

실시간 비디오 통신을 위한 양자화 계수 자동 조절 방법

*정병진, **임창훈

건국대학교, 인터넷·미디어공학과

*vival@konkuk.ac.kr, **cyim@konkuk.ac.kr

Automatic Control of Quantization Parameter for Real-time Video Communication

*Byung Jin Chung, **Changhoon Yim

Konkuk University, Dept. of Internet & Multimedia Eng.

요 약

본 논문은 제한적인 대역폭을 가지는 무선 네트워크 환경에서 실시간 비디오 스트리밍 전송을 위한 양자화 계수 자동 조절 기법을 제안한다. 제안하는 방법은 실시간 비디오 통신을 위하여, 프레임 간 차이 연산을 이용하는 방법이다. 양자화 계수에 따라 화질이 변하는 특성에 기반 하여 프레임 간 차이 연산을 통해 데이터의 변화량을 예측하여 양자화 계수를 조절한다. 실험은 802.11n 무선 네트워크 환경에서 MFC 기반 비디오 영상 통신 모듈을 통해 양자화 계수 자동 조절 기법을 적용하였다. 양자화 계수를 실시간으로 조절하여 네트워크 전송 지연을 사전에 방지하고, 상대적으로 고정된 양자화 계수를 적용하는 비디오 통신 경우에 비하여 비디오 전송에 있어 더 원활한 통신을 가능하게 한다.

1. 서 론

모바일 단말기와 스마트 폰의 대량 보급으로 인하여 이동 시에 고품질의 인터넷 서비스를 이용하고자 하는 사용자의 욕구는 높아지고 있다. 이동 시 사용되는 미디어 서비스의 사용 빈도가 높아짐에 따라 사용자는 안정적인 무선 인터넷 서비스를 요구하는데, 아직까지 무선망은 유선망에 비해 제한적인 대역폭을 가지고 있다. 미디어 서비스를 제공함에 있어 무선망 같은 제한적 대역폭을 가지는 경우, 고화질의 안정적인 서비스를 제공하기 어려워 네트워크 송신 지연이나 패킷 손실을 발생 시키는데 사용자는 상대적으로 화질 저하에 따른 민감도보다 네트워크 통신 지연에 더욱 민감하게 반응한다[1]-[4]. 이러한 네트워크 통신 지연은 미디어 서비스의 품질을 저하시킨다. 본 논문에서는 미디어 서비스의 품질을 높이기 위해, 영상 통신에 있어 프레임 간 차이 정보를 이용한다. 압축을 위한 양자화 계수의 조절을 통해 화질을 조절하여 전송되는 비디오 크기를 네트워크 환경에 맞게 실시간으로 적응적 전송을 수행한다.

2. 비디오 압축에서의 양자화

양자화는 방대한 양의 영상 데이터를 축소하는 작업인 영상 압축에서의 정보 손실 단계로서 주로 고주파 성분 값들을 제거하게 된다. 양자화 과정을 진행하고 나면 데이터 경우의 수가 감소되기 때문에 데이터의 손실이 일어나지만 압축되는 데이터의 양을 크게 줄일 수 있다는 특성을 가진다[5]. 양자화 계수를 작게 하면 비디오 화질의 손실이 감소되지만 전송되는 데이터의 양은 상대적으로 증가하고, 양자화 계수를 크게 하면 비디오 화질의 손실은 증가되나 전송되는 데이터의 양

은 상대적으로 감소된다. 이 계수들은 미리 정해진 단순한 수치인데, 양자화 계수 값을 크게 하여 DCT(Discrete Cosine Transform) 계수가 0이 되는 블록의 수를 증가 시키고 양자화 계수를 감소하여 DCT 계수가 0이 되는 블록의 수를 감소시킬 수 있다. 사람 눈에 민감하게 반응되며 시각정보가 함축되어 있는 DC 및 저주파 성분은 계수를 줄이고 사람 눈에 덜 민감한 영상의 시각정보가 적게 분포되어 있는 고주파 성분의 계수는 증가시켜 양자화 하면 전체적으로 영상의 손실은 최소화 하면 시각적인 화질의 감소를 줄일 수 있다[5]. 어떠한 주파수 성분을 어느 정도 간격으로 양자화 하느냐에 따라서 같은 압축률을 가지면서도 화질이 좋아질 수도 있고, 나빠질 수도 있어 각 주파수 성분마다 양자화의 간격을 설정하는 것은 중요하다. 본 실험 모듈에서는 효율적인 손실을 하여 영상의 화질 저하는 작게 하면서 데이터의 양을 줄이기 위해 사용자가 양자화 정도를 조정 할 수 있게 구성하였다. 양자화 계수를 조절해 손실 압축을 수행한 계수들은 엔트로피 코딩을 적용한 무 손실 압축으로 한번 더 압축을 한다.

3. 제안하는 양자화 계수 자동 조절 방법

압축하는 과정에서 현재 프레임과 이전 프레임 간의 변화량이 증가한다면 압축되는 비디오의 크기가 증가한다고 예측할 수 있다. 고정된 낮은 양자화 계수는 무선 네트워크 같은 제한적인 환경에서 전송 지연이나 에러 현상을 발생시킬 수 있으며, 높은 양자화 계수로 인한 전송은 낮은 화질의 서비스만을 제공하기 때문에 양질의 서비스를 제공한다고 볼 수 없다. 이 같은 문제를 보완하기 위해 본 논문에서는 양자화 계수에 따라 화질이 변하는 특성에 기반하여 프레임 간 차이 연산을 통해 변화량을 예측하고 양자화 계수를 자동 조절하는 방법을 사

용한다. 전송되는 비디오의 크기를 사전에 예측해 크기를 조절하여 미디어 서비스의 품질을 향상 시킨다.

$$D_k = \frac{1}{NM} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (x_k(i,j) - x_{k-1}(i,j))^2 \quad (1)$$

식 (1)에서 N, M 은 각각 비디오의 한 프레임 내에서 수평, 수직 방향의 픽셀 개수이고, $x_k(i,j), x_{k-1}(i,j)$ 는 각각 k 번째, $(k-1)$ 번째 프레임의 (i,j) 좌표의 픽셀 값, D_k 는 k 번째 프레임에서의 프레임 간 차이에 의한 변화량을 나타낸다. D_k 의 값을 이용하여 각 프레임의 변화량에 따라 적정치의 기준을 세워 프레임의 차이가 클 경우 양자화 계수 값을 증가시키고, 차이가 적을 경우 양자화 계수 값을 감소시켜 전송한다. 이와 같은 방법을 적용하여 프레임 차이가 클 경우, 비디오 데이터의 손실 정도를 높여 전송하고, 프레임의 차이가 작을 경우, 비디오 데이터의 손실 정도를 줄여서 네트워크 환경에 맞추어 적응적으로 전송되는 데이터의 양을 조절한다.

4. 실험 결과

실험은 802.11n 무선 네트워크 환경에서 MFC 기반 비디오 영상 통신 모듈을 통해 양자화 계수 자동 조절 방법을 적용하여 수행하였다. 그림 1은 프레임의 변화량이 큰 경우의 패킷의 크기의 변화를 나타낸다.

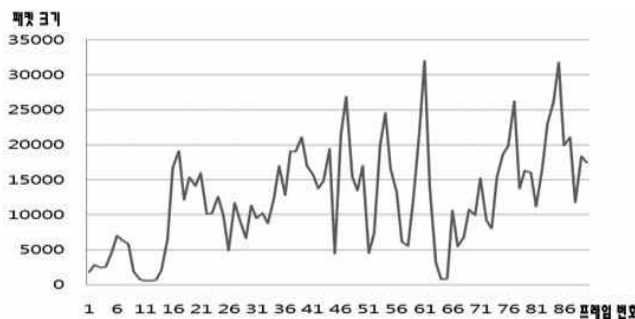


그림 1. 프레임 간 변화량이 큰 경우의 패킷의 크기 변화

무선 네트워크 환경에서 카메라를 움직여서 프레임 간 변화를 지속적으로 주어서 변화량이 클 경우의 패킷의 크기가 변하는 경우를 그래프로 표현하였다. 그림 1의 수치를 보았을 때 각 프레임 간 차이 변화에 따라 패킷의 크기가 크게 변화하는 점을 확인할 수 있다. 즉, 변화량이 높을수록 고용량의 데이터가 연속적으로 전송되어 무선 환경에서 과부하가 발생할 수 있다는 점을 예측할 수 있다. 그 결과 고정된 양자화 계수에서는 카메라로 들어오는 영상에 변화를 많이 주었을 때, 이전 프레임과 차이가 커서 용량이 급격하게 증가되어 비디오 전송 지연이 발생되었다. 이에 비하여 본 논문에서 제안하는 기법은 프레임 차이 값으로 인해 고용량의 패킷이 전송되기 전에 적응적으로 양자화 계수를 변화시켜 안정적인 송수신을 유지하였다. 실험 결과 양자화 계수가 낮은 고품질의 부호화 된 패킷은 제한적인 무선 네트워크 환경에서, 그림 2과 같이 패킷 에러 발생에 의한 비디오 화질 열화를 나타낸다. 압축된 비디오 데이터가 네트워크를 통해 전송 중, 일부의 패킷에 에러가 있거나 일부가 손상되었을 때 그림 2와 같은 현상이 발생되었

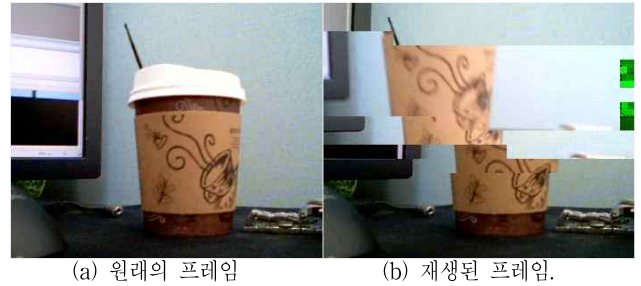


그림 2. 네트워크 상의 패킷 에러에 의한 비디오 화질 열화.

그림 2의 현상과 네트워크 지연에 의하여 실시간 통신 중 화면이 일시적으로 정지되는 현상까지 발생된다면 고정된 임계 값을 안정적으로 미디어 서비스를 제공 한다고 보기 어렵다. 이러한 상황에서 미디어 서비스의 품질을 높이기 위해서는 무선 환경에 맞게 적응적으로 전송되어야 한다. 제안하는 방법은 이 같은 비디오 화질 열화 현상을 보완한다.



그림 3. 제안하는 방법을 사용한 비디오 화질.

그림 3은 그림 2과 같은 환경에서 실험한 결과이다. 그림 2에 비하여, 열화 없는 깨끗한 화질로 전송되고 있는 점을 확인할 수 있다. 고정된 양자화 계수 값과 같은 계수 값을 가졌으나 네트워크 지연 및 손실이 없어서 더 높은 화질을 나타내었다. 이 같은 현상이 나오게 된 배경은 움직임이 적을 때는 많은 데이터 량을 허용해주고 변화량이 커질 때는 비디오의 크기를 축소하여 적응적으로 서비스를 제공했기 때문이다. 그림 2는 고품질의 비디오를 연속적으로 전송하여 제한된 무선 네트워크의 대역폭에 과부하를 일으켰고 그림 3은 고품질로 전송되다 변화량이 커지면 화질이 자동으로 조절되어 네트워크 대역폭에 과부하를 일으키지 않고 전송이 되었다. 즉, 그림 3의 경우는 적응적으로 양자화 계수가 조절되어 네트워크 대역폭에 대한 과부하를 줄일 수 있는 효과가 있었다.

표 1. 그림 2와 그림 3 경우의 신호 대 잡음 비 (PSNR) 비교

PSNR	네트워크 패킷 에러에 의한 비디오 화질	제안하는 방법을 적용한 비디오 화질
R	12.56	28.29
G	12.42	31.59
B	11.16	26.20

표 1은 그림 2와 그림 3 경우에 대한 R,G,B 영상의 PSNR을 나타

낸다. 고정된 임계 값을 취하여 네트워크 패킷 에러 현상을 나타내는 화질 보다 양자화 계수가 변하여 전송된 비디오 화질이 좋은 경우를 보여준다. 무선 네트워크 환경은 제한적이며 변동이 크기 때문에 양자화 계수를 적응적으로 조절한 기법이 고정된 임계 값 보다 화질과 비디오 전송 지연 측면에서 향상된 성능을 보인다. 양자화 자동 조절 방법을 적용하였을 때, 양자화 계수 값이 감소되어 고화질의 프레임을 전송하여도 즉시 다음 프레임의 양자화 계수 값을 높여 비디오 크기를 줄였기 때문에 원활한 영상 송수신이 가능하였다. 고화질의 프레임을 전송할 때는 네트워크 환경에 따라 인코더의 버퍼에 오버플로우가 발생하여 프로그램이 정지되는 현상이 발생되기도 하는데 제안하는 기법을 사용하였을 때는 이와 같은 현상이 크게 감소하였다.

5. 결론

본 논문에서는 현재 양자화 계수 자동 조절을 통해 무선 네트워크에서 어떠한 성능을 발휘 하는지 분석하였다. 그 결과, 전체적인 전송 과정에서 약간의 부호화 손실이 증가하는 경우도 있었지만, 패킷 에러에 의한 비디오 화질 열화가 감소하여 무선 네트워크 환경에서 전체적으로 재생되는 비디오의 화질이 개선되는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 양자화 계수 조절은 무선 네트워크 환경에서 상대적으로 더 효율적인 전송을 나타내었다. 본 논문에서는 제안하는 방법을 통하여 사용자에게 네트워크 지연이 감소하는 서비스를 제공하는 것을 확인 하였고 무선 네트워크 전송 시 패킷 에러에 의한 화질 감소의 단점을 줄였다.

Acknowledgment

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-C1090-1131-0003).

5. 참고 문헌

- [1] M.R. Civanlar, A. Luthra, S. Wenger, and W. Zhn, "Introduction to the special issue on streaming video," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Tech.*, vol. 11, no. 3, pp. 265-268, Mar. 2011.
- [2] H. Li, A. Lundmark, and R. Forchheimer, "Image sequence coding at very low bit rates: a review," *IEEE Trans. Image Processing.*, vol. 3, no. 5, pp. 568 - 609, Sep. 1994.
- [3] Guy Cote, Berna Erol, Michael Gallant, "H.263+: Video coding at low bit rates," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Tech.*, vol. 8, no. 7, pp. 849-866, Nov. 1998.
- [4] Y. Shi, C. Wu, and J. du, "A novel unequal loss protection approach for scalable video streaming over wireless networks," *IEEE Trans. Consumer Electronics.*, vol. 53, no. 2, pp. 363-368, May 2007.
- [5] 조재수, 강현수, 김홍수, 김성득, "멀티미디어 신호처리 이론 및 실습," 사이텍 미디어, 2006.