

웨이브렛 영역에서 가중치가 다른 MDSQ 를 사용한 Multiple Description Coding

윤 응 식, 최 광 표, 이 근 영
성균관대학교 전기전자컴퓨터공학부
전화 : 031-290-7193 / 핸드폰 : 011-9918-4957

Multiple Description Coding in Wavelet domain by Unequal weighting MDSQ

Eung Sik Yoon, Kwang-Pyo Choi, Keun-Young Lee
Department of Electrical and Computer Engineering, SungKyunKwan Univ.
Email : yensik@ece.skku.ac.kr

Abstract

Multiple Description Coding(MDC) is a technique used to obtain two or more (often correlated) descriptions of a source, which are transmitted over different channels to receiver. Two descriptions of the source support two levels of reconstruction quality. When all the descriptions are received and used in the reconstruction, the source should be reconstructed with acceptable quality. In this work, we consider Multiple Description Scalar Quantizer(MDSQ) to wavelet transform domain. Conventional MDSQ schemes in wavelet domain considered description with equal weights at each sub-bands after quantization. But each sub-bands is unequal contribution to whole image quality. Therefore, we experiment the multiple description with unequal weight in each sub-bands.

I. 서론

멀티미디어 전송 시스템에서 전송에러에 강인하도록 영상신호를 압축하는 기술에 최근 많은 관심을 가지게

되었다. 전송 에러에 강인하도록 하는 기술은 수신 측 피드백정보를 이용하여 전송채널에 적절한 데이터를 전송하는 방법과 피드백정보 없이 전송되어지는 이미지의 특성을 이용하여 송신 측에서 압축하는 두 가지의 접근 방식이 있다[1].

MDC(Multiple Description Coding)는 이미지의 시각적 특성을 이용하여 에러에 강인하도록 압축하는 기술로 제안되었다. MDC 는 압축효율과 이미지의 화질간의 상호 상관관계를 이용하는 알고리즘으로 전송하기 위한 이미지 정보는 두개 또는 이상의 description 으로 분리되어 각기 다른 채널로 전송된다. 모든 description 이 도착하면 원 영상의 화질로 복원되고, 만약 한쪽 description 정보가 전송 중에 손실되면 나머지 description 정보를 이용해서 가능한 화질의 영상으로 복원되게 된다[2].

본 논문에서는 웨이브렛 도메인에서 동일하지 않은 가중치 MDSQ(Multiple Description Scalar Quantizer)을 이용한 MDC 알고리즘을 제안한다. Description 을 분리하는 방법에서 인간의 시각적 특성을 이용하여 각각 서브밴드(sub-band)에 서로 다른 가중치를 준 인덱스를 배정한다. 그러므로, 수신 측에서 복원된 이미지의 화질저하 없이 각각의 description 비트를 줄일 수 있는 기술이다.

II장과 III장에서는 일반적인 MDSQ 와 웨이블렛 도메인에서 MDC 를 구현하는 방법을 대략적으로 설명하였으며, IV장에서는 제안된 알고리즘과 V장에서는 두 가지 알고리즘의 비교 실험과 VI장에서는 결론을 서술하였다.

II. MDSQ

MDC 에서 가장 중요한 사항은 description 을 어떻게 나누어야 하는가에 관한 것이다. Description 을 분리하는 방법으로는 MDSQ, CT(Correlation Transform)[4], 프레임 확장(Extend Frame) 변화[5] 등이 제시되었다[6].

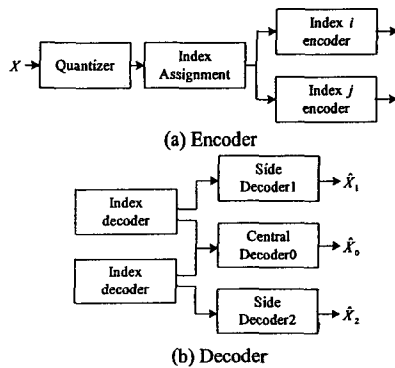


그림 1. Multiple Description Sacalar Quantizer

본 논문에서 사용한 MDSQ 는 각각의 descripton 이 상관관계를 포함하도록 양자화 레벨을 설계하여 description 을 분리하는 방법이다. 그림 1 은 MDSQ 의 블록도 이다. 입력 데이터 X 는 양자화를 통해서 심볼 \tilde{X} 로 매핑되고, 인덱스 할당 단계를 통해서 인덱스 i 와 j 의 쌍으로 변환된다. 분리된 i 와 j 는 각각 엔코딩되고 두개의 다른 채널을 통해 전송된다. 두 인덱스간의 상관관계는 인덱스 할당부분에서 조절된다.

MDSQ 의 경우에 인덱스 i 와 j 는 다음과 같은 과정으로 생성된다. 샘플 X 는 m 개의 행과 n 개의 열로 구성된 정방 행렬 하나의 셀로 매핑된다. 추가되는 리던던시는 사용하는 행열의 주 대각선으로부터 몇 개의 대각선이 존재하는가에 따라 결정된다. 인덱스 i 와

j 의 상관 관계는 사용되어진 행열의 대각선의 수와 연관된다[3]. 두개의 description 을 모두 받았을 경우 선트럴 디코더는 i 와 j 를 통해서 \hat{X}_0 를 복원하게 된다. 하나의 인덱스만 받았을 경우, 사이드 디코더는 i 를 통해 \hat{X}_1 을, j 를 통해 \hat{X}_2 를 복원한다. 이와 같은 과정에서 양자화, 인덱스 할당, 선트럴 디코더, 사이드 디코더가 MDSQ 를 구성하게 된다. 선트럴 디코더의 평균 distortion 은

$$D_0 = E[(X - \hat{X}_0)^2]$$

사이드 디코더의 평균 distortion 은

$$d_p = E[(X - \hat{X}_p)^2], p=1,2. \text{ 이다.}$$

각각의 채널정보를 잃을 확률이 같다고 가정한다면, 사이드 distortion 은

$$D_1 = 0.5 * (d_1 + d_2) \text{ 로 표시할 수 있다.}$$

III. 웨이브렛 도메인에서의 MDSQ

본 논문에서 제시한, 웨이브렛 도메인에서 MDSQ 를 사용하여 MDC 를 구현하는 시스템 블록도를 그림 2 에 보여 주고있다.

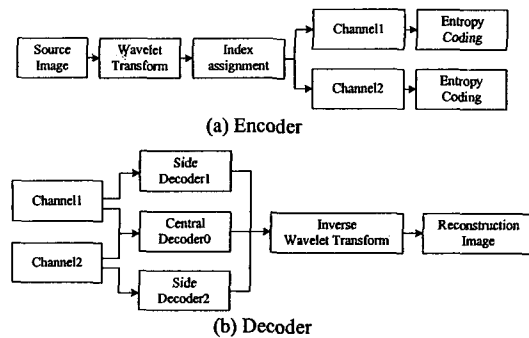


그림 2. MDSQ 를 이용한 MDC 의 기본 구조

엔코더에서 웨이브렛 변환을 취한 후에 나온 웨이브렛 계수 값을 각각의 서브밴드별로 양자화한다. 이렇게 얻어진 심볼을 MDSQ 인덱스 할당 단계를 통해 i 와 j 의 인덱스로 분리하고 이를 각각 엔트로피 코딩단계를 거쳐 분리된 채널을 통해 전송하게 된다.

디코더측에서는 도착한 description 의 정보에 따라 센트럴이나 사이드 디코딩을 통해 전송된 인덱스를 웨이브렛 계수 값으로 복원한다[7].

엔코더에서 웨이브렛 도메인 각각의 서브밴드마다 다른 양자화 값을 이용해 양자화 과정을 수행 하므로 웨이브렛 계수 값의 활성화 범위를 제한하여 전송 비트율을 조절한다. 이러한 방식의 비트 율 조정과정을 거친 심벌들은 전송되어질 새로운 인덱스로 분리되고, 가변장 부호화 후 전송되어진다.

IV. 제안한 알고리즘

본 논문에서는 인간의 시각적 특성을 이용하여 각각의 서브밴드에서 각기 다른 인덱스 범위를 적용하여 이미지의 화질을 저하시키지 않는 범위에서 전송되어지는 데이터의 양을 최소화 시키는 알고리즘을 제안하였다. 그림 3 은 각기 다른 서브밴드에 대한 인덱스 테이블을 보여주고 있다.

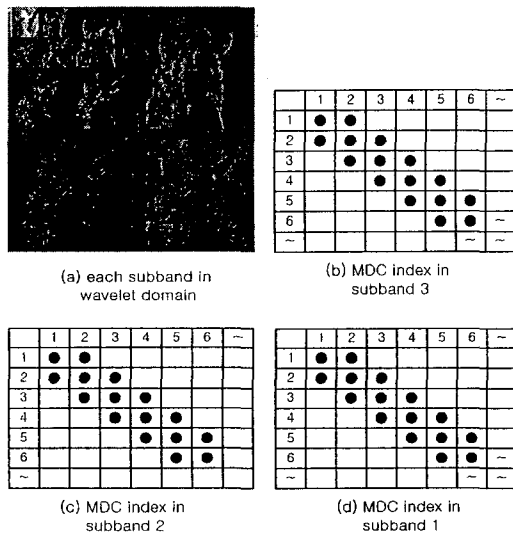


그림 3. Index Assignment

그림에서 보여지는 각각의 인덱스 테이블은 기존의 MDSQ 설계에 관한 논문에서 제시한 방법을 이용하여 II장에서 설명하였다. 이와 같은 서로 다른 인덱스

테이블을 사용하면 양자화된 웨이브렛 계수의 범위를 인덱스 할당의 단계에서 적은 양의 비트로 제한할 수 있다. 그림에서 보여준 인덱스 테이블의 대각선 수는 각각의 서브밴드에 적용하는 테이블의 대각선 수가 다름을 보여주고 있다. 웨이브렛 도메인의 3 번째 단계 단계에 가장 적은 대각선의 테이블을 사용하는 것을 볼 수 있다. 이미지에서 경계 성분인 고주파를 제거한 저주파 성분의 서브밴드 3에 다른 밴드보다 큰 비중을 주기위한 구성이다.

V. 실험결과

제안한 알고리즘을 적용한 실험 데이터의 결과를 그림 4 와 그림 5 에서 보여 주고있다.

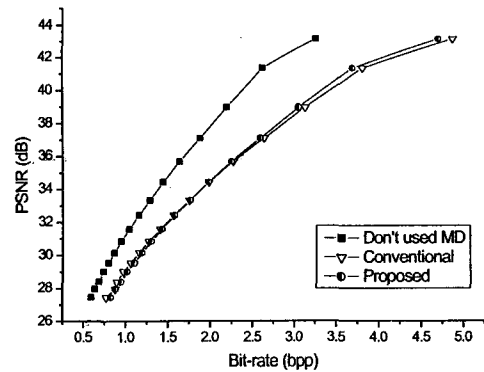


그림 4. Central decoder (D0)

그림 4 는 센트럴 디코더를 통해 복원된 이미지의 압축율 대 영상화질의 비 분포를 보여 주고있고, 그림 5 는 사이드 디코더를 통해 복원된 이미지의 압축율 대 영상화질의 비 분포를 보여 보여주고 있다.

테스트는 Lena 이미지를 사용 하였다. 기존의 방법에서는 양자화된 계수에 대각선수가 3으로 동일한 인덱스 테이블을 사용하였으며, 제안한 서로 다른 가중치의 데이터는 대각선 수가 웨이브렛 서브밴드 3에서는 1, 2에서는 2, 3에서는 3인 인덱스 테이블을 사용하였다. 각각의 분리된 description 은 아리스메틱

코더를 사용하여 가변장 부호화 코딩을 하였다. 각각의 압축율 대 영상화질의 비는 표시된 점에서 동일한 웨이브렛 양자화 계수를 사용하여 선형적으로 증가시키면 표시하였다.

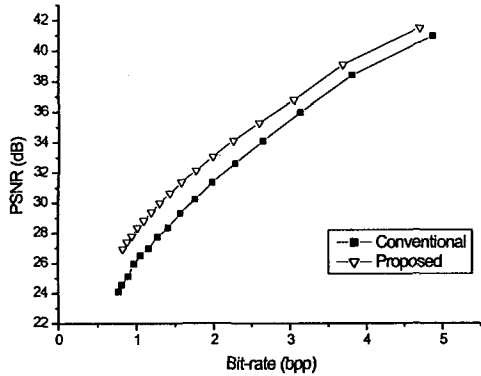


그림 5. Side decoder (D1)

두개의 description 을 모두 받았을 때의 센트럴 디코더에서는 기존의 각 서브밴드에 동일한 가중치를 주는 방식과 유사한 결과를 보였으나 한 개의 description 을 분실하였을 때의 사이트 디코더에서는 전반적으로 기존의 방법보다 유리한 결과를 확인할 수 있었다.

VI. 결론

본 논문에서는 각각의 서브밴드의 다른 중요성을 적용하기 위한 이미지 코딩의 효율적인 MDC 기술을 제안하였으며, 기존의 방법과 비교하였다.

센트럴 디코더의 압축율 대 영상화질의 비는 거의 유사한 결과를 보였으나, 사이트 디코더의 압축율 대 영상화질의 비는 많은 향상을 보이고 있다. 이는 제안한 알고리즘을 적용한 경우가 기존의 동일한 대각선 수의 인덱스 테이블을 적용하는 경우보다는 우수함을 알 수 있다.

참조논문

- [1] Dapeng Wu, Yiwei Thomas hou, and Ya-Qun Zhang, "Transporting Real-Time Video over the Internet: Challenges and Approaches" Proc. IEEE, vol. 88, NO. 12, December 2000.
- [2] Yao Wang, Stephan Wenger, Jiangtao Wen, and Aggelos K. Katsaggelos, "Error Resilient Video Coding Techniques" IEEE signal processing magazine, July 2000.
- [3] Vinay Anant Vaishampayan, "Design of Multiple Description Scalar Quantizers" IEEE tran. on information theory, Vol 39, NO. 3, May 1993.
- [4] Vivek K Goyal, "Generalized Multiple Description Coding With Correlating Transforms" IEEE Trans., Vol. 47, NO. 6, September 2001.
- [5] Vivek K Goyal, J. Kovacevic, and M. Vetterli, "Multiple description transform coding: Robustness to erasures using tight frame expansions" Proc. IEEE, August 1998.
- [6] Vivek K Goyal, "Multiple Description Coding: Compression Meets the Network" IEEE signal processing magazine, September 2001.
- [7] D. Sergio, Kannan Ramchandran, A. Vian, Vaishampayan, and Klara Nahrstedt, "Multiple Description Wavelet Based Image Coding" IEEE Tran. on image proc. Vol.. 9, No. 5, MAY 2000