

# 블록 기반 이미지 코딩 시스템에서 블록화 현상 감소 기법

유경종\*, 서영건\*\*, 이부권\*

## 요 약

블록 기반 DCT 코딩 이미지는  $N \times N$  블록 단위로 코딩을 하기 때문에 블록화 현상이 발생하게 된다. 특히 저비트율 이미지에서는 이러한 현상이 더욱 두드러지게 나타난다. 본 논문에서는 이러한 이미지에서 인근 픽셀 정보를 이용하여 블록화 현상을 줄이는 방법을 제안한다. 제안된 기법은 이미지 재구성 기법과 결합하는 경우에도 화질을 개선하는데 사용될 수 있다. 제안된 기법의 성능은 실험을 통해 보인다.

## Reduction of the Blocking Artifacts in Block-Based Image Coding System

Kyeong-Jong Yoo\* · Yeong-Geon Seo\*\* · Bu-Kwon Lee\*

### ABSTRACT

Due to  $N \times N$  block coding, blocking artifacts are exhibited by block-based DCT coding images, primarily at low bit rates. In this letter, we propose the new technique that reduce the blocking artifacts with adjacent pixels in such images. In the case of combining with lost block reconstruction techniques, our algorithm can be also used to improve image quality. And, the performance of the proposed algorithms is demonstrated experimentally.

Key words : Blocing Artifacts

## 1. 서 론

블록 기반 DCT 코딩은 기존의 다양한 코딩 방법 중에서 널리 사용되는 방법이다. 특히 이미지 압축 표준인 JPEG(Joint Photograph Experts Group)[1]과 MPEG(Motion Picture Experts Group)[2]이 대표적인 경우이다. 일반적으로 블록 기반 코딩은 이미지를  $N \times N$  블록으로 분할하여 각각의 블록에 DCT를 수행한다. 이때 압축율을 높이기 위해 양자화 요소값을 증가시키게 되면 다른 블록들 간에 그림 1과 같은 블록화 현상(blocking artifacts)이 발생한다. 본 연구에서는 이러한 저비트율의 블록 기반 DCT 코딩 이미지에서 발생하는 블록화 현상을 줄이는 방법을 제안한다.

비트율을 증가시키지 않고 디코더에서 DCT 코딩된 압축 이미지의 질을 높이는 기존의 연구는 DCT 영역 방법과 공간 영역 방법과 같이 크게 두 가지로 나누어

볼 수 있다. 첫 번째 방법은 디코더에서 원래의 이미지가 가지고 있는 계수와 유사하도록 DCT 계수를 추정하는 것이고[4-6], 두 번째 방법은 블록 경계를 부드럽게 하기 위해 공간 영역에서 필터링하고, 시각적으로 보기 좋도록 하는 것이다[7-8]. 제안 기법은 두 번째 방법과 유사하나, 인근 픽셀 정보를 이용한다.

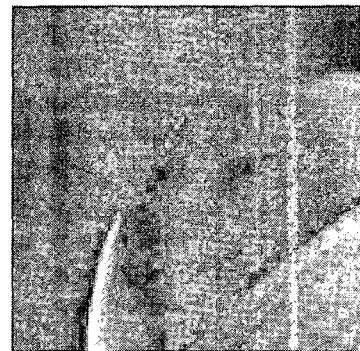


그림 1. 블록화 현상

\* 제일저자(First Author) : 유경종

주소 : 경남 진주시 가좌동 경상대학교 컴퓨터과학과

접수일 : 2004년 2월 15일, 완료일 : 2004년 2월 28일

\* 경상대학교 컴퓨터과학과

\*\* 경상대학교 컴퓨터교육과

즉 블록 경계 픽셀의 차이를 인근 픽셀에 차등 적용하여 이미지를 부드럽게 해준다. 그리고 제안 기법은 저비트율로 코딩된 블록 기반 이미지에도 적용할 수 있지만, 무선 통신 상에서 이미지를 전송할 때 발생하는 손실 블록의 재구성 알고리즘과도 같이 결합해서 사용할 수 있다. 또한 다른 연구와는 달리 DCT 과정에서 처리하지 않고 모든 JPEG 이미지가 처리된 후에 사용할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 JPEG 이미지의 특성에 대해서 다루고, 블록화 현상을 제거하기 위한 다양한 기법들을 설명한다. 3장에서는 제안된 기법에 대해서 다루고 4장에서는 실험 결과, 5장에서는 결론 및 향후 과제를 다룬다.

## 2. 관련 연구

이 절에서는 JPEG 압축 표준과 블록 기반 압축에서 발생하는 블록화 현상을 제거하는 다른 기법에 대해서 알아본다.

### 2.1 JPEG 압축 표준

JPEG 이미지는 이미지를 8×8 블록으로 분할하고 이에 DCT를 적용한 후 압축을 하게 되며 약간의 손실이 있지만 시각적인 문제없이 20:1까지 압축이 가능하다. 그러나 블록화하여 압축을 수행한다는 것과 양자화 기법에 기인하여 압축 후 복원한 이미지의 경우 블록 경계면에서의 픽셀 값 불연속에 의해 블록 경계들이 규칙적으로 나타나 보이는 블록화 현상이 발생한다. 특히 이는 고비트율로 코딩된 경우에는 발생하지 않으나 저비트율로 코딩되었을 때 더욱 두드러지게 발생한다. 이 경우 이미지가 자연스럽게 못하고 이러한 이미지를 무선 통신 상에서 전송하여 손실 블록을 재구성하는 경우 적절한 대체 블록을 찾기가 힘들다. 그래서 본 연구에서는 제안 알고리즘을 블록화 현상이 발생한 저비트율 이미지뿐만 아니라 손실 블록 재구성 알고리즘 후 후처리 방법으로 사용할 수 있도록 한다.

### 2.2 블록화 현상 감소를 위한 다양한 연구

블록 기반 코딩이 사용된 이래 블록화 현상 감소를 위한 다양한 연구가 진행되었다. 그 중에서 Malvar의 연구는[3] 비트율을 증가시키고, 인코더와 디코더의 수정이 불가피하다. 주로 디코딩 측에서 사용이 되는 POCS에 기반한 반복 방법들은[6, 8] 산업 표준과 호환성을 가진다. 그러나 POCS 기반 방법은 이미지가 흐릿해지거나, 블록 내에서 새로운 불연속성이 발생할 수 있다.

기존의 방법은 DCT 영역 방법과 공간 영역 방법을 주로 사용하지만 제안된 알고리즘은 블록들 간의 경계

의 불연속성을 인근 픽셀 값으로 수정해나가는 방법을 이용한다. 게다가 인코더와 디코더의 수정이 필요하지 않고, 이미지 재구성 알고리즘과 결합하여 사용할 수 있다는 장점을 가진다.

## 3. 블록화 현상 감소

이 절에서는 제안하는 블록화 현상 감소 기법에 대하여 설명한다.

### 3.1 블록화 현상 감소 기법

블록화 현상이 발생하면 블록 내부의 픽셀들은 연속성을 가지지만 블록 경계에는 불연속이 생긴다. 불연속적인 경계의 예는 그림 2와 같이 수평 블록간의 경계 부분과 수직 블록간의 경계를 들 수 있다. 실제 저비트율 JPEG 이미지에서는 그림 3에 보인 것과 같이 모든 블록에 대해 블록화 현상이 발생하지는 않는다. 그래서 블록화 현상이 발생한 부분에 대해서만 감소 알고리즘을 수행한다. 즉, 블록화 현상 감소 알고리즘 적용은 한 블록의 네 경계를 이루는 식 (1)에 의해 구해진 E의 값이 임계치로 정한 20 이상인 경우에 하게 된다.

$$E = \sum_{i=0}^7 (x_i - y_i)^2 \quad (1)$$

감소 알고리즘은 먼저 이미지의 모든 가로 픽셀들에 대해서 적용한 후, 그 다음 세로 픽셀들에 대해 적용을 한다. 그림 3의 경우 제거 알고리즘은 최대 가로 11\*8번, 세로 11\*8번을 하여 총 176번 수행된다.

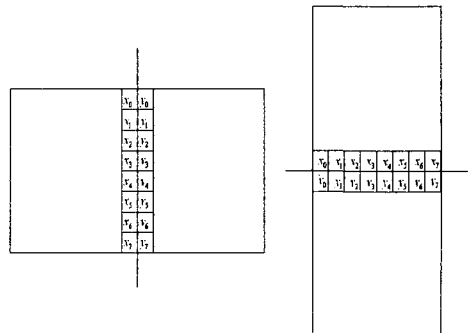


그림 2. 가로 및 세로 블록들 간의 불연속성

제거 알고리즘의 적용은 식 (1)에 의해 구해진 E의 값이 임계치 이상인 경우에 하게 되는데 블록의 픽셀 가로줄 8번 또는 픽셀 세로줄 8번을 수행된다. 두 블록 즉 왼쪽 블록과 오른쪽 블록 또는 위쪽 블록과 아래쪽 블록 사이의 경계를 기준으로 각각 네 개의 픽셀들이 다.

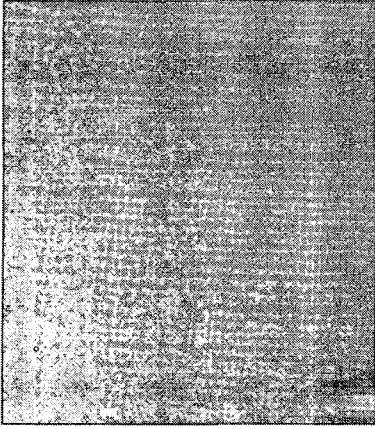


그림 3. 연속 및 불연속 부분

적용 픽셀은 다음 식 (2)와 같이 정의할 수 있다.

$$a_{-4}, a_{-3}, a_{-2}, a_{-1} \text{와 } a_0, a_1, a_2, a_3 \quad (2)$$

인덱스가 음수인 경우는 왼쪽 또는 위쪽 블록 안의 픽셀이고, 양수인 경우는 오른쪽 또는 아래쪽 블록 안의 픽셀이다. 즉  $a_{-1}$ 과  $a_0$ 가 블록의 실제 경계가 된다. 알고리즘에 사용되는 픽셀은  $a_{-1}$ 부터  $a_3$ 이고, 픽셀 값의 변형이 이루어지는 픽셀은  $a_0$ 에서  $a_3$ 이다. 식 (3)에 의해  $d$  값이 구해지면 이  $d$  값이  $a_0$ 에서  $a_3$ 에 적용된다.

$$d = a_{-1} - a_0 \quad (3)$$

이로써 새로운  $a'$ 이 구해진다. 즉  $a'_0 = a_0 + k_0$ ,  $a'_1 = a_1 + k_1$ ,  $a'_2 = a_2 + k_2$ ,  $a'_3 = a_3 + k_3$ 으로 적용될 수 있다. 새로운  $a'$ 에 더해지는 벡터는 다음과 식 (4)와 같다.

$$k = \left( \left\lceil \frac{d}{2} \right\rceil, \left\lceil \frac{d}{4} \right\rceil, \left\lceil \frac{d}{8} \right\rceil, \left\lceil \frac{d}{16} \right\rceil \right) \quad (4)$$

만약  $|d| < 40$ 이면 적용하지 않는다.

본 연구에서는 이미지가 흐릿하게 되는 것을 최소화시키기 위해  $8 \times 8$  이미지 블록에서 왼쪽 또는 아래쪽에만 적용을 한다. 그리고 제안된 기법은 연속성을 가지는 인근 블록의 픽셀을 이용하여 블록의 경계의 픽셀 값을 수정하는 방법을 이용하여 다른 연구와는 달리 JPEG인코더 및 디코더의 수정을 요구하지 않는다.

### 3.2 손실 블록 복구 기법에의 응용

본 연구에서 제안된 기법은 저비트율 JPEG 이미지 뿐만 아니라 블록 유사성을 이용하여 인근의 정보로 손실 블록을 재구성하는 경우에도 응용이 가능하다. 특히 손실 블록 복구를 위해 탐색한 대체 블록이 적합하지 않은 경우에 대체 블록과 인근 블록간의 경계간의 MSE(Mean Squared Error)가 임계치 이상인 경우 적용할 수 있다. 단 제안 기법의 경우 오른쪽으로 적용을 하지만 이 경우에는 바깥쪽에서 안쪽으로 적용해야 한다.

## 4. 실험 결과

실험 이미지는 그림 4, 5에 보이는 것과 같이  $512 \times 512$  크기의 12개의 그레이스케일 이미지, lena, pepper를 이용하였다. 실험 결과는 주관적 화질과 객관적인 측도인 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)로 보인다.



그림 4. lena 이미지



그림 5. pepper 이미지

다음 그림 6, 7은 블록화 현상이 발생한 저비트율 lena, pepper 이미지이다.

이 발생한 부분을 확대하여 그림 8-11에 나타내었다. lena 이미지와 pepper 이미지의 일부분에 대해서 결과를 보였지만 다른 부분에 대해서도 좋은 결과를 얻을 수 있었다.



그림 6. 저비트율 lena

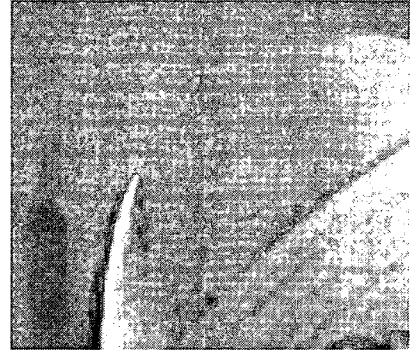


그림 8. 블록화 lena



그림 7. 저비트율 pepper



그림 9. 수정된 lena

2개의 테스트 이미지에 대하여 다음 식 (5)에 의해 PSNR이 구해지고, 이 값으로 이미지의 질을 객관적으로 측정할 수 있다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{\|x - \hat{x}\|^2} \quad (5)$$

표 1은 2개의 테스트 이미지에 대하여 실험하여 구한 PSNR 값을 보여주고 있다. 제안된 기법을 이용한 경우 디코딩된 JPEG 이미지에 대해 약 1.13 ~ 1.29 db 정도의 향상이 있었다.

주관적 화질의 개선을 보여 주기 위해 블록화 현상



그림 10. 블록화 pepper

<표 1> PSNR로 나타낸 제안 기법에 대한 실험 결과

이미지	JPEG 이미지(bpp: 0.22)	제안 기법	POCS-Y[6]	POCS-P[10]	POCS-Z[8]
lena	29.47	30.76	30.23	29.88	29.02
pepper	29.21	30.34	29.85	29.65	28.82

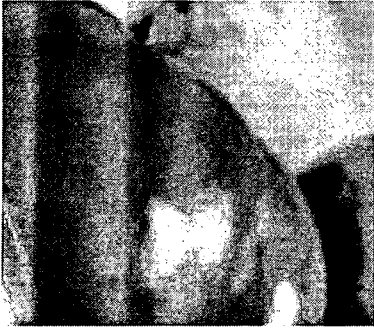


그림 11. 수정된 pepper

테스트에 사용된 JPEG 이미지는 0.22 bpp로 인코딩하였는데 이를 위해 IJG (Independent JPEG Group)의 [9] 소스를 이용하였고, 제안 기법은 블록의 경계간 픽셀의 MSE가 임계치 이상인 경우에만 적용을 하였다. 그리고 블록 기반 이미지를 무선 통신 상에서 전송했을 때 이를 재구성하는 알고리즘과 결합해서 사용될 수 있는 장점도 있다.

### 5. 결론

본 논문에서는 저비트율로 코딩된 블록 기반 이미지의 주요 단점인 블록화 현상 제거에 대한 연구를 하였다. 테스트 이미지에 대해서 기존의 연구보다 더 나은 결과를 보여주었으며, 실제 블록화 현상이 발생한 부분에만 제안 방법을 적용할 수 있었다. 그리고 제안 방법을 이용하면 블록 손실한 이미지 재구성 알고리즘에도 적용할 수 있다. 실험에서는 그레이스케일 이미지로 실험을 하였지만, 향후 테스트 이미지가 아닌 컬러 이미지를 이용하여 적용할 계획이다.

### 참고 문헌

[1] G. Walleye, "The JPEG Still Image Picture Compression Standard", Commun. ACM, Vol. 34, pp. 30-44, Apr. 1991.

[2] D. Le Gall, "MPEG: A video compression standard for multimedia applications", Commun. ACM, vol. 34, pp. 46-58, Apr. 1991.

[3] H. S. Malvar and D. H. Staelin, "The LOT: Transform coding without blocking effects", IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. 37, pp. 553-559, 1989.

[4] J. Jeong and B. Jeon, "Use of a class of two-dimensional functions for blocking artifacts reduction in image coding", In Proceedings of the

International Conference on Image Processing ICIP 95, vol. 1, pp. 478-481, 1995.

[5] H. Joung, U. Chong, and S. P. Kim, "Block artifacts reduction by optimization utilizing subband decomposition", In Proceedings of the 7th KSEA Northeast Regional Conference, 1996.

[6] Y. Yang, N. P. Galatsanos, and A. K. Katsaggelos, "Regularized reconstruction to reduce blocking artifacts of block discrete cosine transform compressed images", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 3(6), pp. 421-432, December 1993.

[7] S. J. Reeves and S. L. Eddins, "Comments on 'iterative procedures for reduction of blocking effects in transform image coding'", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 22(6), pp. 439-440, December 1993.

[8] A. Zakhor, "Iterative procedures for reduction of blocking effects in transform image coding", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 2(1), pp. 91-95, March 1992.

[9] Independent JPEG Group, <http://www.ijg.org/>. [Online]

[10] H. Paek, R. C. Kim, and S. U. Lee, "On the POCS-based postprocessing technique to reduce the blocking artifacts in transform coded images", IEEE Trans. Circuits Systems Video Technology, vol. 8, pp. 358-367, June 1998.

### 유 경 중



1992. ~ 1998. 2 경상대학교  
컴퓨터학과 학사  
1998. ~ 2000. 2 경상대학교  
컴퓨터학과 석사  
2000. ~ 2002. 2 경상대학교  
컴퓨터학과 박사과정 수료

관심분야: MPEG4, JPEG2000

### 서 영 건



1987년 경상대학교 전산통계학과  
학사  
1989년 숭실대학교 대학원  
전자계산학과 석사  
1997년 숭실대학교 대학원  
전자계산학과 박사

1989년 ~ 1992년 삼보컴퓨터  
1997년 ~ 현재 경상대학교 컴퓨터교육과 부교수  
2002년 ~ 현재 한국멀티미디어학회 논문지 편집위원  
관심분야 : 멀티미디어통신, 영상인식, 원격교육  
e-mail : young@gsnu.ac.kr

### 이 부 권



1972년 경상대학교 농경제학과 학사

1978년 미시건주립대학 대학원  
시스템 공학전공 석사

2001년 경남대학교 대학원  
컴퓨터공학과 박사

1980년 ~ 현재 경상대학교 컴퓨터과학과 교수

관심분야: 시뮬레이션, 멀티미디어통신