

Vector quantizer를 이용한 near lossless 의학 영상 압축

송영철, 안창범
광운대학교 전기공학과

Near Lossless Compression of Medical Images with Vector Quantizer

Y. C. Song and C. B. Ahn

Department of Electrical Engineering, Kwangwoon University

Abstract

In this paper a near lossless compression of medical images with vector quantizer is proposed. In order to apply the vector quantizer to medical images, the peak error in the reconstructed image is reduced down to 1. Simulation results show that the proposed coding scheme provides better performance with a PSNR improvement compared to the conventional JPEG standard.

1. 서론

의료영상의 압축은 영상의 특성상 압축 손실을 작게 하는데 역점을 두어야 한다. 지금까지 영상압축의 표준인 JPEG은 압축비에 비해서 손실이 큰 반면 DPCM은 손실은 없으나 압축비가 크지 않는 단점이 있었다. 본 논문은 의료영상을 압축하기 위하여 벡터 양자기(Vector Quantizer)를 사용하였고 JPEG과의 성능 비교에 초점을 맞추었다. 기본적인 벡터 양자화 알고리즘은 원영상을 임의의 크기의 블록으로 나누어 벡터를 생성한 후 각각의 벡터들을 코드북(Codebook)에서 가장 유사한 벡터를 찾아 그것의 인덱스(index)를 전송함으로써 수행된다. 복호화 과정에서는 인덱스만이 필요하게 되므로 간단하고 빠르다는 이점을 가지고 있다. 벡터 양자화는 부호화 하려는 영상에 가장 적합한 코드북을 만들어 내는 것이 가장 중요하다. 이는 복원 영상의 화질을 결정하는데 매우 중요한 요소가 된다.

2. 벡터 양자화 이론

벡터 양자화^[1-5]를 수행하기 위해서는 우선 원영상을 n -차 벡터들로 분해 하여야 한다. 영상을 최소값으로 이루어진 블록으로 나누고 각 블록을 1일로 높여놓아 벡터를 구성

하는 방법, 블록을 transform하여 계수 값으로 벡터를 구성하는 방법 또는 band를 나누어 각 subband로 벡터를 구성하는 방법 그리고 각 화소값의 RGB 컬러 성분으로 3-차 벡터를 구성하는 방법등이 있다.

우선 영상 전체를 $n \times m$ 블록으로 나눈 후 각 블록을 n -차 벡터의 형태를 구성한 후 각 입력벡터 X 를 미리 정의된 n -차 벡터로 이루어진 코드북(codebook)에서 가장 유사한 코드벡터 $X_k, k=1, \dots, N_c$ 를 찾아 그것의 인덱스 k 를 구한다. N_c 는 코드북의 크기이다. 코드북에서 가장 유사한 코드벡터를 찾기 위하여 MSE(Mean Square Error) 방식을 사용하였다. MSE를 사용하여 최소 왜곡을 갖는 코드벡터를 찾은 후, 그것의 인덱스 k 를 $\log_2 N_c$ 의 비트를 사용하여 전송함으로써 벡터 양자화가 이루어진다.

복호화 과정은 매우 단순하다. 수신측에서는 송신측에서 사용한 코드북과 같은 것을 사용하여 송신측으로부터 받은 인덱스 k 로 코드북에서 코드벡터를 얻은 후 $l \times m$ 블록으로 재구성하여 영상을 복원하게 된다. 벡터 양자화에 의해 압축된 결과의 비트율은 아래와 같이 주어진다.

$$R = (\log_2 N_c) / n \text{ (bps)} \quad (1)$$

일반적으로 코드북을 만드는 가장 기본적인 방법으로는 Linde-Buzo-Gray(LBG) 알고리즘을 사용하는 것이다.^[2] LBG 알고리즘을 수행할 때 초기 코드북을 선택하는 것은 좋은 효율을 얻기 위해서 매우 중요한 요소이다. 본 논문에서는 영상의 특성을 고려하여 초기 코드북을 만든후 분할(Split)방법으로 훈련집합의 중간값인 하나의 코드워드로부터 분할해 나가 코드워드의 개수가 N_c 개가 될 때까지 반복 하였다.

3. 제안한 영상 부호화 방법

제안된 부호화 방법은 원영상과 가장 왜곡이 적은 코드 벡터를 발견하고, 또한 지속적으로 코드벡터의 성능을 개선시킬 수 있다. 그림 1은 제안한 알고리즘의 부호화 과정을 나타낸 것이다.

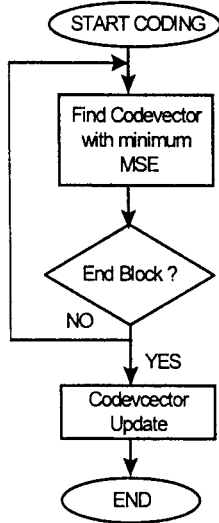


그림 1. 부호화 과정

3.1 코드북 설계 방법

코드벡터의 크기는 3×3 블록으로 하였으며 초기 코드북의 코드벡터의 개수는 256개로 하였다. 초기 코드북 설계 방법은 0-255의 그레이 값들을, 첫번째 코드벡터의 9 pixel에는 모두 균등하게 '0'의 값을 입력 하였으며, 두번째 코드벡터의 9 pixel에는 모두 '1'의 값을 입력, 최종 256번째의 코드벡터에는 '255' 값을 입력함으로써 총 256개의 초기 코드벡터를 생성하였다.

초기 256개의 코드벡터는 아래의 확장 방법으로 원하는 개수 만큼 확장 된다. 확장 방법은 원영상의 크기를 3×3 블록으로 나눈 후 각각의 블록과 코드벡터 간의 왜곡을 구한다. 이 때 원영상의 블록들과 왜곡이 가장 큰 코드벡터를 발견하여 그 코드벡터를 새로운 2개의 코드벡터로 분리한다. 이 방법을 계속 반복함으로써 원영상에 가장 잘 수렴하는 코드북을 설계할 수 있다. 또한 코드북의 확장이 계속됨에 따라 원영상과 전혀 매칭이 되지 않는 코드벡터들이 생성될 수 있는데 이 경우 적절한 알고리즘을 통해 이러한 코드벡터들을 지속적으로 제거함으로써 향상된 코드북 설계를 가능케 하였다.

3.2 Peak Error의 제한

벡터 양자기를 거친 예러는 다시 양자기와 entropy coding을 거침으로써 최종적인 예러를 허용범위내에 들도록 하였다. 허용 최대 예러는 ±1이며 그 이상의 예러는 발생하지 못하게 하였다. 즉, 본 논문에서는 의학영상의 특성을 최대한 살리기 위하여 peak error를 최소한으로 줄임으로써 의학영상 압축에 있어서의 신뢰성을 보장 하였다.

4. 실험 및 고찰

255×255 크기의 256 그레이레벨을 갖는 핵자기 공명 영상을 시험 영상으로 사용하였으며, 부호화 하고자 하는 블록의 크기는 3×3으로 하였다. 의학영상에 최적화된 코드북을 통해 의학영상을 적절히 부호화하였으며 JPEG에 비하여 향상된 압축율과 PSNR를 얻을 수 있었다. 복호화된 신호의 객관적 화질을 판단하기 위하여 아래의 최대신호대 잡음비(PSNR)를 이용하였다.

$$PSNR = -20 \log_{10} \left(\frac{rms}{255} \right) \quad (2)$$

그림 2는 시스템의 순차적인 흐름을 나타낸 것이다.

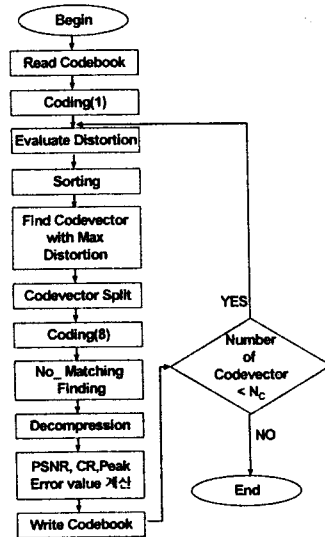


그림 2. 전체 시스템의 흐름도

5. 결론

본 논문에서는 벡터 양자기를 이용하여 무손실에 가까운 영상압축을 제안 하였으며, 제안한 방법을 의학영상(핵자기공명영상) 압축에 적용하여 성능을 확인하였다. 의학영상이란 인간의 신체를 다루는 영상으로 신뢰성의 보장이 우선적으로 고려되어야 하며, 이러한 견지에서 본 논문에서는

peak error를 줄이는 알고리즘을 구현해 내는데 증정을 두었다. 벡터 양자기의 성능은 코드북의 설계에 영향을 많이 받는데, 본 논문에서는 초기에 임의의 코드벡터를 구성한 후에 계속적인 반복을 통해 왜곡이 가장 큰 코드벡터를 두 개로 분리함으로써 계속적인 코드북 확장을 피하였다. 벡터 양자기를 거친 예리는 다시 양자기와 엔트로피 코딩을 거침으로써 최종적인 예리를 허용범위내에 돌도록 하였다.

5. 참고 문헌

1. R.M Gray, "Vector Quantization," IEEE ASSP Mag., vol.1 pp.4-29, 1984.
2. Y.Linde, A.Buzo and R.M.Gray, "An Algorithm for Vector Quantizer Design," IEEE Trans.comm., COM-28 : 84-95, January 1980.
3. A.Gersho, "Quantization," IEEE Commun.Soc.Magazin, vol.15,pp.16-29,Sept.1977.reprinted with mirror corrections as : "principles of quantization," IEEE Trans. Circuits Syst., vol.CAS-25, July 1978.
4. J.M.Morris, "Quantization and Source Encoding with a Fidelity Criterion : A Survey," NavalRes. Lab Rep. 8082, AD A038650, Mar. 25, 1977.
5. A.Gersho, "On the Structure of Vector Quantizer," IEEE Trans. Inform.Theory, vol. IT-25, pp.373-380, July 1979.