

웨이블릿 계수조정을 통한 웨이블릿 압축영상의 화질 개선 방법

이 호 근, 김 윤 태, *김 주 원, 하 영 호
경북대학교 전자전기컴퓨터학부, *(주)LG전자
전화 : 053-950-5535

Wavelet-compressed Image Improvement Method Using Modification of Wavelet Coefficients

Ho-Keun Lee, Yun-Tae Kim, Ju-Won Kim, Yeong-Ho Ha
School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University
E-mail : yha@ee.knu.ac.kr

Abstract

This paper proposes a wavelet-based video compression method to improve compressed images using modification of wavelet coefficients. In conventional wavelet-based compression methods, bigger coefficients are transmitted early according to the significance of the coefficients. In this reason, when some coefficients which have more significance but are not bigger are not transmitted, image degradation occurs. The proposed method considered two human visual characteristics. First, human eyes are more sensitive to the change of middle frequency which represents abrupt change of brightness than that of high frequency which expresses fine region. Second, human eyes are more dull to color component than luminance respectively. By adjusting the coefficients of wavelet transformed signals and allocating more bits for compression to the luminance signal, higher compression could be achieved.

I. 서론

현재 블록기반의 압축이 아닌 비블록기반 압축 방법으로 웨이블릿을 이용한 기법이 많이 연구되고 있다.

이러한 연구들에 있어 이산 웨이블릿 변환을 이용한 신호의 처리에 많은 관심이 모아지고 있고 JPEG-2000 영상압축 표준에 핵심 알고리즘으로 채택이 되어 응용 범위를 확대해 가고 있다.

웨이블릿 변환을 이용한 압축방법들은 변환 후 계수의 크기에 따라 중요도를 판단하여 전송하는데, 이 때 압축률에 따라 전송하면 우선적으로 큰 계수가 먼저 부호화된다. 계수의 중요도에 따라 큰 값을 먼저 전송하므로 시각적으로 중요하나 값이 크지 않은 경우에는 화질의 열화가 발생하는 단점이 있다. 따라서 제안한 방법에서는 인간의 시각이 세밀한 부분보다 불연속성이나 갑작스런 밝기의 변화와 같이 중간주파수 부분의 영상에 대해 더 민감한 반응을 보이는 특성과 칼라 신호에 대해 상대적으로 둔감한 특성을 웨이블릿 계수의 조정과 채널별 비트 할당을 통해 화질을 개선하면서 압축 효율을 높였다.

II. SPIHT(set partitioning in hierarchical trees)

웨이블릿 변환 후 계수를 점진적으로 보낼 수 있는 효율적인 압축 방식이 SPIHT(set partitioning in hierarchical trees)이다[1]. 이 기법은 웨이블릿 대역의 계수 가운데 가장 중요한 계수를 우선적으로 선별하고 이들을 비트 플레인(bit plane)으로 분해한 후, 상위 비

트부터 순차적으로 전송하여 점진적 전송을 가능하게 만든 방식으로서, 기존의 EZW(Embedded Zero-tree Wavelet)방식에 비하여 계산적으로 매우 단순하고 효율적인 기법으로 알려져 있다. SPIHT 방법은 가장 큰 계수가 가장 큰 정보량을 가지고 있다는 사실을 이용하여 큰 계수를 먼저 보냄으로써 embedded 비트열을 만들어 낸다. 이러한 점진적인 전송방식은 원하는 정보량 내에서 부호화를 제어할 수 있어 비트율 조정이 아주 용이하다[2-4].

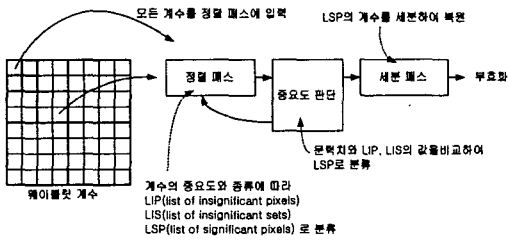


그림 1. SPIHT의 구조

그림 1에서처럼 SPIHT 알고리즘에는 정렬 패스 (sorting pass)와 세분 패스(refinement pass)라는 두 단계로 나누고, 정렬 패스에서는 계수들을 특정 임계값과 비교해서 중요도를 알아내고 세분 패스에서는 정렬 패스에서 구한 중요한 계수 값을 세밀화 한다. SPIHT 알고리즘은 LSP(list of significant pixel), LIP(list of insignificant pixel), LIS(list of insignificant set)라는 세 개의 리스트를 사용해서 계수들의 좌표를 관리하며, 정렬 패스에서 각각의 값을 차례대로 조사해 가면서 문턱치와 비교하여 양자화하며, 세분 패스에서 차례대로 양자화 값에 대한 세분정보를 만든다. 이와같은 과정은 원하는 비트율에 도달할 때까지 반복한다.

III. 제안한 웨이블릿 계수조정을 이용한 화질개선 압축방법

3.1 분해레벨별 웨이블릿 계수의 상관 관계

웨이블릿 계수와 영상의 분해 레벨에 따라 영상의 화질에 영향을 주는 부분을 확인하기 위해 영상의 분해 레벨에 따른 분산 값을 구하였다. 그림 2는 계단 에지에 대한 영상의 분해 레벨에 따른 각 대역별 계수의 분산 값으로서 중요도에 따라 레벨이 정해지지는

않음을 보이고 있다. 일반적인 웨이블릿 필터를 사용하였을 경우, 전반적인 영상에 대해서는 레벨에 따라 계수의 분산값이 증가하는 분포를 보여서 압축 효율을 높여주지만, 계단과형같은 전 주파수 대역의 정보를 갖는 에지를 압축할 경우에는 그림 2에서처럼 영상의 중요도에 따라 값이 분포하지 않음으로 영상의 왜곡이 발생한다. 그림 3은 계단 파형을 입력을 주었을 때, 레벨별 중요도를 시각적인 관점에서 보는 것으로서 해당 레벨의 계수를 복원하지 않았을 때 나타나는 왜곡을 나타내었다. 그림 3에서 보면 알 수 있듯이 상대적인 중요도가 높은 레벨 3의 계수의 영향력이 시각적으로 더 큰 것을 알 수 있다.

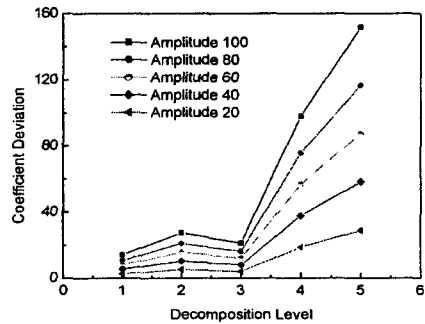


그림 2 분해레벨에 따른 분산값

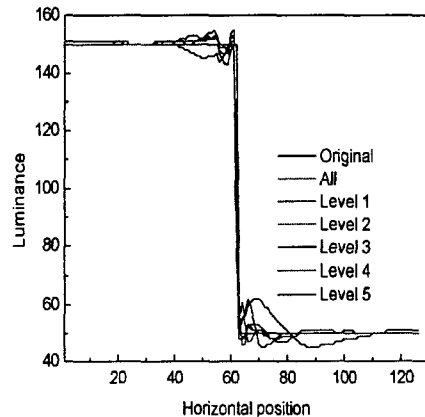


그림 3 계단 파형에 입력에 대한 레벨별 영향력

3.2 시각 특성에 따른 계수 조절

인간의 시각은 같은 차이로 변하는 휘도 신호라도 인식하는 한계를 가진다[5]. 그림 4에 0부터 250까지 10씩 증가하는 그레이 바(gray bar)영상을 나타내었다.



그림 4. 그레이 바 영상

같은 차이로 밝기를 변화시켰지만 인간의 눈이 더 선명하게 차이를 느끼는 부분은 가운데 부분이고 양쪽으로 갈수록 느끼는 차이가 적어짐을 알 수 있다. 이것은 밝기 값에 따른 인간의 인식한계가 달라지며, 웨이블릿의 LL밴드에서의 계수에 대한 적용적 양자화가 가능함을 보여준다.

인간의 시각은 주파수에 따라 다른 감도를 보이지만, 중간 주파수 영역에서 다른 주파수 영역보다 민감하게 반응한다. 그림 5에 주파수에 따른 감도를 근사함수의 곡선으로 나타내었다. 중간부분이 더 선명하게 느끼는 것을 알 수 있다.

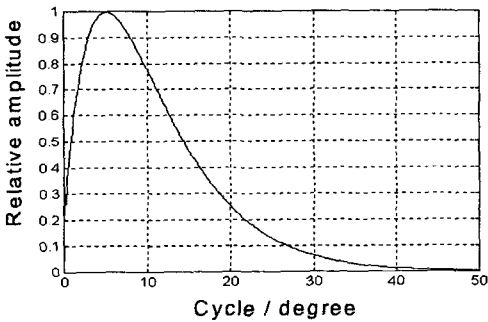
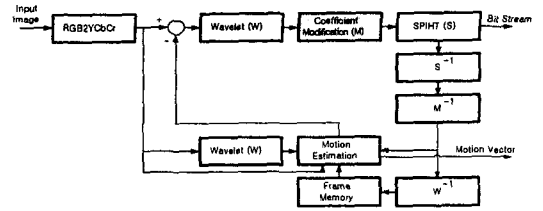


그림 5. 주파수에 따른 인간시각의 민감도

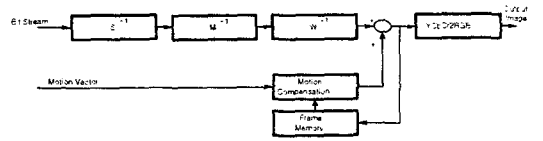
이러한 점에 착안하여 제안한 방법에서는 웨이블릿 변환 후, 밴드와 계수의 특성에 따라 새로운 계수를 부여하여 중요도의 변화를 주도하도록 하였다. 중간 주파수 대를 반영하는 웨이블릿의 레벨 2에서 계수들에 다음 식을 이용하여 변화를 주었다.

$$w_{new} = (1 + a)(w_{org} - \overline{w}) + \overline{w} \quad (1)$$

여기서 w_{new} 는 새로운 웨이블릿 계수, w_{org} 는 원래의 웨이블릿 계수, a 는 밴드에 따라 달라지는 상수, \overline{w} 는 3x3 마스크 내의 웨이블릿 계수들의 평균을 의미한다. 그림 6은 이러한 방법을 적용한 부호화기 및 복호화기를 나타내고 있다.



(a) 부호화기



(b) 복호화기

그림 6. 제안한 부호화 및 복호화기



(a) SPIHT 만을 이용한 복원 결과(0.25bpp)

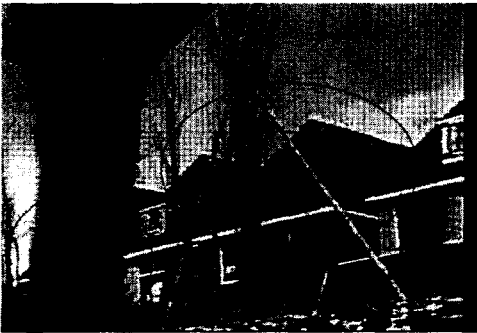


(b) 제안한 방법의 복원 결과(0.25bpp)

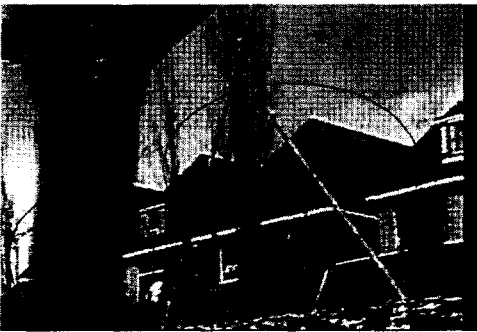
그림 7. 'Barbara' 영상의 확대 결과 비교

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 기존의 방식과 제안한 방식을 정지 영상인 512x512의 Barbara영상과 동영상인 720x480 크기의 CCIR 601 영상인 flower를 이용하여 실험하였다. 블록기반의 대표적인 방법인 JPEG과 MPEG 방법에 대해 제안한 방법과 비교하였다. 그림 7은 0.25bpp로 압축복원한 웨이블릿 영상(SPIHT)과의 비교 결과 그림이다. 그림에서 보면 에지 부분의 정보들이 좀더 잘 나타남을 알 수 있다. 그림 8에서 동영상 적용을 위해 MPEG과 제안한 방법의 비교 결과 그림을 나타내었다. 15프레임을 기준해서 40:1의 압축을 이루기 위해 첫 번째의 I 프레임은 약 22:1의 압축률로 압축되었다. MPEG에서 발생한 블록화 현상이 제안한 방법의 I 프레임에서는 발생하지 않았으며, P 프레임에서도 블록화가 상당히 제거되며, 화질 또한 개선됨을 알 수 있다.



(a) MPEG(22:1)



(b) 제안한 방법(22:1)

그림 8. I 프레임의 MPEG과의 화질 비교 결과

V. 결론

본 연구에서는 웨이블릿 변환을 이용한 영상 압축 및 복원에 관한 알고리즘을 제안하였다. 높은 압축률에서 화질의 열화를 최소화하기 위해서 다중해상도 분

해 방식이 웨이블릿을 적용하였고, 인간 시각 체계의 특성을 이용하여 화질의 개선과 채널별 압축을 수행하여 높은 압축률을 이루었다.

향후 과제로 보다 적은 자원의 시스템 구현을 위해 제안한 방법과 함께 시스템을 단순화할 수 있는 밴드별 압축 및 움직임 추정 방법으로 실시간 처리가 가능한 시스템 구현을 도모해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] A. Said and W.A. Pearlman, "A new fast and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees," IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video technology, vol. 6, no. 3, pp. 243-250, June 1996.
- [2] W. B. Pennebaker, and J. L. Mitchell, JPEG STILL IMAGE DATA COMPRESSION STANDARD, Van Nostrand Reinhold, New York, Ch.11, pp. 189-191, 1993.
- [3] C. K. Chui, An Introduction to Wavelets, Academic Press, 1992.
- [4] I. Daubechies, Ten lecture on wavelets, society for industrial and applied mathematics, Philadelphia, Pennsylvania, 1992.
- [5] C. J. Bartleson and E. J. Breneman, "Brightness perception in complex fields," J. Opt. Soc. Am., vol. 57, pp. 953-957, 1997.