

논문 2006-43SP-3-1

웨이브릿 변환을 이용한 POCS 기반의 후처리 기법

(Post-processing Technique Based on POCS Using Wavelet Transform)

권 구 락*, 김 효 각**, 김 윤***, 고 성 제****

(Goo-Rak Kwon, Hyo-Kak Kim, Yoon Kim, and Sung-Jea Ko)

요 약

본 논문에서는 복원된 영상에서 블록현상을 제거하기 위해 POCS 이론을 기반으로 효율적인 후처리 기법을 제안한다. 블록 현상을 나타내는 불필요한 고주파성분을 제거하기 위해 웨이브릿 변환으로 효과적인 SCS 및 그 투영자를 제안한다. 또한 원 영상에서 에지로 나타나는 고주파성분을 찾아서 유지하는 방법도 제안한다. 실험결과로 제안하는 방법은 향상된 주관적 화질 뿐만 아니라, 복원된 출력 영상에서의 PSNR이 향상됨을 알 수 있다.

Abstract

In this paper, we propose a new post-processing method, based on the theory of the projection onto convex sets (POCS) to reduce the blocking artifacts in decoded images. We propose a new smoothness constraint set (SCS) and its projection operator in the wavelet transform (WT) domain to remove unnecessary high-frequency components caused by blocking artifacts. We also propose a new method to find and preserve the original high frequency components of the image edge. Experimental results show that the proposed method can not only achieve a significantly enhanced subjective quality, but also have the PSNR improvement in the output image.

Keywords: 후처리기법, SCS, QCS, 웨이브릿 변환

I. 서 론

많은 정보량을 가진 영상을 높은 압축률로 부호화하게 되면 영상은 화질 열화가 발생하게 되고, 이러한 화질 열화 문제를 해결하기 위한 화질 개선 기법들에 대한 연구가 진행되고 있다. 화질 개선 기법은 크게 전처리 과정을 이용하는 방법과 후처리 과정을 이용하는 방법으로 구분할 수 있다. 전처리 과정은 영상 신호를 부호화하기 이전에 영상 신호의 내용을 재구성함으로써 부호화 효율을 높이는 과정이고, 후처리 과정은 부호화가 끝난 뒤 영상 내의 화질 열화를 해결하는 과정이다. 후처리 과정은 주로 블록 기반 부호화 (Block-based

Coding)에 의한 블록 현상을 제거하는 데에 초점을 두고 있다. 현재 영상 압축 표준인 JPEG^[1], H.26x^[2], MPEG^[3] 등의 영상 압축 기술 분야에서도 블록 기반 부호화를 사용하여 블록 현상이 발생하는 단점이 있다. 이러한 단점이 되는 블록 현상은 원영상을 블록 단위로 나뉘어서 각 블록을 독립적으로 부호화하여 블록간의 상관성을 고려하지 않고 처리하므로 블록의 경계에 경계면이 발생하는 것이다. 블록 변환된 영상의 블록 현상을 제거하기 위해 기존에 많은 연구가 진행되어 왔으며 그 중 가장 대표적인 것이 POCS 이론^{[4][5][6]}을 바탕으로 한 방법이다. POCS 이론은 영상데이터와 여러 제한 조건으로부터 convex 집합과 그 집합으로의 투영자를 정의한 후, 각 집합으로의 반복적인 투영을 통해 원 영상의 특징은 손상시키지 않으면서 블록 현상을 제거하는 방식으로 영상을 복원한다. POCS 이론을 사용한 알고리즘은 Smoothness Constraint Set (SCS)과 Quantization Constraint Set (QCS)의 두 개의 집합을 정의하고 두

* 정희원, ** 학생회원, **** 평생회원,
고려대학교 전기전자전공공학부
(School of Electrical Engineering, Korea University)

*** 정희원, 강원대학교 전기전자정보통신공학부
(Dept. of Electrical and Computer Engineering,
Kangwon National University)

접수일자: 2005년9월13일, 수정완료일: 2006년4월5일

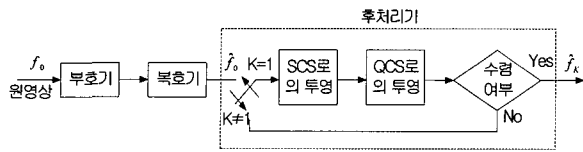


그림 1. POCS를 기반으로 하는 후처리 기법의 블록선도

Fig. 1. Block diagram of the post-processing method on POCS.

개의 집합으로 반복적인 투영을 하는 것으로 이루어져 있다. SCS는 주로 Blurring을 위한 제한 집합으로서 영상의 고주파 성분을 제거하기 위해 사용된다. 이때 블록현상에 의한 고주파 이외의 원 영상에 포함된 고주파를 가능한 보존하는 것이 SCS 알고리즘 설계의 중요한 과제이다. QCS는 SCS로의 투영으로 인한 과잉 흐려짐을 방지하기 위한 집합으로 원래의 영상 데이터가 가질 수 있는 데이터의 구간을 convex 집합으로 정의해서 이 구간 내에 데이터가 유지되도록 투영자를 정의한다. 일반적으로 QCS는 DCT 계수의 양자화 범위로 정의되며, DCT 계수가 SCS로의 투영 전의 양자화 범위 이내에 존재하도록 제한한다. 그림 1은 POCS를 기반으로 하는 후처리 기법을 블록선도로 나타낸 것이다. 여기서 P_s 와 P_q 는 convex 집합인 C_s 와 C_q 로의 투영자이다.

POCS 이론을 블록 현상의 제거에 사용하는 방법은 Zakhor가 처음으로 제안하였다.^[7] Zakhor 알고리즘은 SCS와 QCS의 두 제한 집합을 정의하고 두 집합으로의 투영을 통해 블록 현상을 제거하였고 이 방법의 수렴성을 POCS 이론을 이용하여 증명하였다. 이 알고리즘에서 SCS로의 투영자는 저역 통과 필터링으로 정의하였고 저역 통과 필터링에 의한 경계선 손실을 보상하기 위해 DCT 계수의 범위를 QCS로 정의하여 계수를 범위내로 조절하는 투영자를 정의하였다. 하지만 Zakhor의 방법은 SCS가 convex 집합이 아니기 때문에 수렴이 되지 않는 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해 Yang은 Zakhor의 방법에서 SCS를 개선한 집합과 그 집합으로의 투영자를 제안하였다.^[5] Yang이 제안한 SCS는 영상의 블록 경계 화소들의 차의 에너지가 전체 영상의 평균적인 변화보다 작도록 하는 convex 집합이다. 이 집합에 의한 투영자는 밝고 평탄한 영역에서는 blurring 효과를 크게 하고 어둡고 변화가 많은 영역에서는 blurring 효과를 작게 하는 것으로 정의한다. 또한, Paek과 Kim의 알고리즘도 Zakhor의 수렴되지 않는 문제점을 개선하고자 DCT 계수의 특성을 이용한 SCS를

제안하였다.^{[11][14]} Paek과 Kim이 제안한 SCS는 블록의 경계에서 고주파 성분이 발생한다는 원리를 이용한 집합이다. 이는 인접한 두 블록간의 같은 행이나 열로 이어지는 라인의 DCT 계수 특성과 두 블록내의 전체 DCT 계수 특성을 비교하여 지나치게 높은 주파수를 제거하는 것으로 SCS로의 투영자를 정의한다.

블록 현상 제거 방법에 있어서 다양한 후처리 알고리즘들이 제안되고 있지만, 대부분의 알고리즘은 DCT 압축/복원된 영상을 DCT와 IDCT의 과정을 반복하여 블록현상을 제거하는 방법으로 많은 계산이 요구되어지고 영상에서의 중요한 예지성분과 불필요한 블록 현상 성분의 구분을 효과적으로 정의하여 블록 현상을 제거하지 못한다. 따라서 본 논문에서는 제안하는 SCS 및 그 투영자는 DCT(Discrete Cosine Transform) 기반의 압축/복원된 영상을 웨이브릿 변환하고, 이를 블록 단위로 재배열을 하여 수평·수직 에지 대역에서 나타날 수 있는 블록 현상 성분을 포함한 웨이브릿 계수들을 추출하고 제거함으로써 블록현상을 감소시킨다. 또한 블록 현상을 포함하는 계수를 제거할 때, 원영상의 에지 성분과 불필요한 블록 성분을 효과적으로 구분하여 제거하는 방법을 제안한다.

본 논문은 다음과 같은 구성으로 되어있다. II장은 제안한 웨이브릿 영역의 후처리 기법을 소개하고, III장은 실험 및 결과로 기술하였고, IV장에서 결론을 맺는다.

II. 제안된 웨이브릿 영역의 후처리기법

2.1 새로운 SCS 정의

제안한 알고리즘은 DCT 기반 압축/복원 영상을 웨이브릿 변환하고 그 결과를 각 블록별로 재배치한 후 수평/수직 에지 대역내의 블록 성분의 위치에 해당되는 웨이브릿 계수를 수정하여 역웨이브릿 변환하는 것이다. 그림 2는 설명을 위해 예로 든 영상으로 16개의 8×8 블록으로 나뉜 32×32 크기의 영상이다. 그림 3은 그림 2의 영상 전체를 웨이브릿 변환한 결과이다.

웨이브릿 변환 영상을 블록별로 블록 현상의 계수의 위치를 나타내기 위해 계수를 재배치하며 그 방법은 그림 4와 같다. 그림 5는 전체 영상을 웨이브릿 변환한 결과로서 그림과 같이 하나의 블록에 해당하는 계수들을 뽑아내어 각 번호에 해당하는 위치로 배치하면 해당 블록에 대한 재배치가 이루어진다. 그림 4는 모든 블록에 대해 이와 같은 재배치를 수행한 결과이다.

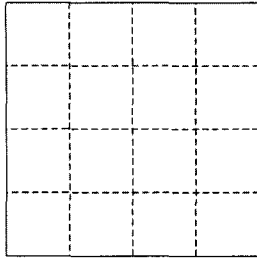


그림 2. 8x8 서브블록 단위로 나뉜 32x32 영상
Fig. 2. 32x32 image consists of 8x8 subimages.

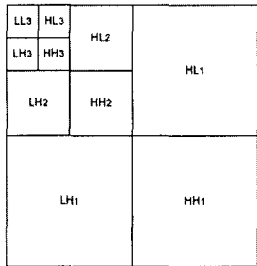


그림 3. 웨이브릿 변환한 결과
Fig. 3. Wavelet transformed result.

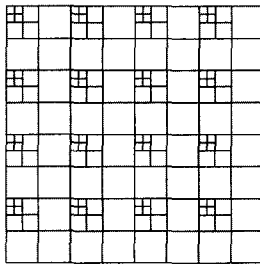


그림 4. 웨이브릿 계수를 재배치한 결과
Fig. 4. Reordered result in wavelet coefficients.

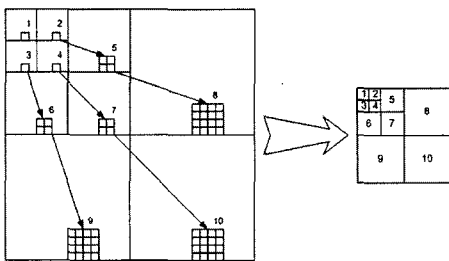


그림 5. 서브블록별 웨이브릿 계수들의 재배치 과정
Fig. 5. Reordering process of wavelet coefficients in each subband.

그림 6은 재배치한 결과에서 한 블록을 확대한 것으로 회색으로 표시된 부분은 블록현상에 의해 영향을 받는 계수의 위치를 나타낸 것이다. 웨이브릿 변환의 특성상 HL 대역은 수직 방향의 고주파 성분을 포함하고 있으며 변환이 진행될수록 이전 단계의 1/2로 다운 샘플링된 크기를 가지게 된다. 이때 샘플링 과정에 의해 인접한 두 블록간의 고주파 성분은 두 블록중 왼쪽의

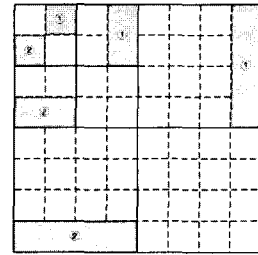


그림 6. 웨이브릿 변환된 결과의 한 블록
Fig. 6. A block of wavelet transformed result.

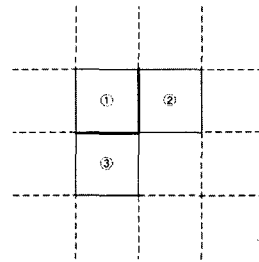


그림 7. 영상내의 임의의 인접한 세 블록
Fig. 7. Arbitrary three neighbor blocks in images.

블록에 주로 포함된다. 이러한 특성은 LH 대역에도 동일하게 적용된다. 그림 7은 영상내의 임의의 인접한 세 블록의 그림으로 이 경우 굵게 표시된 1번 블록과 2번 블록 사이의 고주파 성분은 1번 블록에 주로 포함되며 그 위치는 그림 6의 1번이 된다. 그리고 1번 블록과 3번 블록 사이의 고주파 성분도 1번 블록에 주로 포함되며 그 위치는 그림 6의 2번이 된다. 여기서 해당 위치의 계수는 블록 현상에 의한 고주파 성분을 포함하지만 원 영상에서의 경계에 의한 고주파 성분도 포함할 수 있다. 따라서 그 두 가지를 구별할 수 있는 방법이 필요하다. 효과적인 투영에 관한 방법은 다음 절에서 설명한다.

DCT 기반 압축/복원된 신호 $f_b(n)$ 이 웨이브릿 변환을 하면 $F_b(n)$ 이 되고, $F_b(n)$ 은 원 신호가 웨이브릿 변환된 신호 $F(n)$ 과 에러 신호 $E(n)$ 의 합으로 표현이 가능하다.

$$F_b(n) = F(n) + E(n) = F(n) + E_q(n) + E_b(n) \quad (1)$$

(1) 식에서 $E_q(n)$ 은 양자화 에러, $E_b(n)$ 은 블록 기반 변환에 의한 에러이다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 변환 신호 $F_b(n)$ 으로부터 블록 변환 에러 $E_b(n)$ 를 제거한다. 다음 절에서는 $E_b(n)$ 를 제거하기 위한 향상된 SCS를 제안한다. 그리고 양자화 에러 $E_q(n)$ 은 기존의 알고리즘을 이용해서 제거한다.^[4]

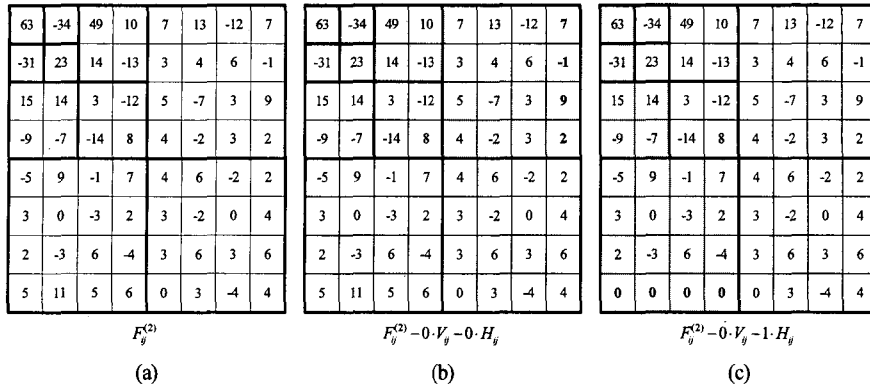


그림 8. 웨이브릿 변환에서 중요 계수 후보와 그 영역
 Fig. 8. Significant coefficients and that region in wavelet transformed coefficients.

$$F_o(n) = F_b(n) - E_q(n) - E_b(n) \approx F(n) \quad (2)$$

결과적으로, 식(2)에 의해 $F_o(n)$ 을 얻을 수 있으며, 이것은 원본의 영상에 거의 동일하게 복원된 것이다.

그림 8에서 F_{ij} 는 f_{ij} 가 변환된 신호이다. 제안하는 알고리즘은 복원된 영상에서 블록 현상에 의한 불필요한 고주파 성분을 제거하기 위해 F_{ij}^b 를 사용한다. F_{ij}^b 는 F_{ij}^b 의 변환된 신호이며 블록 현상에 의해 원 영상의 변환된 신호에 비해 많은 고주파 성분을 가지고 있다. 그리고 블록 현상에 의한 고주파 성분은 변환 신호에서 HL 영역과 LH 영역의 4번째 요소에 집중되어 있다. 이 결과를 이용해서 블록 현상을 제거하기 위한 SCS과 투영자를 다음과 같이 제안한다. Convex 집합 $C_{F_{ij}^{(2)}}$ 는

$$C_{F_{ij}^{(2)}} = \{f | f_{ij} \in f, F_{ij}^{(2)} \geq F_{ij}^{(2)} - \alpha \cdot V_{ij} - \beta \cdot H_{ij}\} \quad (3)$$

으로 정의한다. 여기서 $V_{ij} = \{F_{HL_b(ij)}^{(2)}(3, b), b = 0, 1, 2, 3\}$, $H_{ij} = \{F_{LH_a(ij)}^{(2)}(a, 3), a = 0, 1, 2, 3\}$ 는 웨이브릿 변환 결과에서 수직 성분의 4번째 열과 수평성분의 4번째 행을 나타낸다. 만약 α 나 β 가 1인 경우 해당 계수는 중요 계수로 인정되어 보존하게 되며, α 나 β 가 0인 경우 해당 계수는 제거하게 된다. α 나 β 에 관한 자세한 설명은 다음 장에서 설명할 것이다.

2.2 제안된 효과적인 투영방법

블록 단위의 변환 부호화에서 복호 영상은 블록 성분을 포함한다. 웨이브릿 변환 결과의 고주파 영역은 불필요한 고주파 성분뿐만 아니라 원영상의 윤곽선에 의한 고주파 성분도 포함한다. 따라서 본 논문에서는 원영상의 윤곽선을 유지하면서 불필요한 고주파 성분만

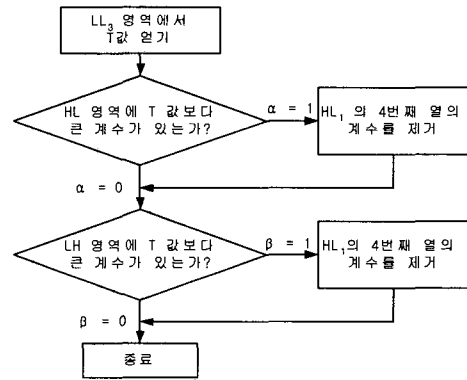


그림 9. SCS 에서의 제안한 알고리즘
 Fig. 9. Proposed algorithm in SCS.

제거할 수 있는 향상된 SCS를 제안한다. 그림 5에 제안하는 알고리즘의 예이다. 그림 8의 (a)는 8x8 영상으로 3단계의 웨이브릿 변환한 그림이다. LL 영역의 계수가 63이므로 문턱값은 (31.5, 63) 범위 내의 값으로 선택할 수 있다.^[13] 여기서 문턱값 T = 32로 정하기로 한다. 그림 8의 (a)에서 LH_3, LH_2, LH_1 의 계수들 중에서 문턱값을 넘는 계수가 있는 경우 LH_1 의 4번째 행은 보존한다. 그리고 문턱값을 넘는 계수가 없는 경우 LH_1 의 4번째 행은 제거된다. 마찬가지로 HL_3, HL_2, HL_1 의 계수들 중에서 문턱값을 넘는 계수가 있는 경우 HL_1 의 4번째 열은 보존하며, 문턱값을 넘는 계수가 없는 경우 제거된다. 여기에서 문턱값 T는 LL_3 영역의 계수에 의해 얻어지며, 문턱값을 LH와 HL 영역의 계수들과 비교해서 α 와 β 값을 결정한다. 그리고 결정된 α 와 β 값에 의해 HL_1 과 LH_1 영역의 4번째 행과 열을 보존하거나 제거한다. (그림 9 참조)

III. 성능 평가 및 분석

본 논문에서는 제안한 SCS를 이용한 복원 결과의 성능을 측정하기 위해서 256x256의 해상도와 256 단계를 밝기를 가지는 그레이 영상을 사용하였다. 실험에는 BARBARA, ZELDA, PEPPER, FACE 영상을 사용하였다. 그림 10은 원영상과 표 1의 양자화 계수를 이용하여 얻어진 JPEG 복호화 영상이다. 실험 결과는 Zakhor, Kim, Paek 알고리즘과 제안한 알고리즘을 각각의 영상에 적용하여 확인하였다.

알고리즘을 적용한 결과의 성능을 측정하기 위해서 PSNR을 이용하였다. $M \times N$ 의 해상도와 $[0, 255]$ 의 밝기 범위를 가지는 영상의 PSNR은 다음과 같이 정의된다.

$$PSNR = 10 \log \left(\frac{M \times N \times 255^2}{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (f(i,j) - f'(i,j))^2} \right) \quad (4)$$

여기에서 $f(i,j)$ 는 원 영상이며, $f'(i,j)$ 는 복원된 영상이다.

그림 11은 각각의 알고리즘의 수렴도를 알아보기 위해 각 알고리즘에 대하여 총 20회의 반복을 수행하면서 복원 영상에 대한 PSNR을 그래프로 나타낸 것이다. 여기서 한번의 반복은 영상을 SCS로 투영한 후 QCS로 다시 투영하는 과정이다. 그림 11의 그래프를 보면 Zakhor의 알고리즘은 수렴에 실패 하지만 제안한 알고리즘은 4번 이내에 빠르게 수렴하며 수렴시의 PSNR이 다른 알고리즘에 비해 높은 것을 확인할 수 있다.

그림 11은 각각의 알고리즘의 수렴도를 알아보기 위해 각 알고리즘에 대해 반복을 수행하면서 복원 영상에 대한 PSNR을 그래프로 나타낸 것이다. 여기서 한번의 반복은 영상을 SCS로 투영한 후 QCS로 다시 투영하는 과정이다. 그림 11의 그래프를 보면 Zakhor의 알고리즘은 수렴에 실패 하지만 제안한 알고리즘은 4번 이내에 빠르게 수렴하며 수렴시의 PSNR이 다른 알고리즘에

표 1. 양자화 테이블 표
Table 1. Quantization table.

50	60	70	70	90	120	255	255
60	60	70	96	130	255	255	255
70	70	80	120	200	255	255	255
70	96	120	145	255	255	255	255
90	130	200	255	255	255	255	255
120	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255

표 2. 대표적인 후처리 알고리즘의 수렴시 PSNR 값
Table 2. Converged PSNR for the different Post-processing methods.

Images Method	BARBARA	ZELDA	PEPPER	FACE
JPEG	28.43	29.81	28.84	28.61
Zakhor	28.38	29.41	28.25	28.41
Paek	28.76	30.00	29.02	28.76
Kim	28.87	30.05	28.80	28.84
Proposed	28.91	30.12	29.09	28.91



(a)



(b)

그림 10. 실험 영상: (a) BARBARA 원 영상. (b) BARBARA JPEG 복호화 영상

Fig. 10. Test images: (a) Original BARBARA image. (b) Barbara image with blocking artifacts.

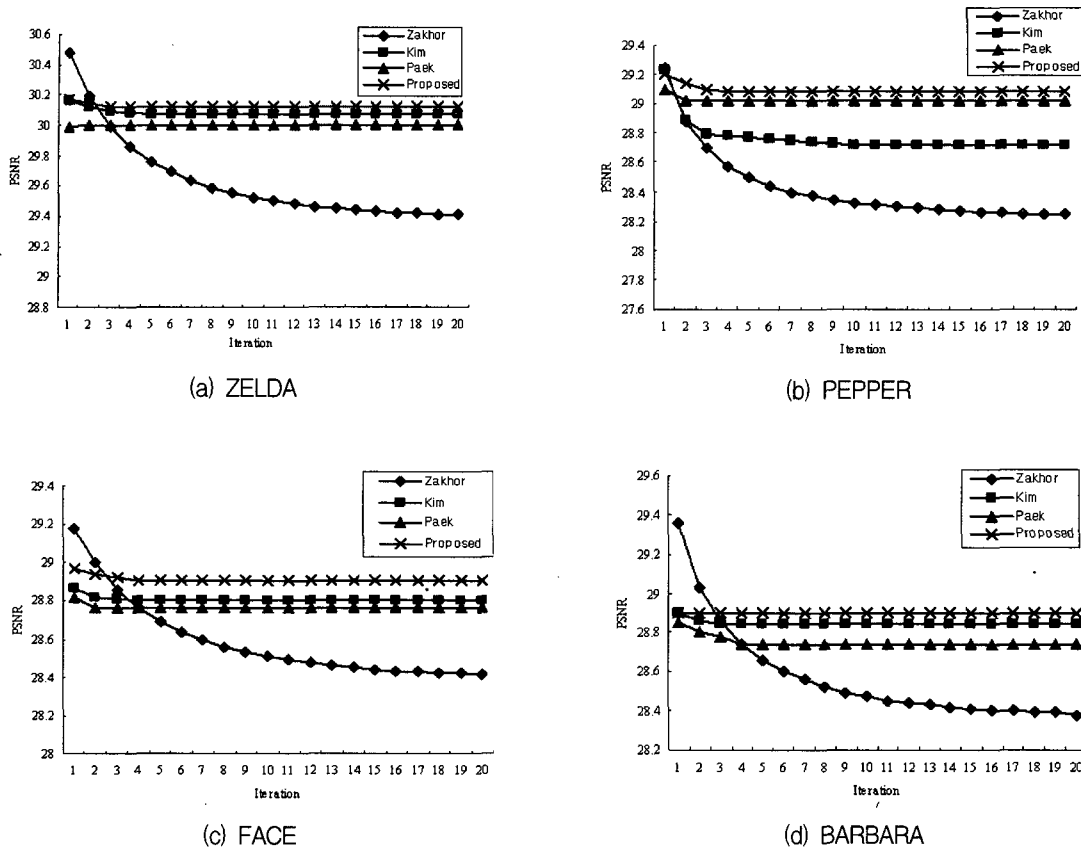


그림 11. 네 개의 복원된 영상으로 PSNR 그래프: (a) ZELDA 영상 (b) PEPPER 영상 (c) FACE 영상 (d) Barbara 영상
 Fig. 11. PSNR performance variations on four decoded images. (a) ZELDA image. (b) PEPPER image. (c) FACE image. (d) BARBARA image.

비해 높은 것을 확인할 수 있다. 그림 12와 그림 13은 각 알고리즘을 적용한 실제 결과 영상을 비교한 것이다. 그림 12에서는 알고리즘을 적용한 영상의 전체적인 차이를 비교할 수 있고, 그림 13에서는 주요 부분을 확대하여 제안한 알고리즘이 원 영상의 윤곽선 부분은 최대한 유지되며 블록 현상 부분은 많이 감소되는 것을 나타내었다.

표 2는 각 알고리즘을 20회 반복한 결과의 PSNR을 적용한 영상에 대해 정리한 것이다. 표에서도 제안한 알고리즘이 다른 알고리즘에 비해 성능이 뛰어난 것을 확인할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 영상의 블록 현상을 감소시키기 위해서, POCS 이론을 기반으로 하는 후처리 기법을 제안하였다. JPEG 복호화된 영상을 웨이브릿 변환하고 이를 블록 단위로 재배열을 하여 수평, 수직 고주파 성분 영역에서 불필요한 블록 현상 성분을 포함한 웨이브릿 계

수들을 제거하는 SCS을 정의 및 투영하는 방식을 제안하였다. 실험결과에 있어서, 주관적인 측면에서 후처리된 영상의 블록 현상을 효과적으로 제거하였을 뿐만 아니라 객관적인 화질 개선됨을 실험 결과를 통해 알 수 있다. 이는 원영상의 중요한 에지 정보를 보존하고 불필요한 블록 성분을 효과적으로 줄인 것이다. 또한, 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 기존의 후처리 기법보다 최소 반복구간에서 수렴하기 때문에 계산량이 훨씬 감소함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC/JTC1/SC1/WG8 JPEG technical specification, vol. Revision 8, 1990.
- [2] ITU-T, Video coding for low bit rate communication, ITU-T Recommendation H.263 version 2, Jan. 1998.
- [3] I. JTC1/SC29 Coding of moving pictures and association audio, vol. Recommendation H.262:

ISO/IEC 13818, 1993.

- [4] H. C. Reeve and J. S. Lim, "Reduction of the blocking effects in image coding," *Opt. Eng.*, vol. 23, pp. 34-37, Jan. 1984.
- [5] Y. Yang, N. P. Galatsanos, and A. K. Katsaggelos, "Projection-based spatially adaptive reconstruction of block-transform compressed images," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 4, pp. 896-908, Jul. 1995.
- [6] B. Ramamurthi and A. Gersho, "Nonlinear space-variant post-processing of block coded images," *IEEE Trans. Acoustics, Speech, and Signal Proc.*, vol. ASSP-34, pp. 1258-1267, Oct. 1986.
- [7] A. Zakhor, "Iterative procedures for reduction of blocking effects in transform image coding," *IEEE Trans. on Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 2, pp. 91-95, Mar. 1992.
- [8] M. Liou, "Overview of the p64kbit/s video coding," *Commun. ACM*, vol. 34, pp. 4658, Apr. 1991.
- [9] D. Youla and H. Webb, "Image restoration by the method of convex projections: part i-theory," *IEEE Trans. Med. Imag.*, vol. MI-1, pp.81-94, Oct. 1982.
- [10] 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 Syst. Video Technol.*, vol. 3, pp. 421-432, Dec. 1993.
- [11] H. Paek, R. C. Kim, and S. U. Lee, "On the pocs-based post-processing technique to reduce the blocking artifacts in transform coded images," *IEEE Trans. on Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 8, pp. 358-367, Jun. 1998.
- [12] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, and I. Daubechies, "Image coding using wavelet transform," *IEEE Trans. Image Proc.*, vol. 1, pp. 2052-18, Apr. 1992.
- [13] J. M. Shapiro, "Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients," *IEEE Trans. On Signal Proc.*, vol. 41, No. 12, pp. 3445-3462, Dec. 1993.
- [14] Y. Kim, C. -S. Park, and S.-J. Ko, "Fast POCS Based Post-processing Technique for HDTV," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*. vol. 49, no. 4, pp. 1438-1447, Nov. 2003.

저 자 소 개



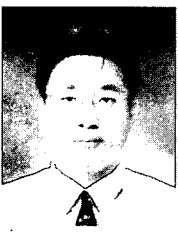
권 구 락(정회원)
 1997년 경일대학교
 전자공학과 학사 졸업
 1999년 성균관대학교 전기전자 및
 컴퓨터공학부 석사 졸업
 2002년~현재 고려대학교
 전기전자전파공학부
 박사과정 재학

<주관심분야 : 영상 신호 처리, 멀티미디어 압축
 및 콘텐츠 저작권 보호>



김 효 각(학생회원) -
 2005년 고려대학교 전기전자전파
 공학부 학사 졸업
 2005년~현재 고려대학교
 전기전자전파공학부
 석사과정 재학

<주관심분야 : 동영상 부호화, 트랜스코딩>



김 윤(정회원)
 1993년 고려대학교
 전자공학과 졸업
 1995년 고려대학교
 전자공학과 석사 졸업
 2003년 고려대학교 전자공학과
 박사 졸업

2004년~현재 강원대학교 전기전자정보통신
 공학부 조교수

<주관심분야 : 영상 신호 처리, 멀티미디어 통신
 및 처리>



고 성 제(평생회원)
 1980년 고려대학교
 전자공학과 학사 졸업
 1986년 State Univ. of New York
 at Buffalo 전기 및 컴퓨
 터공학과 석사 졸업
 1988년 State Univ. of New York
 at Buffalo 전기 및 컴퓨터
 공학과 박사 졸업

1981년~1983년 대우통신 중앙연구소 연구원
 1988년~1992년 Univ. of Michigan, Dearborn
 전기 및 컴퓨터공학과 조교수
 1996년 11월 IEEE APCCAS best paper award
 1997년 12월 대한전자공학회 해동논문상 수상
 1999년 11월 한국통신학회 LG 학술상
 1997년 IEEE Senior member, 2000년 IEE Fellow
 2004년 고려대학교 훌륭한 공대 교수상(학술상)
 1992년~현재 고려대학교 전기전자전파공학부
 정교수

<주관심분야 : 영상 처리 및 압축, 멀티미디어
 통신>