

웨이브릿 기반 비디오 신호의 멀티 스트림 전송 기법

강 경 원, *류 권 열, **권 기 룡, 문 광 석, 김 문 수
부경대학교 전자공학과, *위덕대학교 멀티미디어공학과, **부산외국어대학교 전자공학과
전화 : 051-620-6465 / 핸드폰 : 016-843-4897

Multi-stream Delivery Method of the Video Signal based on Wavelet

Kyung-Won Kang, Kwon-Yeol Ryu, Ki-Ryong Kwon, Kwang-Seok Moon, Moon-Su Kim
Dept. of Electronic Engineering, Pukyong National University
E-mail : kangkw@mail.pknu.ac.kr

Abstract

Over the last few years, streaming audio and video content on Internet sites has increased at unprecedented rates. The predominant method of delivering video over the current Internet is video streaming such as SureStream or Intelligent Stream. Since each method provides the client with only one data stream from one server, it often suffers from poor quality of pictures in the case of network link congestion. In this paper, we propose a novel method of delivering video stream based on wavelet to a client by utilizing multi-threaded parallel connections from the client to multiple servers and to provides a better way to address the scalability functionalities. The experimental results show that the video quality delivered by the proposed multithreaded stream could significantly be improved over the conventional single video stream methods.

I. 서론

인터넷은 WWW의 대중화에 힘입어 불과 30년이라는 짧은 기간 안에 양적, 질적으로 팽창하고 있다. 특히 스트리밍 기술의 개발로 인터넷과 멀티미디어가 결합한 인터넷 방송(web-casting)이 대두되고 있다. 그

러나 현재 인터넷방송에서 가장 많이 사용되고 있는 스트리밍인 기술은 Real Network사의 SureStream과 Microsoft사의 Intelligent Stream이 있다[1,2]. 이 같은 스트림들은 스트리밍 서버를 이용하여 비디오 스트림을 클라이언트들에게 전송할 경우 단일 스트리밍의 형태로 전송하기 때문에, 네트워크와 시스템에서의 지터(jitter)등에 의한 전송 지연이 클라이언트에서 그대로 받게되어 전송 성능이 떨어지는 단점을 가지고 있다 [3].

따라서, 본 논문에서는 웨이브릿 기반 비디오 부호화를 이용하여 현재의 인터넷 인프라 환경하에서 클라이언트가 가진 대역폭을 최대한 활용하여 최선의 서비스를 제공할 수 있는 멀티 스트림을 이용한 전송 기법을 제안한다. 웨이브릿 기반 비디오 부호화는 높은 압축률에서는 블로킹 효과(blocking effect)가 없으며, 스케일러블한 전송이 가능하다. 그리고, 멀티 쓰레드 기법을 이용하여 클라이언트와 스트리밍 서버간에 멀티 스트리밍으로 구성하기 때문에 단일 스트리밍으로 전송되는 경우보다 네트워크 혼잡에 의해 발생하는 전송 지연에 덜 민감할 뿐만 아니라, 클라이언트 측의 대역폭을 최대한 이용할 수 있다.

II. 웨이브릿 기반 비디오 스트림의 구조

현재 동영상 압축 부호화는 기본 알고리즘으로 DCT를 사용하고 있다. DCT의 단점은 정규화된 블록 단위의 연산이 수행되므로 양자화시 발생하는 블록간

이웃되는 픽셀들간의 불일치, 블록단위로 이뤄지는 움직임 예상과 움직임 보상에에서 이웃된 블록들간에 생기는 불일치, 그리고 시스템 버퍼내의 참조 영상에서 일어나는 블록간의 불일치로 인한 블로킹 현상이 발생한다. 특히 고압축일 경우 블로킹 현상이 심하게 나타나는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복할 뿐만 아니라 스케일러블한 전송 특성을 얻기 위해 본 논문에서는 웨이브릿 변환 영역에서 SPIHT(set partitioning in hierarchical trees)를 이용한 동영상 부호화를 방법을 이용하였다[4]. 동영상은 I 픽처와 P 픽처로 구성되어 있으며, 매 15 프레임마다 I 픽처가 반복되도록 하였다. I 픽처는 SPIHT에 의해 부호화하였고, P 픽처는 H.263의 OBMC(overlapped block motion compensation)에 의해 생성된 보상영상을 SPIHT에 의해 부호화하였다[5]. 그림 1은 SPIHT를 이용한 동영상 부호화의 블록도를 나타낸다. 스트림은 그림 1과 같이 쓰레드 수에 따라 분할된 I 픽처 스트림(I_{th1} , I_{th2} , ..., I_{thn-1})과 P 픽처와 MV(Motion vector)가 결합된 스트림으로 구성된다. 그림 2는 SPIHT의 문턱값(threshold)에 의해 생성된 멀티 스트림에 의한 I 픽처의 스케일러블한 전송 특성을 나타낸 것이다.

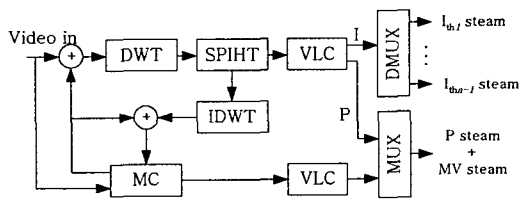


그림 1. SPIHT 동영상 부호화의 블록 다이어그램



(a) I_{th1} (b) $I_{th1}+I_{th2}$ (c) $I_{th1}+I_{th2}+I_{th3}$
 그림 2. 웨이브릿 기반 비디오 부호화의 스케일러블한 전송 특성

III. 멀티 스트림 전송기법

현재 인터넷 방송에서 가장 많이 사용되고 있는 비디오 스트림들은 클라이언트와 미디어 서버간에 단일 스트림 형태로 접속이 된다. 따라서, 네트워크의 트래픽 증가에 의해 전송 지연이 발생 할 경우 클라이언트

는 그 영향을 그대로 받게 되어 전송 성능이 떨어지는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 네트워크에서 발생하는 전송 지연에 효율적으로 대처할 수 있을 뿐만 아니라 클라이언트 측의 대역폭을 최대한 활용할 수 있는 멀티 쓰레드를 이용한 멀티 스트림을 제안한다. 그림 3은 송신측과 수신측에서 본 지터에 따른 상태를 보인 것이다. 송신측에서 동일한 시간간격으로 미디어를 전송하더라도 수신측에서는 불규칙적인 간격으로 미디어를 수신함을 알 수 있다. 여기서 S_i 는 송신측의 전송시간을 의미하며, P_i 는 재생 시간을 의미한다.

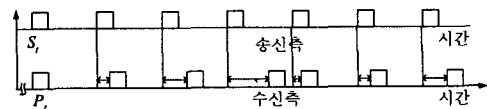


그림 3. 지연 지터의 예

제한한 멀티 스트림을 생성하는 클라이언트의 수신단 구조는 그림 4에 나타내었다. 수신 쓰레드는 개별적으로 서버에 접속하여 비디오 스트림을 받아 하나의 스트림으로 생성한다.

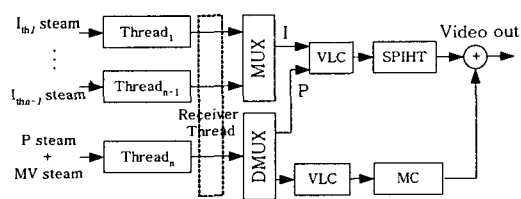


그림 4. 클라이언트의 수신단 구조

그림 5는 멀티 스트림에서 단일 스트림을 만들기 위한 동기화 과정을 설명한 것이다. 각 쓰레드들은 독립적으로 미디어 서버에 접속하여 비디오 스트림을 전송 받아 자신이 가진 버퍼에 저장을 한 후 수신 쓰레드에 알린 후 자신은 스택상태로 들어간다. 수신 쓰레드는 버퍼가 채워지면 데이터를 읽은 후 각 쓰레드에게 다시 동작할 것을 통지하고 라운드 로빈 방식으로 다른 쓰레드를 검사한다. 네트워크를 통해 데이터를 읽는 과정은 네트워크 트래픽 상황에 매우 의존적이기 때문에 네트워크에서 데이터를 읽을 때 걸리는 시간은 수신 쓰레드가 재생을 위해 데이터를 읽는 시간에 비해 많이 걸린다. 그러나 그림 5에서 보는 바와 같이 멀티 스트림을 사용할 경우 다소의 전송 지연이 발생 하더라도 수신 쓰레드는 전송 지연 없이 일정한 속도로 비디오 스트림을 재생할 수 있다.

웨이브릿 기반 비디오 신호의 멀티 스트림 전송 기법

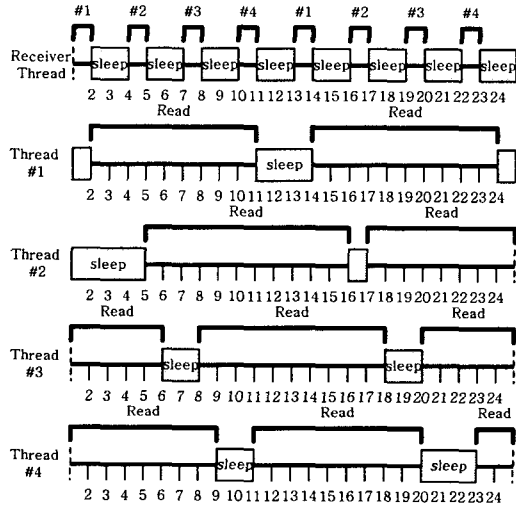


그림 5. 수신쓰레드와 멀티 스트림사이의 동기화

IV. 실험 및 고찰

4.1 실험 환경

실제 인터넷 환경하에서 실험은 제어하기가 어렵다. 본 논문에서는 제어 가능한 실험을 위해 인터넷 트래픽 모델 시뮬레이션을 사용하였다. 기존에는 일반적으로 포아송(Poisson) 또는 마코비안(Markovian)을 기본으로 한 모델을 사용하였으나, 이 모델은 비교적 넓은 범위의 시간 스케일로 평균을 구했을 경우, 버스트한 특성이 없어진다[6]. 따라서 본 논문에서는 그림 6과 같이 α -stable self-similar 트래픽 모델을 사용하였다[7]. x 축은 시간 슬롯을 의미하며, y 축은 각 시간 슬롯 당 전송되는 데이터 양을 의미한다.

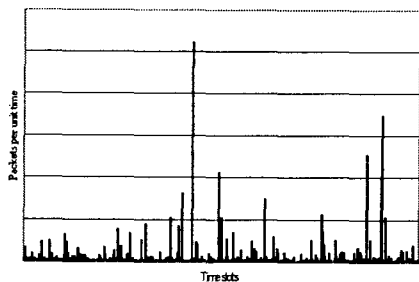


그림 6. α -stable self-similar 트래픽 모델
($\alpha=1.28, H=0.8333$)

그림 7은 인터넷 트래픽 시뮬레이션이 그림 6과 같

은 전송량을 가지도록 서버에 적용 될 지연 모델을 나타낸 것이다. 즉, 단위 IP 패킷(1500bytes)를 전송 후 그림과 같이 지연 시키므로써 전체 전송속도를 그림 4와 같은 형태가 되도록 하였으며, 실험을 위한 서버와 클라이언트 프로그램들은 windows 98 환경하에서 자바로 구현하였다.

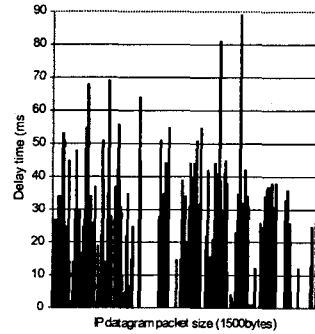


그림 7. 지연 모델

4.2 실험 결과

수신측에서 재구성된 멀티미디어 데이터의 표현 서비스 품질은 표현이 평활하게 나타나야 한다. 그리고 일정한 재생 시간 간격을 유지하여 연속성을 보장해야 한다. 따라서 본 논문에서는 이를 위한 척도로서 지터가 없는 상태에서의 기준 처리 시간(t_{ref})에 대한 지터가 있는 상태에서의 현재 처리 시간(t_c)과 지터가 없는 상태에서의 기준 처리시간(t_{ref})의 차의 비를 사용하였으며, 식 (1)과 같다.

$$DR(\text{Delay Rate}) = \begin{cases} \frac{t_c - t_{ref}}{t_{ref}} & \text{if } t_c > t_{ref} \\ 0 & \text{if } t_c \leq t_{ref} \end{cases} \quad (1)$$

그림 8은 LAN을 통해 동일한 크기의 파일을 전송 받을 경우 쓰레드의 수에 따른 수신 시간을 나타낸 것이다. 전송속도가 LAN의 최대 전송속도에 접근 할 수록 쓰레드에 대한 효과는 줄어들지만 저속인 경우에는 전송 속도가 쓰레드의 수에 따라 단조 증가한다.

그림 9와 그림 10은 인터넷 트래픽 모델에 의해 평균 전송속도가 약 50Kbps, 20Kbps가 되도록 설정한 후 제한한 4개의 쓰레드를 이용한 방법과 기존의 단일 스트림 방법의 성능을 비교한 것이다. 단일 스트림을 이용한 방법은 전송 지연이 커짐에 따라 그 영향이 두드러지가 나타났지만, 4개의 쓰레드를 이용한 방법은 50Kbps에서는 일정한 처리 속도를 보였으며, 20Kbps

에서도 전송 지연에 민감하지 않음을 알 수 있었다.

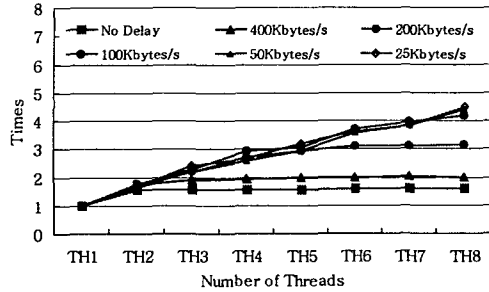


그림 8. 스레드 수에 따른 성능비교

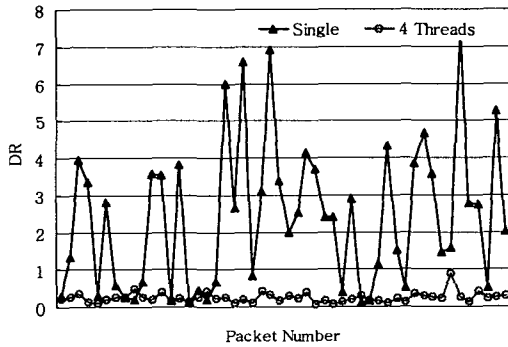


그림 9. 전송속도 40Kbps에서 기존의 방법과 제안한 방법 성능 비교

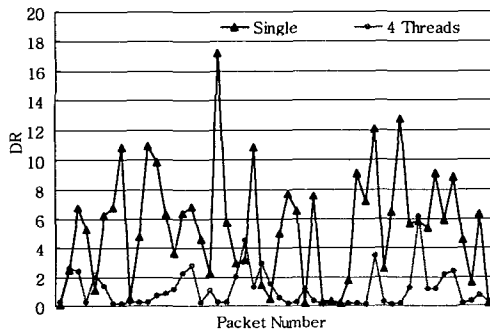


그림 10. 전송속도 20Kbps에서 기존의 방법과 제안한 방법 성능 비교

V. 결론

본 논문에서는 현재의 인터넷 인프라 환경하에서 클

라이언트가 가진 대역폭을 최대한 활용하여 최선의 서비스를 제공할 수 있는 뿐만 아니라 고압축에서도 블로킹 현상이 없으며 스케일러블한 전송이 가능한 웨이브릿 기반하에서 멀티 스트림을 이용한 비디오 스트림 전송 기법을 제안하였다. 다양한 인터넷 트래픽 조건하에서 실험한 결과, 기존의 단일 스트림 전송보다 제안한 멀티 스트림을 이용한 전송이 네트워크 트래픽에 의해 발생하는 전송지연에 대해서 기존의 방법보다 민감하지 않아 보다 최선의 서비스를 제공할 수 있음을 확인하였다.

향후 전송 속도에 따른 비디오 스트림에 대한 스킵과 에러 은닉에 관한 연구, 비디오 스트림에 관한 프로토콜(RTP, RSVP)이 된다면 보다 효율적인 비디오 스트림 전송이 가능하리라 사료된다.

참고문헌

- [1] Real Network사의 SureStream, "http://www.realnetworks.com/devzone/documentation/wp_surestream.html"
- [2] Microsoft사의 Intelligent Stream, "http://msdn.microsoft.com/workshop/imedia/windowsmedia/CrContent/IntStreaming.asp"
- [3] R. Steinmetz and K. Nahrstedt, *Multimedia: Computing, Communications and Applications*, Prentice Hall PTR, 1995.
- [4] J. Karlekar and U.B. Desai, "SPIHT video coder," 1998 IEEE Region 10 International Conference on Global Connectivity in Energy, Computer, Communication and Control, vol. 1, pp.45 -48, 1998
- [5] Draft ITU-T Recommendation H.263, "Video coding for low bitrate communication," Dec. 1995.
- [6] V. Paxson and S. Floyd, "Wide Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling", *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 3, no. 3, p. 226-244, June 1995.
- [7] J.R. Gallardo, D. Makrakis, and L. Orozco-Barbosa, "Use of Alpha-Stable Self-Similar Stochastic Processes for Modeling Traffic in Broadband Networks," *Proceedings of 1998 SPIE Performance and Control Conference*, pp. 218-296, October 1998.