$ 은 수신된 프로브 패킷의 수를 의미하고  $L$ 은 수신된 프로브 패킷의 크기를 의미한다.

$$ABW_{est} = \frac{N \times L}{\sum_{i=1}^N (G_{snd}(i) + \Delta G_i)} \tag{3}$$

또한, 기준 시간당  $\sum_{i=1}^{k-1} G_{rcv}(i) == \sum_{i=1}^{k-1} G_{snd}(i)$  관계가 지속되는 경우, 가용대역폭이 프로브 패킷의 전송률보다 크다고 판단하고 서버가 현재 전송하고 있는 SVC 미디어의 품질 등급보다 한 등급 높은 품질 등급만큼의 프로브 패킷을 전송하여 가용대역폭을 측정한다. 측정된 가용대역폭 변화에 따라 SVC 비디오 스트림의 화질 확장성(Quality Scalability)에 관한 품질을 조절함으로써 전송되는 비디오 스트림의 품질을 조절한다.

```

현재 전송률 Ri (Si, Ti, Qi)
CASE 네트워크 혼잡(Congestion) 상태 OF
// 가용대역폭기반의 전송 품질 조절
IF ABWest ≥ R(Ti, Qmin)
THEN Ri+1 = R(Ti, Qi)
,where Qmin ≤ a < k
ELSE
THEN Ri+1 = R(Qmin)
ENDCASE
    
```

(a)네트워크 혼잡 상태

```

현재 전송률 Ri (Si, Ti, Qi)
CASE 네트워크 안정(Stable) 상태 OF
IF ABWest < R(Ti+1, Qmin)
THEN Ri+1 = R(Ti, Qi), where k < a ≤ Qmax
ELSE
THEN Ri+1 = R(Qmax)
ENDCASE

CASE 네트워크 정상(Steady) 상태 OF
Ri+1 = R(Ti, Qi)
ENDCASE
    
```

(b)네트워크 안정/정상 상태

그림 2. 품질 적응 알고리즘

제안한 품질 적응 기법의 성능을 평가하기 위해, ns-2(Network Simulator) 시뮬레이터를 사용하여 실험을 수행하였고 "CITY\_704x576\_60\_orig\_01.yuv" 영상을 이용하여 JSVM (Joint Scalable Video Model)을 통해 그림 3과 같은 특성을 가지는 SVC 비트스트림을 구성하였다. 실험을 통해 제안한 품질 적응 기법이 측정된 가용대역폭 변화에 따라 사용자에게 전송되는 SVC 스트림의 전송 품질을 결정하는 것을 확인할 수 있다.

레이어	공간 확장성	시간 확장성	화질 확장성	해상도	프레임율	비트율	PSNR
16	1	4	0	704x576	60	1640.1	36.1776
17	1	4	1	704x576	60	3008.6	37.9807
18	1	4	2	704x576	60	3889.4	38.9773
19	1	4	3	704x576	60	4987.3	40.3964

그림 3. SVC 비트스트림의 특성

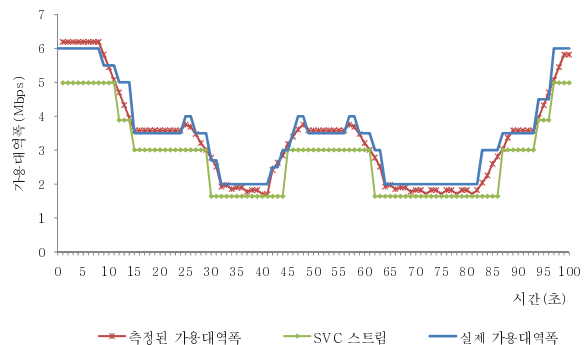


그림 4. 측정된 가용대역폭과 SVC 품질 등급

참고문헌

[1] J. Yan, K. Katrinis, M. May and B. Plattner, "Media- and TCP-friendly congestion control for scalable video streams," IEEE Transactions on Multimedia, vol.8, no.2, pp.196-206, Apr. 2006.