

웨이브렛 변환을 이용한 스테레오 이미지 압축

Stereo Image Compression using Wavelet Transform

최정구*, 강민숙, 조동섭

이화여자대학교 컴퓨터학과 컴퓨터구조 및 시스템 설계 연구실

Jeong-Ku Choi*, Min-Sook Kang and Dong-Sub Cho

Dept. of Computer Science & Engineering, Ewha Womans Univ.

{972COG08, 981COG01, dscho}@mm.ewha.ac.kr

정보통신 기술이 급격히 발달함에 따라 영상처리 및 압축 기술에 대한 중요성이 대두되고 있다. 현재 정지 압축 영상 표준인 JPEG과 동영상 압축 표준인 MPEG에서는 통계적 특성에 기반한 DCT 방법을 이용하여 압축을 수행하고 있다. 최근에는 웨이브렛 변환을 이용한 영상신호 처리 및 압축에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 이는 기존의 DCT 방법과는 달리 속도와 압축률이 뛰어나며 블록화 현상(Blocking Effect)이 발생하지 않기 때문이다. 또한 웨이브렛 자체가 함수이고 이러한 함수에 다른 스케일과 해상도를 적용하는 것이므로, 영상을 확대하거나 축소하더라도 이미지에 손상을 주지 않고 복원할 수 있다.

스테레오 이미지는 사람의 시각에서 물체를 보는 것처럼, 카메라에서 같은 장면을 약간의 차이를 두어 찍은 것이다. 따라서 오른쪽과 왼쪽의 두 이미지로 나누어지게 되는데, 이 두 이미지 사이에서 공통 부분이 많다는 특징을 가지게 된다. 따라서 두 이미지의 공통 부분을 찾아내고, 이를 이용하여 압축을 할 수 있다면 압축률을 높일 수 있다. 본 연구에서는 웨이브렛 변환을 이용하여 스테레오 이미지에서의 공통 부분을 찾고 영상을 효율적으로 압축하는 방법에 대하여 연구한다.

I. 서론

정보통신 기술과 컴퓨터 기술이 발달하면서 멀티미디어 기술은 눈에 띄게 발전하게 되었다. 인터넷 등을 통하여 용량이 방대한 멀티미디어를 전송하기 위하여 압축에 관한 연구가

활발히 진행되었으며 그 결과 정지 영상의 경우에는 JPEG, 동영상의 경우에는 MPEG이 표준안으로 자리잡게 되었다.

하지만, JPEG을 이용하게 되면 압축률이 높아질수록 블록간의 경계를 따라 불연속성을 보여주는 블록화 현상이 일어나게 된다[1]. 이를 극복하기 위하여 웨이브렛 변환을 이용한 영상 압축 기법이 제안되었다. 웨이브렛 변환을 이용하여 영상을 다해상도로 분해한 후, 영상을

본연구는 정보통신부 초고속 정보통신 응용기술개발 사업[과제번호 : AB-97-E-0097, 과제명 : 초고속 통신망을 이용한 인터랙티브 WebCAM/MIC 시스템의 개발] 연구비 지원으로 수행된 것임

압축하는 것은 기존의 DCT를 이용한 방법보다 압축율을 높일 수 있고 블록화 현상이 일어나지 않아 인간의 시각에 보다 적절한 압축 방법이라 할 수 있다[2].

스테레오 이미지(stereo image)란, 같은 장면을 약간의 차이를 두어 찍은 것으로 오른쪽과 왼쪽의 이미지로 나뉘어 표현되며 공통된 부분이 많게 된다. 따라서 공통된 부분을 찾아 압축에 이용한다면 압축율을 높일 수 있다.

본 연구에서는 이미지에서 웨이블릿 계수의 차를 이용하여 압축율을 높이는 방법에 대하여 연구한다.

II. 본론

1. 영상에서의 웨이블릿

웨이블릿 변환은 푸리에 변환의 일종으로 기본 함수(basis function)를 이동하고 확장함으로써 이루어진다. 하지만 푸리에 변환과는 달리 시간-주파수 공간에서 지역성(locality)를 갖는다는 특성을 가지고 있다. 이산 웨이블릿 변환(DWT)을 수식으로 나타내면 다음과 같다[3].

$$f(t) = \sum_{j,k} a_{j,k} 2^{j/2} \psi(2^j t - k) \quad (1)$$

여기서 j 는 확장, k 는 이동을 나타낸다. 식 (1)에 식 (2)를 적용하면, 식 (3)과 같은 형태로 나오게 되며 함수 내적을 이용하면 식 (4)와 같이 된다[3].

$$\psi_{j,k}(t) = a_{j,k} 2^{j/2} \psi(2^j t - k), \quad j, k \in Z \quad (2)$$

$$f(t) = \sum_{j,k} a_{j,k} \psi_{j,k}(t) \quad (3)$$

$$f(t) = \sum_{j,k} \langle \psi_{j,k}(t), f(t) \rangle a_{j,k} \psi_{j,k}(t) \quad (4)$$

영상과 같은 2차원 신호는 행 방향과 열 방

향의 순으로 웨이블릿 변환을 반복 수행한다. 그림 1은 영상을 웨이블릿으로 분해하는 과정을 나타낸 것으로 h 는 저대역(lowpass) 필터, g 는 고대역(highpass) 필터를 나타낸다. 복원 시에는 역방향의 과정을 거치면서 원래의 값으로 돌아오게 된다.

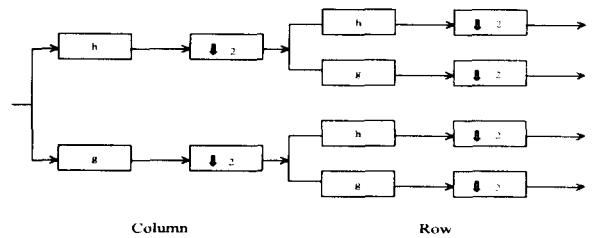


그림 1. 영상의 웨이블릿 분해과정

영상을 웨이블릿으로 변환할 때마다 저주파 성분(LL)과 수직, 수평, 대각선의 방향성을 가진 고주파 성분(LH, HL, HH)으로 나뉘게 되며 LL대역의 영상은 원영상에 대하여 해상도가 반으로 줄어들게 된다. 변환된 부분 영상은 해상도를 나타내는 단계 $L(1, 2, \dots)$ 와 방향 $O(LL, LH, HL, HH)$ 로 표현될 수 있다. 각 대역은 원영상과 닮은 형태를 가지고 있으며 변환 영역에서의 계수간의 관계는 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 이런 계수간의 대응관계를 자기상관성(Self-similarity)라고 한다[2].

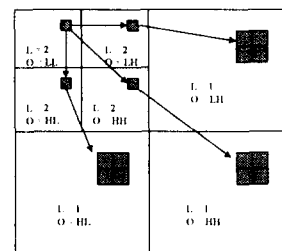


그림 2. 웨이블릿에 의한 대역분할과 상관관계

그림 3은 실제로 많은 실험에 사용되는 Goldhill 그림에 1단계 웨이블릿을 적용한 예

이다. LL 영역에 저주파 성분이 모이고 각 대역에 원영상과 닮은 영상이 나타나는 것을 알 수 있다.

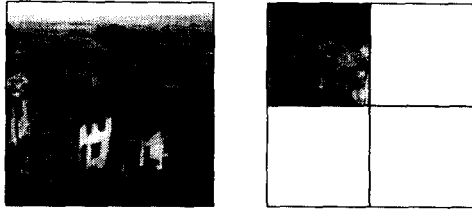


그림 3. 1단계 웨이브렛 분할 예

웨이브렛을 이용한 영상 압축은 그림 4와 같이 영상의 웨이브렛 변환, 양자화를 통한 손실 압축, entropy coding 기법을 통한 무손실 압축의 단계를 가진다[3, 4].

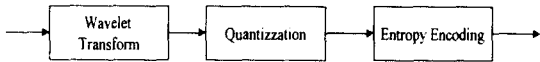


그림 4. 웨이브렛 변환을 이용한 영상압축

손실 압축은 양자화(Quantization)로 고주파 성분을 버리기 위하여 양자 계수로 나누어 나머지 값을 없애는 것이다[5]. 양자화를 거치게 되면, 저주파 성분을 제외한 나머지 부분은 거의 0으로 되므로 압축 효율을 높일 수 있다. 웨이브렛 변환을 이용한 압축에서는 스칼라 양자화와 벡터 양자화, 두가지 방법이 많이 쓰인다.

무손실 압축은 통계적 특성에 따른 것이다. 주로 사용되는 기법으로는 Huffman Coding, Run-Length Coding, LZW, Arithmetic Coding 등이 있다[4].

2. 제안한 기법

본 연구에서는 스테레오 이미지에서 오른쪽 영상과 왼쪽 영상을 웨이브렛 변환을 거친 후 그 차이값을 저장하여 양자화 후 전송하는 방식을 제안한다. 그림 5는 이와 같은 압축

(encoding) 과정을 간단히 그림으로 나타낸 것이다.

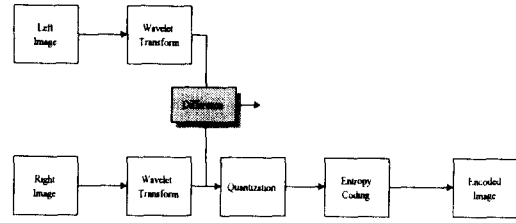


그림 5. 제안한 압축방법

복원 과정에서는 역양자화 단계후 차이값을 더하고 웨이브렛 변환을 수행하여 이미지를 얻게 된다. 여기서 기본이 되는 영상의 웨이브렛 계수를 a 라 하고 차이값만을 보내게 되는 웨이브렛 계수를 b 라 하고 이 차이값을 d 라 할 때 양자화 과정에서 손실되는 정도를 각각 계산해보자. 양자 계수를 Q 라 하면 각각 웨이브렛 변환 후 양자화 한 경우는 각각 $\frac{a}{Q}$, $\frac{b}{Q}$ 가 된다. 차이값을 구하여 양자화를 수행한 경우,

$\frac{d}{Q} = \frac{a-b}{Q} \approx \frac{a}{Q} - \frac{b}{Q}$ 이 성립하게 된다. 또한 차이값에서 작은 값을 가지는 고주파 성분이 없어지게 되므로 뒤의 무손실 압축시 유용하게된다.

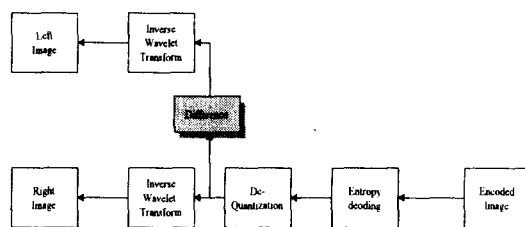


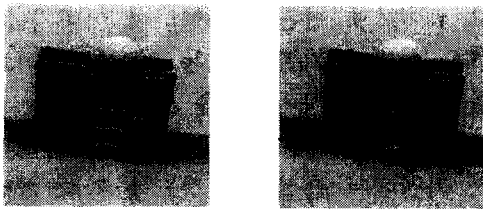
그림 6. 제안한 복원방법

3. 실험결과

실험에서는 인터넷 상에서 구한 256×256 이미지를 사용하였으며 2단계 웨이브렛 분해로 하였으며 웨이브렛 필터는 Daubechies의 7/9

필터를 사용하였다[6]. 손실 압축 기법으로는 스칼라 양자화를 이용하였으며 단일 양자 계수를 적용하였다. 무손실 압축에는 Arithmetic Coding 방법을 적용하였다. 전체적인 압축 비율은 20:1로 하였다.

다음 두 영상은 본 연구에서 제시한 방법으로 실험한 결과이다. 오른쪽 영상은 일반적인 웨이브렛 변환 과정을 통한 영상이고, 왼쪽은 복원시 차이값과 오른쪽 영상의 웨이브렛 변환 전 계수 값을 더한 뒤 웨이브렛 변환을 거쳐 복원된 영상이다.



원 영상과의 차이는 오른쪽 이미지의 경우 압축하기 전과 $RMSE = 1.92527$, $PSNR = 42.441$ dB 로 개별적으로 압축했을 때와 같았고 왼쪽 이미지는 $RMSE = 2.40993$ $PSNR = 40.4907$ dB으로 개별적으로 압축했을 때 ($RMSE = 1.86744$, $PSNR = 42.7059$ dB)보다 약간의 차이를 보였다.

III. 결론

본 연구에서는 유사한 두 이미지를 효율적으로 압축하여 보낼 수 있는 방법에 대하여 알아보았다. 두 영상에서 한 영상은 웨이브렛 계수의 차이값을 구하여 이용하는 방법으로 개별적으로 압축했을 때 보다 약간의 화질 손상은 있지만 계수값 감소하므로 압축률을 높일 수 있었다.

향후 과제로는 스테레오 이미지에서 MPEG에서도 사용되고 있는 motion estimation 기법의 적용방법 연구와 효율적인 양자화 방법에 대한

연구 및 적용이라 하겠다.

IV. 참고문헌

- [1] 신은경, "BDCT 기반 영상의 블록킹 현상 제거를 위한 분류 저역 필터링 기법", 이화여자대학교 1996학년도 석사학위 청구논문.
- [2] 김민구, 김승종, 정제창, "개선된 웨이브릿 기반 MPEG-4 정지 영상 압축 기법", 제 10회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, 1998.
- [3] C.S.Burrus, R.A.Gopinath, and H.Guo, "Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms : A Primer", pp.1-9, 212-216, Prentice Hall, 1998.
- [4] 이해성, 지연숙, 박국남, 유지상, 변혜란, 구자용, "웨이브릿 변환과 영상의 동질성을 이용한 영상압축", 1998년도 한국 정보과학회 봄 학술 발표 논문집 Vol. 25, No. 1.
- [5] 정제창 역, 최신 MPEG, pp.33-34, 교보문고, 1997.
- [6] M.Antonini, M.Barlaud, P.Mathieu, and I.Daubechies, "Image Coding Using Wavelet Transform", IEEE Trans. Image Processing, vol.1, no.2, pp.205-220, April, 1992.
- [7] W.H.Press, S.A.Teykolsky, B.P.Flannery, W.T.Vetterling, "Numerical Recipies in C", Cambridge Univ. Press, 1992.