

블럭 부호화에서 발생하는 경계현상의 제거

김근형 박래홍
서강 대학교 전자 공학과

Reduction of the Blocking Effect in Block Coded Images

Geun Hyung Kim and Rae-Hong Park

Dept. of Electronic Eng., Sogang University

Abstract

In order to remove the blocking effect of block coded images, we propose a two-stage enhancement procedure. The first step is gaussian filtering which smooths the blocking effect near the block boundaries. And the second step is a high frequency enhancement procedure. This enhancement algorithm uses the Granrath's model for human vision. The results of our method are better than those of other methods in subjective and objective comparison.

1. 서론

영상 부호화는 주어진 영상의 화질을 손상시키지 않으면서 그 영상의 전송율 (bit-rate)을 줄이기 위한 기법이다. 일반적으로 전송율이 줄어들수록 양자화 오차는 증가하게 되고 결과적으로 화질은 나빠진다. 따라서 전송율을 줄이는 노력에 못지않게 저하된 화질을 높이는 것도 중요한 문제이다. 이러한 관점에서 부수정보 (side information)를 사용하지 않고 부호화된 영상의 저하된 질을 높이기 위한 기법들이 개발되어야 한다.

블럭 단위의 부호화 기법을 사용할 때 일반적으로 높은 전송율에서는 문제시 되지 않던 현상들이 전송율이 감소함에 따라 피할 수 없는 문제점으로 대두되어 복원된 영상의 화질에 크게

영향을 미치게 된다. 그 문제점들 중 하나가 경계현상(block effect)이다.

먼저 2 장의 1 절과 2 절에서 경계현상을 제거하기 위해 제시된 기존의 방법을 살펴보고 3 절에서는 제안한 방법에 대하여 설명한다. 3 장에서는 실험한 결과에 대해 살펴보고 끝으로 4 장에서 본 논문을 맺는다.

2. 본론

지금까지의 질이 저하된 영상의 화질을 높이기 위한 방법들이 영상복원 (image restoration/ enhancement)분야에서 공간 필터를 중심으로 연구되어 왔다. 그러나 이러한 필터들은 블럭 부호화에서 발생하는 경계현상을 고려하지 않았기 때문에 블럭 부호화에서 발생하는 경계현상을 효과적으로 제거할 수 없다.

영상 부호화에서 부수정보를 사용하지 않고 블럭 부호화된 영상의 저하된 질을 높이기 위한 후처리 (post processing) 기법들은 양자화 오차의 영향을 감소시키는 기법이므로 입력영상, 그리고 부호화 기법과 상당히 밀접한 관계를 가진다. 이러한 후처리 과정에서는 부수정보가 필요없기 때문에 영상을 부호화 하는데 전송율의 변화가 없이도 수신단에서 좋은 화질의 영상을 얻게된다. 후처리 기법들은 Reeve III 와 J. S. Lim의 방법과 공간 변 필터 (spatial-variant filter) 를 사용한 Ramamurthi 와 Gersho에 의해 소개

되었다. 1 결과 2 절에서 이 방법들을 살펴 보고 3절에서는 제안한 방법에 대하여 살펴 보기로 하겠다.

[2]
(1) Reeve III 와 J.S.Lim 의 방법

이 방법은 가우시안 필터(gaussian filter)를 사용하여 블럭의 경계영역에만 적용시키는 방법이다.

$$h(x,y) = 0.2042 * \exp[-0.5 * (x^2 + y^2)] \quad (1)$$

$$\sum_x \sum_y h(x,y) = 1, \quad x,y = -1,0,1$$

[3]
(2) B. Ramamurthi 와 A. Gersho 의 방법

Ramamurthi 와 Gersho는 물체의 에지 정보를 이용하여 에지가 있는 영역에서는 에지와 평행한 방향으로 일차원 필터를 적용하여 에지를 보존하면서 경계현상을 제거하는 방법이다.

(3) 제안한 방법

시각 구조는 여러개의 전송 선로(channel)로 모델링 되어 진다. 각 전송 선로는 그림 1과 같은 Granrath의 모델과 같은 구조를 가지고 있다.

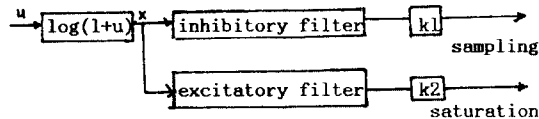


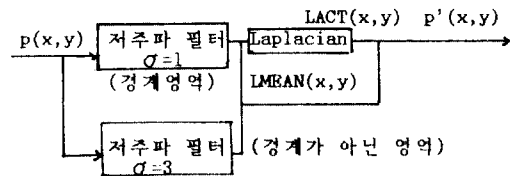
그림 1. Granrath 의 시각 모델

Granrath 의 모델의 inhibitory 필터의 결과는 저주파 필터링 결과와 같고, inhibitory 필터의 결과와 excitatory 필터의 결과의 차이는 대역 통과 필터(bandpass filtering)의 결과와 같이 나타난다. 즉 사람의 시각 구조는 영상의 저주파 성분과 대역 통과 성분을 분리하여 시신경에 전송함을 알 수 있다.

사람 눈의 line spread function이 가우시안 본포를 갖고 있기 때문에 가우시안 함수의 특성을 갖는 것이 중요하다. 가우시안 함수는 공간 평면상(spatial domain)이나 주파수 영역이나 함수의 형태가 변화하지 않는다. 즉 공간

평면상에서 $\exp[-x^2 / (2\sigma^2)]$ 의 본포를 갖는다면 주파수 영역에서는 $\{\sqrt{2\pi}\sigma^2 \exp[-s^2 / (2\alpha^2)]\}$, $\alpha = 1/2\pi\sigma$ 의 본포를 갖는다. 이러한 사실로부터 필터링을 주파수 영역에서 공간 평면상으로 옮겨서 행할 수 있게 된다. 그러나 공간 평면상에서의 공간 필터링은 필터의 크기의 결정하는데 문제가 있다. σ 가 주어 졌을 때 필터의 크기가 무한정 크게할 수도 없으며 아주 작게 할 수도 없다. 필터의 계수본포를 볼 때 일반적으로 필터의 크기는 3σ 가 되도록 한다. [1,4]

위에서 사람의 시각 구조와 블록 부호화 하였을 때 발생하는 경계현상에 대하여 알아 보았다. 본 논문에서는 위의 사실들을 바탕으로 경계현상을 없애는 방법을 생각 하였다. 제안한 방법의 블럭 다이어그램은 그림 2에 나타냈다.



국부 평균값: $LMBAN(x,y) = LPF[p(x,y)] \quad (2)$

국부 활동도: $LACT(x,y) = LAP[LMBAN(x,y)] \quad (3)$

복원된 영상의 화소 값: $p'(x,y) = LMBAN(x,y) + LACT(x,y) \quad (4)$

그림 2. 제안된 방법의 블럭 다이어그램

제안된 방법의 첫째 단계에서는 저주파 필터를 사용하였는데 이는 경계현상을 제거하기 위한 목적이며 저주파필터를 경계영역과 경계가 아닌 영역으로 나누어 취하여 준 것은 경계영역의 경계현상이 고주파 성분에 해당하므로 경계현상을 제거 할 수 있는 저주파 필터를 사용하면 전체 영상이 몽롱화 정도가 심해진다. 또한 Reeve III와 J. S. Lim 방법에서와 같이 경계현상이 발생하는 영역에서만 필터링을 하면 필터링한 영역과 필터링 취하지 않은 영역과의 불연속성이

발생하기 때문에 경계가 아닌 영역에서도 필터링을 하여야 한다. 또한 경계 영역에서의 필터의 차단주파수를 경계가 아닌 영역에서의 필터의 차단주파수 보다 작게하여야 한다. 경계현상을 제거하기 위해서 차단주파수가 낮아야 하고 경계가 아닌 곳에서는 뭉뚱화 현상을 방지하기 위하여 차단주파수가 경계영역에서 보다 커야 한다.

블럭 경계 영역에서는 $\sigma=1$ 인 3×3 의 공간 필터와 블럭 경계가 아닌 영역에서는 $\sigma=3$ 인 3×3 의 공간 필터를 적용시킴으로써 경계현상을 제거하였다. 영상에 저주파 필터링을 행하면 영상의 뭉뚱화 현상이 일어난다. 이렇게 뭉뚱화된 영상은 고주파 성분을 강조하여 영상전체의 contrast를 증가시키면 뭉뚱화 현상이 줄어들게 된다.

고주파 성분을 강조하기 위해서는 영상의 고주파 성분을 알아야하며 고주파 성분의 활동도 (activity)를 알아야 한다. 첫째 고주파 성분은 기존의 에지 연산자가 있으나 사람의 시각 구조를 살펴볼 때 고주파 성분에 대한 전송 선로가 있는 것을 이용하여 임계값을 사용하지 않고 고주파 성분을 알아낼 수 있다. 또한 고주파 성분의 활동도를 측정하는 방법으로 Laplacian을 사용한다. Laplacian 값이 큰 곳은 급격히 변화하는 영역이므로 이 부분에 대한 강조를 하는데 사용할 수 있다.

가우시안 필터를 사용하여 얻은 결과를 $LMBN(x,y)$ 라 할때 극부적인 활동도를 측정하는 것을 Laplacian을 취한 값으로 사용한다.

고주파 강조 필터는 전달 함수가 주파수가 영일때는 1이고 주파수가 높아지면서 증가하게 된다. 전달 함수는 차단 주파수가 다른 두개의 가우시안 필터의 차로 표시된다.

$$H(s) = A \exp[-s^2 / (2\alpha_1^2)] - B \exp[-s^2 / (2\alpha_2^2)]$$

$$A > B, \alpha_1 > \alpha_2 \quad (6)$$

$$h(x) = \frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} \exp[-x^2 / (2\sigma_1^2)] - \frac{B}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} \exp[-x^2 / (2\sigma_2^2)], \sigma_1 = \frac{1}{2\pi\alpha_1} \quad (7)$$

고주파 강조 필터는 위의 시각 모델인 Granrath의 모델과 유사하다. 고주파 영역을 강조하기 위하여 고주파 영역을 추출한 후 고주파 영역에 해당하는 부분에만 Laplacian을 취하여 고주파 강조 필터링 시키기 전의 영상의 밝기에 Laplacian 취한 결과 값을 더하여 고주파 성분을 강조한다. 이러한 필터링 결과로 영상의 contrast가 증가한다.

3. 실험 및 결과

실험에서는 Cronkite image를 사용하여 DCT(discrete cosine transform) coding 한 결과를 사용하였다. 블럭의 크기가 4×4 , 8×8 , 16×16 이며 전송율이 0.4, 0.5 bpp 인 영상에 대하여 결과를 얻었다.

실험 결과의 객관적인 평가기준은 다음과 같이 정의되는 PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하였다.

$$PSNR = 10 \log \frac{(255)^2}{M^2 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M [p(x,y) - q(x,y)]^2} \quad (8)$$

여기서 $p(x,y)$ 와 $q(x,y)$ 는 각각 원 영상과 처리된 영상의 (x,y) 번째 화소의 밝기를 나타낸다. 그리고 입력 영상의 크기는 $M \times M$ 으로 가정한다.

실험 결과를 살펴보면 객관적인 평가기준에 의하면 다른 방법들 보다는 평균적으로 0.2 db 좋아졌으나 주관적으로 살펴볼 때 J.S.Lim의 방법은 블럭의 경계영역에만 필터링 시키는 것이므로 경계 영역과 경계가 아닌 영역의 불연속성이 나타나며 Gersho의 방법은 필터링 하는데 필요한 변수값들 때문에 블럭 부호화 할 때 발생하는 계단형 잡음은 제거 시키지 못하였다.

그러나 제안한 방법에서는 기존의 두 방법에서 나타나는 나쁜 현상은 많이 줄었으며 영상의 contrast가 증가되어 시각적으로 좋은 결과를 얻을 수 있다.

4. 결 론

본 논문은 블록 부호화에서 발생하는 경계현상의 제거를 하기 위하여 사람의 시각 구조의 개념을 사용하였다. 그 결과를 살펴볼 때 기존의 두 방법보다 객관적인 평가 기준인 SNR 면에서는 많은 양이 증가 된 것은 아니나 주관적인 판단기준에서 볼 때는 다른 방법들에 비하여 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

후처리를 부호화하여 화질이 저하된 영상의 질을 높이기 위한 수단으로 생각할 때 부호화 기법의 발달 추세에 맞추어 후처리 기법에도 더욱더 사람의 시각 구조의 개념이 포함되어야 할 것이다. 또한 화질을 평가하는 주제가 사람이기 때문에 화질을 판단하는 기준도 사람의 시각 구조의 개념을 이용한 방법을 고려하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Howard C. Reeve III and J. S. Lim, "Reduction of the blocking effects in image coding," Optical Engineering, vol. 23, no. 1, pp. 34-37, Jan. 1984.
- [2] Bhaskar Ramamurthi and Allen Gersho, "Nonlinear space-variant processing of block coded images," IEEE Trans. Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. ASSP-34, no. 5, pp. 1258-1268, Oct. 1986.
- [3] J. Ameye, J. Bursens, S. Desmet, K Vanhoof, G. Tu, J. Rommelaere, and A. Oosterlinck, "Image coding using the human

visual system," International Workshop on Image Coding, Korea Institute of Commun. Sci., pp. 229-308, Aug. 1987.

- [4] J. D. Fahnstock and B. R. Hunt, "The maintenance of sharpness in magnified digital images," Computer Vision, Graphics and Image Processing, vol. 27, pp. 32-45, 1984.
- [5] A. Rosenfeld and A. C. Kak, Digital Picture Processing. New York : Academic Press Inc., 1982, vol. 1, pp. 237-250.

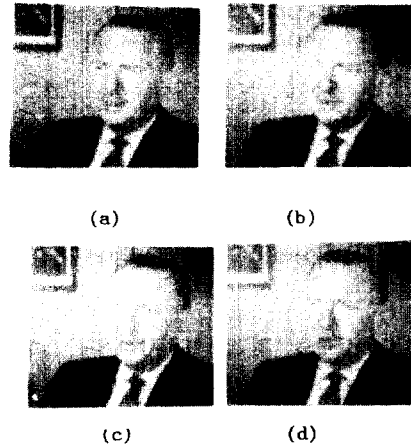


그림 3. 여러 후처리 기법들의 결과
 (a). DCT 결과 (4*4, 0.4 bpp)
 (b). J. S. Lim 방법
 (c). Gersho 방법
 (d). 제안한 방법

표 1. 각 방법에 대한 실험 결과 비교

| 영 상 | 블럭 크기 | 부호화 결과 | J S. Lim | Gersho | 제안한 방법 |
|---------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Cronkite (.4bpp) | 4*4 | 22.85 db | 23.46 db | 23.28 db | 23.51 db |
| | 8*8 | 23.16 db | 23.42 db | 23.26 db | 23.49 db |
| | 16*16 | 23.54 db | 23.64 db | 23.55 db | 23.75 db |
| (.5 bpp) | 4*4 | 22.85 db | 23.46 db | 23.28 db | 23.51 db |
| | 8*8 | 23.36 db | 23.61 db | 23.45 db | 23.68 db |
| | 16*16 | 23.54 db | 23.65 db | 23.55 db | 23.75 db |