

양자화된 이산 웨이블릿 변환 영상에서의 비트 에러 복원

최승규^{*} · 이득재^{*} · 장은영^{*} · 배철수^{*}

^{*}관동대학교

Recovering from Bit Errors in Scalar-Quantized Discrete Wavelet Transformed Image

Seung-gyu Choi^{*} · Deuk-jae Lee^{*} · Eun-young Jang^{*} · Cheol-soo Bae^{*}

^{*}Kwandong University

E-mail : knowind19@hotmail.com

요 약

본 논문에서는 고정길이 코드화된 웨이블릿 계수에서 전송시 잡음 영향에 관한 연구이다. 비트평면 정보를 포함하고 있는 MAP(maximum a posteriori) 검출기를 이용하여, 전송된 코드워드 중에서 잘못 수신된 코드워드를 찾아내고 그중에서 가장 오류가 심한 것을 결정한다. 그리고 한번 검출된 에러들로부터 복원시키는 방법을 제안하고 이진 대칭 채널을 통해 전송되는 스칼라 양자화 웨이블릿 계수를 이용해서 복원시키는 방법을 제안한다.

ABSTRACT

In this paper we study the effects of transmission noise on fixed-length coded wavelet coefficients. We use a posteriori detectors which include inter-bitplane information and determine which transmitted codeword was most likely corrupted into a received erroneous codeword. We present a simple method of recovering from these errors once detected and demonstrate our restoration methodology on scalar-quantized wavelet coefficients that have been transmitted across a binary symmetric channel.

키워드

이산 웨이블릿 변환, 스칼라 양자화, 비트 에러, 웨이블릿 계수

1. 서 론

웨이블릿 변환은 공간 주파수 분석에 사용되는 데 특정 주파수 서브밴드의 $L^2(R)$ 신호를 분해하는 웨이블릿 기본 함수를 이용하게 된다. 그리고 이 서브밴드 주파수는 스칼라 정보에 다르게 대응된다. 2차원 이산 웨이블릿 변환(DWT)는 각각의 영상 차원에 따라 고주파와 저주파 영상으로 분해된다. 그림 1은 3차원 DWT를 나타낸 것이다. 손실 변환 압축기법인 웨이블릿은 90년대 중반, 압축 결과가 좋은 알고리즘으로 간주되어 왔다. 전송 잡음과 에러에서의 문제는 많이 연구되어지고 있고, 다수의 인코딩 비트 스트림은 에러 제어 코드[2]를 제대로 전송되어지지 않았을

때, 불명확해지게 된다. 그래서 본 논문에서는 이진 대칭채널에 의해 발생하는 비트에러로부터 복원시키는 방법을 보여주는 양자화를 구성함으로써 양자화 되는 이산 웨이블릿 영상과 누적적으로 구성되는 고정길이 스칼라 양자화 코드북을 사용한다. 결과적으로 코드워드 지수의 가장 중요한 에러는 계수 값을 크게 변화시키는 결과를 보이게 된다. 하지만 이런 에러는 쉽게 검출되어지기 때문에 코드워드 지수에서 중요하지 않은 비트 에러는 계수 값을 적게 변화시키는 결과를 보이게 되고, 이것들을 바로 잡기 위해서 중요하지 않은 비트 에러를 무시할 수 있게 된다.

현재까지도 스칼라 양자화는 폭넓게 연구되어 오고 있으며, 코드워드 지수에서 채널 잡음 효과를 연구하는데 효과적인 구조를 보이고 있다.

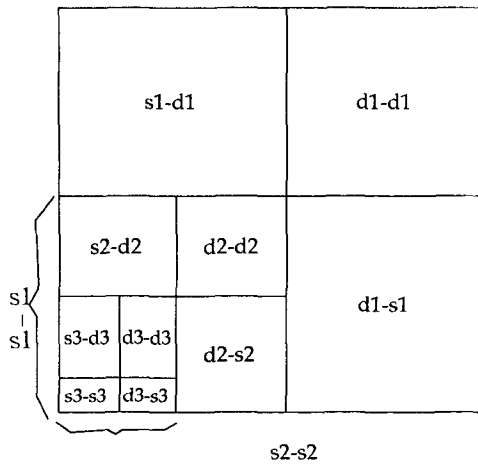


그림 1. 3차원 이산 웨이블릿 변환의 서브밴드

II. 알고리즘 구성

본 논문에서의 알고리즘은 저주파 서브밴드에 존재하는 중복성과 상관성을 이용하였다. 중복성 때문에 계수들의 이웃 계수들은 중심 계수 값 주위에서 찾아 낼 수가 있다. 계수가 중심 계수 값 밖에 있는 값이라면 코드워드가 비트 에러에 의해서 손상되었을 가능성이 있게 된다. 저비트 에러율(약 5% 이하 정도)에서는 손상된 코드워드 지수가 정확한 코드워드와 비교해서 한 비트 정도만 차이가 날 수 있다.

본 연구의 수정 알고리즘은 두 가지 구성으로 이루어져 있다. 첫 번째는 코드워드 지수에서 비트 에러를 정정하는 것이다.

1	2	3
4	×	5
6	7	8

그림 2. 중심 코드워드의 이웃 계수

두 번째는 직접 계수 값을 수정하는 것이다. 비트 수정은 그림 2에 나타냈듯이, 전송된 코드워드의 8개 이웃 값들을 조사하거나, 계수들을 오름차순으로 정리함으로써 찾아 낼 수 있다. 손상된 계수의 최고 값과 최저 값은 버린다. 그리고 중심 계수가 나머지 값으로 결정된 범위에 있다면 선택하게 된다. 중심 계수가 선택된 범위밖에 있다면 에러로 간주한다. 이런 현상이 일어날 때, 비트 정정 성분은 손상된 코드워드로부터 해밍거리

안의 모든 코드워드와 비교하게 된다. 그리고 이전에 측정된 범위에 가장 잘 맞는 것을 하나 선택한다. 이렇게 하는 것은 매디안 필터링과 비슷하지만, 본 논문에서는 교체 값의 광범위한 검색을 수행하였고 가장 손상된 비트만을 정정하였다.

두 번째 구성은 근본적으로 첫 번째 구성과 같은 접근 방법을 사용하였는데, 어쨌든 이것은 코드워드 대신 계수 값을 정정하는 것이다. 이 구성 방법은 비선형 필터를 사용하게 된다. 만일 중심 계수가 최고 값과 최소 값을 버리고 난 후, 기대값 범위 안에 있다면 중심 계수는 바뀌지 않고 남게된다. 반면에 가장 가까이 남아 있는 이웃 값들은 교체된다. 본 논문에서의 비트에러 정정법은 그림 1의 s3-s3 서브밴드 지수에 비트정정 성분을 부여함으로써 구현된다. 이 지수들은 실제 계수 값과 변환되고, 비선형 필터는 s3-s3 서브밴드에 적용된다. 이런 면에서 DWT의 차원을 구성하는 것은 새로 구성된 서브밴드에 비선형 필터를 적용함으로써 바뀌게 된다. 즉, 정정된 s3-s3 서브밴드는 s2-s2 서브밴드를 만들기 위해서 역 DWT를 사용해 s3-d3, d3-s3, d3-d3로 구성된다. 그 다음에 정정된 s2-s2 서브밴드는 s1-s1 서브밴드를 만들기 위해서 s2-d2, d2-s2, d2-d2 서브밴드로 구성된다. 이것은 비선형 필터링함으로써 만들어진다. 이 처리 과정은 완전한 영상을 얻을 때까지 계속 반복된다.

III. 실험

비선형 필터링을 적용하여 반복하고 코드워드 지수를 교체해 효율적인 구성을 결정하기 위해서 표준 8비트 512×512 레나 영상을 사용하였다. 그리고 다우비치(Daubechies) 4-tap 필터를 이용해서 3차원 DWT을 선택하고, 각 서브밴드를 계수당 8비트로 양자화 하였고, 1퍼센트의 비율로 비트에 에러를 발생시켰다. 그림 3은 에러를 정정하지 않은 영상을 나타낸다.



그림 3. PSNR이 23.74dB이고 에러를 정정하지 않은 레나 영상

그림 4,5,6에 나타난 정정된 영상들은 본 논문에서 제안한 알고리즘이 좋은 결과를 나타내고 있음을 보여준다. 최종적으로 복원된 영상은 그림 7과 같다. 정정 기법을 사용하지 않은 그림 3과 비교하면 확연한 차이를 알 수가 있다.



(a)



(b)

그림 4. 수신된 s3-s3 서브밴드 영상(a)과 정정된 s3-s3 서브밴드 영상(b)



그림 5. 정정된 s2-s2 서브밴드 영상



그림 6. 정정된 s1-s1 서브밴드 영상



그림 7. PSNR이 27.54dB 인 복원 영상

IV. 결 론

본 논문에서 제안한 비트에러 정정 기법은 웨이블릿 계수와 그 이웃 값 사이의 상관성을 이용하였다. 그림 3은 잡음에 노출되어 수신된 영상으로써 최대 신호대 잡음비(PSNR: Peak Signal-to-noise)는 23.74dB이었다. 그림 7은 제안된 비트에러 정정 기법을 이용하여 복원된 영상으로 PSNR이 27.54dB였다. 결과적으로 3.80dB의 PSNR이 증가하였고, 시각 품질면에서도 확연히 향상되었음을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] R-Y. Wang, E. A. Riskin, and R. Ladner, "Codebook organization to enhance maximum a posteriori detection of progressive transmission of vector quantized images over noisy channels" IEEE Trans. Image Proc., vol 5,
- [2] P.G. Sherwood and K. Zeger, "Progressive image coding for noisy channels" IEEE Signal Proc. Letters, vol 4. no.7, pp.179-191, 1997
- [3] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients"

- IEEE Trans. Signal Proc. vol. 41, pp. 3445-3462, Dec. 1993.
- [4] Heil. C. "Ten Lectures on Wavelets (Ingrid Daubechies)" SIAM review, v.35 no.4, 1993, 666~669
- [5] A. Albanese, J. Blomer, J. Edmonds, M. Luby, and M. Sudan, "Priority Encoding Transmission" IEEE Trans. Information theory v.42 no.6 pt.1, 1996, 1737~1744
- [6] Amir Said, William A. Pearlman, "A new, fast, and Efficient Image Codec Based on Set Partitioning in Hierarchical Trees" IEEE Trans. Circuit & Systems for video Tech. vol. 6, no 3. June 1996.