

초음파 영상특성에 기반한 고속 초음파 영상압축

김상현
(주)메디슨 연구소

Fast Ultrasound Image Compression Based on Characteristics of Ultrasound Images

S. H. Kim
Center of R&D, Medison, Inc

ABSTRACT

In this paper, We proposed fast ultrasound image compression based on characteristics of ultrasound images. In the proposed method, wavelet transform is performed for non-zero coefficients selectively. It codes zero-tree symbols using conditional pdf (probability density function) as orientation of bands. It normalizes wavelet coefficients with threshold of each wavelet band and encodes those using a uniform quantizer. Experimental results show that the proposed method is the proposed method is superior in PSNR to LuraTech's method by about 1.0 dB, to JPEG by about 5.0 dB for 640 x 480 24bits color ultrasound image.

I. 서 론

최근, 초음파 영상을 저장하고 망을 통해서 전송 하는 등의 기능을 가진 초음파 기기들이 많이 개발되고 있고, 이러한 작업을 좀 더 효율적으로 처리하기 위해서 초음파 영상에 적합한 압축방법을 필요로 하고 있다.

일반적인 영상압축 방법으로는 DCT 기반 JPEG 부호화와 웨이브렛 변환[1,2]을 이용한 영상압축 방법 등이 있다. 최근에는 웨이브렛 변환을 이용한 영상압축 방법이 활발히 연구되고 있다. 특히 웨이브렛 변환은 에너지 국부화 성능이 우수하고, 영상의 주파수 특성과 공간적인 위치 정보를 동시에 표현함으로써 영상압축에 유용한 변환으로 많이 사용되고 있다.

본 논문에서는 초음파 영상 특성에 기반한 웨이브렛 변환 영상압축 방법을 제안한다. 제안된 방법은 먼저, 웨이브렛 필터로 영상을 convolution 한 후 up 또는 down 샘플링 하는 웨이브렛 변환을 하나의 과정으로 통합하였다. 그리고, 초음파 영상에서 "0"이 아닌 화소 값들이 국부적으로 분포하는 특성을 이용하여 선택적으로 웨이브렛 변환을 수행하였다. 그리고, 웨이브렛 레벨별로 최적의 문턱 값을 계산하고 이 문턱 값으로 웨이브렛 밴드내의 인자들을 부호화 해야 할 인자와 부호화 하지 않아도

되는 인자로 구분한다. 그리고, 부호화 해야 할 인자들의 위치정보를 밴드별로 방향성을 고려하여 재로 나무 구조로 표현하고, 문턱 값을 이용하여 웨이브렛 레벨별로 웨이브렛 인자들을 정규화 하여 하나의 양자화기로 적응적 양자화를 수행한다.

II. 본 론

2.1. 고속 웨이브렛 변환

길이가 M 인 신호를 길이가 K 인 웨이브렛 필터 h(k)로 웨이브렛 분해, 합성 하는 과정을 수식적으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{분해: } S^n x(m) = \sum_{k=0}^{K-1} h(k) S^{n-1} x(m+k) \text{ for } 0 < m < M$$

$$\text{합성: } S^{n-1} x(m) = \sum_{k=0}^{K-1} h(k) S^n x(m+k) \text{ for } 0 < m < M$$

(1)

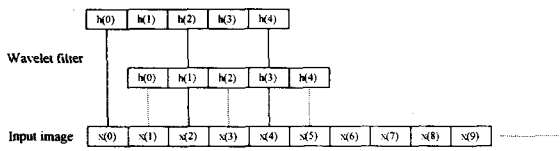
여기서, 분해하는 과정에서는 웨이브렛 분해된 신호 Sⁿx를 2 배 down 샘플링을 해야 하고 합성하는 과정에서는 웨이브렛 합성하기 전 신호 Sⁿx를 2 배 up 샘플링을 해야 한다. 이러한 전처리 혹은 후처리 과정의 up 또는 down 샘플링하는 과정을 미리 고려하여 식(1)을 수정하면 다음과 같이 된다.

$$\text{분해: } S^n x(m) = \sum_{k=0}^{K-1} h(k) S^{n-1} x(2m+k) \text{ for } 0 < m < M$$

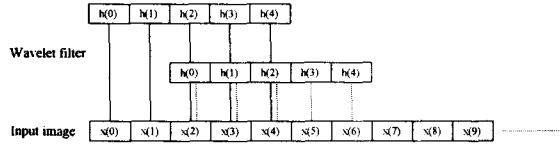
$$\text{합성: } S^{n-1} x(m) = \sum_{k=0}^{(K-1)/2} h(2k) S^n x(m+2k) \text{ for } 0 < m < M$$

(2)

그림 1은 이 과정을 도식적으로 표현하고 있다. 그리고, 초음파 영상은 일반 영상과 달리 많은 부분 "0" 값이 존재하고 이러한 화소들의 위치를 미리 파악한다면 계산량이 많이 필요한 convolution 횟수를 줄일 수 있다. 본 논문에서는 현재 필터 범위 내에서 "0"이 아닌 화소가 존재하는 지를 조사하여 선택적으로 convolution 을 수행하였다.



(a) 웨이브렛 분해과정



(b) 웨이브렛 합성과정

그림 1 수정된 웨이브렛 변환과정

2.2. 방향성을 고려한 제로 나무 구조 부호화

제로 나무 구조의 각 노드 심벌들은 엔트로피 부호화된다. 본 논문에서는 인접한 화소의 제로 트리 심벌과 현재 심벌 사이의 유사성을 이용하기 위하여 조건부 확률함수(conditional pdf)를 이용하여 엔트로피 부호화를 하였다. 그리고, 각 밴드의 방향성에 따라 신호 분포 특성이 다르므로 현재 (u,v) 위치의 심벌이 수평 방향 밴드에 있을 경우 (u,v-1) 위치의 심벌을 참조하고, 수직 방향 밴드에 있을 경우 (u-1,v) 위치의 심벌을 참조한다.

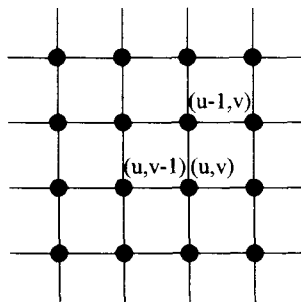


그림 2. 웨이브렛 밴드 내 화소 위치

$$\text{수평: } Sv^*(u,v) = Tr(Sv(u,v) | Sv(u-1,v)) \quad (3)$$

$$\text{수직: } Sv^*(u,v) = Tr(Sv(u,v) | Sv(u,v-1))$$

여기서 Sv(.)는 제로 트리 심벌이고, Tr(.)은 인접한 화소의 심벌과 현재 화소의 심벌을 조사하여 현재 화소에 새로운 심벌을 할당한다.

2.3. 웨이브렛 인자의 정규화

DCT 기반 JPEG 영상압축은 정규화 테이블을 이용하여 각 인자에서 발생하는 양자화 에러의 크기를 조절하고, 신호의 중요도에 따라 각 인자에 가중치를 부여하고 있다. 웨이브렛 변환을 이용한 영상압축에서는 정규화 테이블의 역할을 각 웨이브렛 레벨별로 최적의 값으로 계산된 문턱 값[3]들 대신

할 수 있다.

$$S^n x^*(u,v) = \left\lfloor \frac{S^n x(u,v) - T(2^n)}{T(2^n)} \right\rfloor \text{ for } S^n x(u,v) > T(2^n) \quad (4)$$

여기서 [·]는 가장 가까운 정수로 치환한다. T(2^n)은 n 웨이브렛 레벨에서의 문턱 값을 나타내고 S^n x(u,v)는 n 웨이브렛 레벨의 (u,v) 위치에서의 웨이브렛 인자의 화소 값을 각각 나타낸다.

III. 결 론

본 연구에서는 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 다양한 실험을 수행하였다. 실험을 위해 사용된 영상은 640x480 화소, 24 비트 초음파 영상을 사용하였고, 실험기기로는 펜티엄 II 233MHz IBM PC 호환 기종을 사용하였다. 표 1은 제안된 방법, 상용의 LuraTech 방법, JPEG의 수행시간을 비교하고 있다. 표에서 제안한 방법이 LuraTech의 방법과 비교하여 거의 동일한 결과를 보여주고 있다.

표 1. 부호화 시간 비교

Method	JPEG	LuraTech's	Proposed
Encoding time[sec]	0.5	0.8 ~ 1.2	1.0 ~ 1.4

그림 3은 부호화한 결과를 PSNR 관점에서 비교하고 있다. 제안된 방법이 JPEG에 비해서는 평균적으로 약 5dB, LuraTech 방법에 비해서는 약 1dB 우수함을 확인할 수 있었다.

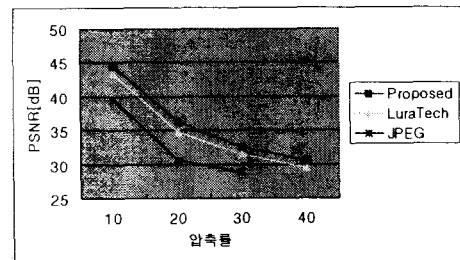


그림 3. PSNR 결과 비교

참고문헌

[1] M. Vetterli and J. Kovacevic, Wavelets and Subband Coding. Prentice Hall, New Jersey, 1995.
 [2] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients," IEEE Trans. Signal Processing, vol. 41, no. 12, pp. 3445-3462, Dec. 1993.
 [3] 김상현, 김남철, "웨이브렛 피라미드에서의 점진적 프랙탈 부호화에 대한 최적 문턱값 설정," 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, 1998년 1월