

블록간 유사성과 선형조합을 이용한 블록화 현상 제거 알고리즘

정희원 박경남*, 권기우*, 이진우*, 이석환*, 권성근*, 이진일*

Blocking Artifact Reduction Algorithm Using Similarity between Blocks and Linear Combination

Kyung-Nam Park*, Kee-Koo Kwon*, Gun-Woo Lee*, Suk-Hwan Lee*, Seong-Geun Kwon*,
and Kuhn-Il Lee* *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 블록간의 유사성과 선형조합을 이용하여 블록화 현상 (blocking artifact)을 효율적으로 제거하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 방법에서는 모든 블록을 DCT 계수에 따라서 저주파 블록과 고주파 블록으로 나눈다. 그리고 블록화 현상이 나타나는 블록 경계면을 중심으로 하는 블록을 치역 블록 (range block)이라 정의하고, 이 치역 블록과 유사한 블록을 탐색영역 범위 안에서 찾은 다음 이를 정의역 블록 (domain block)이라 정의한다. 그리고 탐색과정에서는 좀 더 정확한 정의역 블록을 찾기 위해 치역 블록의 블록 경계면을 중심으로 양쪽으로 나누어진 부 블록 특성과 블록간 유사성을 이용하였다. 마지막으로 탐색과정에서 찾은 정의역 블록과 블록화 현상이 발생한 치역 블록과의 선형 조합 (linear combination)을 이용하여 치역 블록의 화소 값을 바꿈으로써 블록화 현상을 제거하였다. 모의 실험 결과로부터 제안한 방법이 기존의 방법에 비하여 PSNR 측면에서 0.04~0.4 dB 정도의 향상을 얻었을 뿐만 아니라 주관적 화질 면에서도 우수한 성능을 나타냄을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed a blocking artifact reduction algorithm using similarity and linear combination between blocks. In the proposed method, all of the blocks are classified into low frequency block and high frequency block according to the their DCT coefficients. And we defined range block, which shows blocking artifacts, as block centered to block boundary and defined domain block as similar block with range block within search range. In the search procedure, we used sub-block's property of range block and similarity for more accurate searching. Finally blocking artifact reduction algorithm is performed using linear combination between searched domain block and blocky range block. The performance of the proposed method is investigated by computer simulation in comparison with the traditional methods. In the experimental results, we confirmed the better performance in the subjective by 0.04~0.4 dB and objective image quality.

I. 서론

JPEG과 같은 정지 영상 부호화와 H.261, MPEG-1, 및 MPEG-2 등의 동영상 부호화에서는 블록기반 이산여현변환 (block-based discrete cosine

transform)이 쓰여진다.^{[1],[2]} 이는 에너지 집중 성질과 빠른 알고리즘 및 하드웨어의 유용성에 기인한다. 그러나 이산여현변환은 높은 압축율로 압축할 경우 심각한 블록 내 및 블록간 화질 열화가 발생될 수 있다. 대표적인 화질 열화로는 블록화 현상과

* 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 오디오 및 비디오 시스템 공학 연구실(shamrock@palgong.knu.ac.kr)
논문번호 : 020194-0423, 접수일자 : 2002년 4월 23일

링잉 현상 (ringing artifacts) 등이 있다.^{[4]-[9]}

블록화 현상은 평탄한 영역내의 블록간에 미소한 밝기 차이 때문에 주로 나타나고, 링잉 현상은 양자화에 의한 고주파 성분의 절단에 의하여 에지들 주위에 주기적인 유사 에지들에 의해 나타나는 현상이다. 따라서 이와 같은 블록화 현상 및 링잉 현상을 효율적으로 제거하기 위한 많은 방법들이 연구되어 왔다.^{[4]-[9]}

블록화 현상을 제거하기 위한 대표적인 방법은 공간 영역에서의 저역 통과 필터를 사용하는 방법이다.^{[4]-[9]} 1986년 Ramamurthi 등^[4]이 제안한 방법에서는 블록화 현상이 발생한 영상을 평탄 블록과 에지 블록으로 분류한 후, 평탄 블록에는 2차원 저역 통과 필터를 적용하고, 에지 블록에는 에지에 평행하게 1차원 저역 통과 필터를 적용한다. 그러나 이 방법은 에지 블록과 평탄 블록을 분류하는 방법이 정확하지 못하다.

1996년 H. Kim 등^[5]은 전역 (global) 에지맵 (edge map), 국부 (local) 에지맵, 및 윤곽선 (contour) 에지맵을 이용하여 블록화 현상을 제거하였다. 이 방법은 Ramamurthi 등^[4]이 제안한 방법보다 화질면에서는 우수하나 계단형 잡음을 효율적으로 제거하지 못하는 단점이 있다.

1999년 S. Kim 등^[6]이 제안한 방법에서는 블록 경계 영역에서 화소값들의 차를 이용하여 평탄한 영역과 복잡한 영역을 각각 평면 격차 모드와 기본 모드로 구분한다. 평면 격차 모드에서는 1D 저역 통과 필터를 블록 경계 영역에 적용하고, 기본 모드에서는 복잡한 영역이므로 블록 경계의 주파수 정보에 따라 평탄화 강도를 제어하여 블록 경계를 필터링 한다. 이 방법은 영상의 세밀한 부분에서는 필터링을 취하지 않으므로 영상의 세밀함은 보존될 수 있으나, 에지 영역에서 나타나는 블록화 현상은 잘 제거되지 않는 단점이 있다.

본 논문에서는 블록화가 발생하지 않는 곳의 화소값의 정보를 가지고 블록화가 발생한 곳의 화소값을 개선시킴으로써 블록화 현상을 효율적으로 제거하였다. 이와 같이 떨어진 곳의 정보를 이용하는 방법은 프랙탈 영상 압축 방법에서 쓰여지고 있다.^[3] 프랙탈 영상 압축 방법에서는 블록간의 유사성을 자기 유사성을 이용하는데 반해, 기중 평균 오차로 블록간의 공간적 유사성을 찾았다. 그리고 블록화 현상이 나타나는 블록 경계면을 중심으로 하는 블록을 치역 블록 (range block)이라 정의하고 이 치역 블록과 유사한 블록을 치역 블록의 부 블

록들의 특성 조합과 영상의 유사성을 이용하여 탐색영역 범위 안에서 찾은 다음 이를 정의역 블록 (domain block)이라 정의한다. 마지막으로 블록화가 생긴 치역 블록과 탐색 과정에서 찾은 정의역 블록과의 선형 조합에 의해서 치역블록의 화소 값들을 보정함으로써 블록화 현상을 제거하였다. 제안한 방법은 기존의 방법에 비해 영상내의 탐색 범위 안에서 가장 유사한 블록을 찾아서 블록화가 발생한 곳의 화소값을 개선시키는 방법을 씀으로써 좀 더 자연스러운 영상을 얻을 수 있었다.

제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여 Baseline JPEG^[11]과 MPEG TM5^[12]를 기반으로 부호화된 영상에 대하여 모의실험을 행하였다. 실험 결과로부터 제안한 방법은 치역블록과 정의역 블록과의 효율적인 선형 조합에 의하여 객관적 화질 및 주관적 화질면에서 기존의 방법들에 비하여 우수한 성능을 나타냄을 확인하였다.

II. 제안한 블록화 현상 제거 알고리즘

본 논문에서는 블록 분류를 통하여 각 블록들을 저주파 블록과 고주파 블록으로 분류하고, 블록화 현상이 나타나는 블록 경계 영역의 치역 블록과 유사한 정의역 블록을 블록 분류를 통하여 알게 된 블록 특성과 블록간의 유사성을 이용하여 탐색 범위 안에서 찾은 다음, 치역 블록과 정의역 블록과의 선형 조합을 통하여 블록 경계 영역의 픽셀 값들을 보정하여 블록화 현상을 제거한다. 제안한 알고리즘의 전체적인 블록 다이어그램은 그림 1에서와 같다.

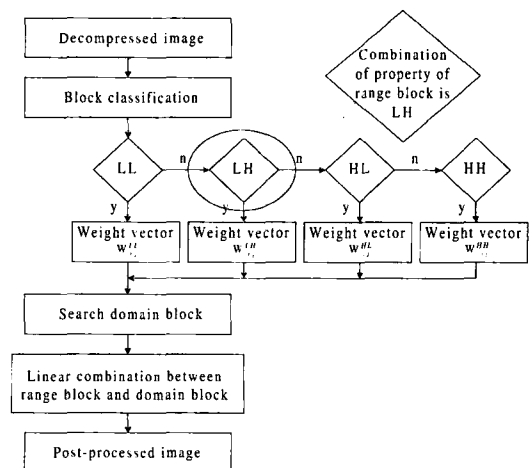


그림 1. 제안한 방법의 블록도

1. 블록 분류

본 논문에서는 블록 경계 영역의 블록들을 효과적으로 보정하기 위해서 블록 경계 지점을 경계로 양쪽의 블록특성을 이용한다. 일반적으로 블록화 현상은 저주파 블록에서 더 심각하게 보인다. 본 블록 분류 알고리즘은 변환 도메인 상에서 DCT 계수들의 특성에 따라서 저주파 블록과 고주파 블록으로 분류하는 Kuo 등^[7] 과 유사하다. 만약에 변환 도메인 상에서

$$C_{DCT}(i, j) * K_{low} = \hat{0} \tag{1}$$

를 만족하면 저주파 블록으로 판정하고 마찬가지로

$$C_{DCT}(i, j) * K_{high} \neq \hat{0} \tag{2}$$

를 만족하면 고주파 블록으로 판정한다. 여기서 $C_{DCT}(i, j)$ 는 (i, j) 블록의 8×8 크기의 양자화 된 DCT 계수를 뜻하고, *는 계수대 계수 곱이고, K_{low} 및 K_{high} 는 각각 저주파 블록과 고주파 블록을 찾아 주는 테스트 행렬이다. 그리고 $\hat{0}$ 는 8×8 크기의 영 행렬이다. 본 알고리즘에서는 K_{low} 및 K_{high} 를

$$K_{low} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$K_{high} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \tag{4}$$

와 같이 정하여서 블록 분류를 행하였다. 이러한 선택으로 저 비트율에서 JPEG 압축된 영상을 효과적으로 분류할 수 있었다.

2. 정의역 블록 탐색

블록화가 발생한 영상에서, 먼저 치역블록 R을 그림 2에서와 같이 블록 경계영역을 포함하는 8×8 크기의 블록으로 정한다. 그림에서 보는 바와 같이 치역 블록의 구조는 수직 블록 경계면을 갖는 구조와 수평 블록 경계면을 갖는 구조로 나뉘는데, 블록

경계면을 중심으로 양 쪽의 두 개의 부 블록들로 이루어져 있다. 이 치역블록은 블록화 현상이 발생한 블록 경계 영역을 중심으로 하는 블록이기 때문에 본 논문에서 개선시키려고 하는 블록이다. 그리고 정의역 블록 D는 탐색 영역안에 있는 8×8 블록 영상이며, 이 정의역 블록 D는 블록 경계면을 포함하고 있지 않고 다른 블록들과 겹쳐져 있지 않기 때문에 블록안의 화소 값들이 좋은 연속성이 있다고 가정한다. 즉, 연속성이 우수한 정의역 블록 D를 이용하여 불연속한 치역 블록 R을 고치는 것이다. 하나의 치역블록 R에 대해서 이와 유사한 많은 후보 정의역 블록들이 영상 안에 있을 수 있다. 그러나 우리는 그 중에 하나의 블록을 정의역 블록 D로 선택해야 한다. 그래서 본 논문에서는 효과적으로 정의역 블록을 선택하기 위해서 두 가지의 제약조건을 두었다. 그 제약조건은

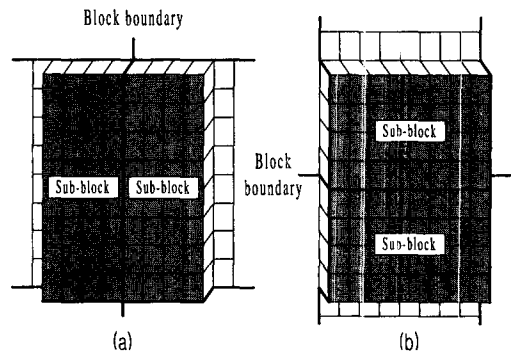


그림 2. (a) 수직 블록 경계면을 갖는 치역 블록의 구조 (b) 수평 블록 경계면을 갖는 치역 블록의 구조

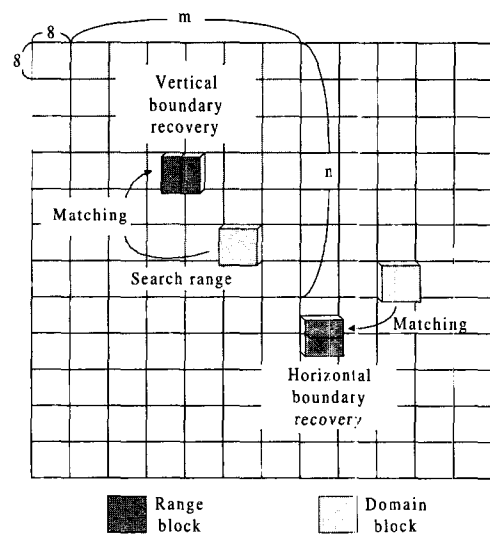


그림 3. 치역 블록과 정의역 블록의 관계와 탐색 영역

1) 후보 정의역 블록 D 는 치역 블록 R 로부터 가까이 존재해야 한다.
 2) 여러 후보 정의역 블록들 중에서 어느 블록이 치역 블록과 가장 잘 일치하는가?
 로 하였다. 즉, 본 논문에서는 같은 영상 내에서 서로 떨어진 곳의 정보를 이용하여 블록화 현상을 제거하였다. 이 접근 방법은 기존의 블록화 현상 제거 방법과는 상당히 다른 새로운 접근 방법이다. 그림 3는 정의역 블록과 치역 블록과의 관계를 도시한 것이다. 본 논문에서는 영상 내에 존재하는 블록간의 유사성을 바탕으로 해서 블록화 현상을 제거하기 때문에 탐색과정에서의 정확성이 매우 중요하다고 할 수 있다. 즉, 여러 후보 정의역 블록들 중에서 치역 블록과 가장 비슷한 블록을 탐색과정에서 찾기 위하여 가중 평균 오차 (weighting mean-square error: WMSE)를 사용하였다. 그 식은

$$E = \sum_{i=-N/2}^{N/2-1} \sum_{j=-N/2}^{N/2-1} w_{i,j} (R_{i,j} - D_{i,j})^2 \quad (5)$$

와 같다. 여기서 N 은 8이고, 가중치 $w_{i,j}$ 는

$$w_{i,-j} = w_{i,j-1}, \quad i, j = 1, \dots, N/2 \quad (6)$$

$$\sum_{j=-N/2}^{N/2-1} w_{i,j} = 1, \quad i = -N/2, \dots, N/2-1 \quad (7)$$

을 만족한다. 본 논문에서는 좀 더 정확한 정의역 블록을 찾기 위해서 서로 다른 가중치 $w_{i,j}$ 를 사용하였다. 즉, 치역블록의 중앙에 있는 경계면에 가까이 갈수록 가중치를 낮게 두어 에러를 구하게 된다. 그 이유는 블록 경계면에 가까이 위치한 화소일수록 블록화 현상을 유발시키는 화소일 가능성이 높기 때문이다. 또한 치역블록의 중앙의 경계면을 중심으로 양쪽의 부 블록의 특성을 고려하여 가중치를 설정하였다. 이들 부 블록 특성 조합은 저주파 블록 (L)과 저주파 블록 (L), 저주파 블록 (L)과 고주파 블록 (H), 고주파 블록 (H)과 저주파 블록 (L), 그리고 고주파 블록 (H)과 고주파 블록 (H) 이 블록 경계면을 중심으로 서로 이웃해 있을 수 있다. 이 네 가지 조합에 따라

if (combination of subblock is LL) then $w_{i,j}^{LL}$
 else if (combination of subblock is LH) then $w_{i,j}^{LH}$
 else if (combination of subblock is HL) then $w_{i,j}^{HL}$
 else (combination of subblock is HH) then $w_{i,j}^{HH}$

와 같은 방법으로 서로 다른 가중치를 부여하였다. 예를 들어, 저주파 블록과 저주파 블록이 접해

있는 경우, 블록 경계면 가까이에서 블록화 현상이 잘 보이기 때문에 블록 경계 부근의 픽셀 값들은 가중치를 아주 낮게 조정할 수 있다. 그리고, 고주파 블록과 고주파 블록이 접해 있는 경우, 이 영역은 복잡한 영역이기 때문에 가중치를 거의 비슷하게 주어도 상관이 없다. 탐색 범위안에 있는 각각의 후보 블록들은 각각 에러 값들이 생기는데, 이 중 가장 작은 에러 값을 가지는 후보 블록을 정의역 블록이라고 정의한다.

3. 선형조합에 의한 블록화 현상 제거

탐색과정을 통하여 구해진 정의역 블록 D 와 블록 경계면을 포함하는 치역 블록 R 과의 선형조합에 의해서 치역 블록 R 을 새로운 치역 블록 R' 로 대체한다. 이 수식은

$$R'_{i,j} = (1 - c_{i,j} \cdot f(E)) \cdot R_{i,j} + c_{i,j} \cdot f(E) \cdot D_{i,j} \quad (8)$$

$$i, j = -N/2, \dots, N/2-1$$

와 같다. 여기서, $R'_{i,j}$ 은 치역 블록과 정의역 블록의 선형조합으로 생성되는 새로운 치역 블록을 뜻하고, $c_{i,j}$ 는 블록 경계면에 가까이 있는 화소 값일 수록 더 많이 바뀌게 하기 위해 사용되어지는 값들이다. 이들은

$$c_{i,-j} = c_{i,j-1}, \quad i, j = 1, \dots, N/2 \quad (9)$$

을 만족한다. 그리고 $f(E)$ 는

$$f(E) = \begin{cases} 1 - \frac{1 - Th_c}{Th_e} \cdot E, & \text{if } 0 \leq E \leq Th_e \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

로 정의되어진다. 여기서, Th_c 및 Th_e 는 $f(E)$ 의 모양을 제어하는데 쓰여진다. 그리고 $c_{i,j}$ 와 $f(E)$ 는 치역 블록을 변경할 것인가 혹은 치역 블록을 보존할 것인가의 트레이드 오프 (tradeoff)관계에 있도록 정해진다. $f(E)$ 는 치역 블록과 정의역 블록이 더 유사할수록 치역블록을 더 많이 변경시키도록 한다. 예를 들어 식 (10)에서 에러가 커지게 되면 $f(E)$ 는 상대적으로 작아지게 된다. 이 작아진 $f(E)$ 값과 $c_{i,j}$ 의 곱해진 값은 0에서 1사이의 값을 가지게 되는데, 식 (8)에서와 같이 1값을 빼주어서 치역 블록에 곱해지게 된다. 즉, 에러가 커지게 되면 치역블록의 비중을 더 작게 하고, 정의역 블록에는 1을 빼주지 않고 $f(E)$ 값과 $c_{i,j}$ 의 곱을 그대로 정의역 블록과 곱하여 정의역 블록의 비중을 크게

하여 선형 조합하는 것이고, 만약에 에러가 작을 때는 이와 반대로 정의역 블록의 비중을 작게 하고 치역 블록의 비중을 크게 하여 선형 조합하게 된다. 그리고 모서리 부분은 각각 가로방향과 세로방향의 처리된 화소 값들의 평균값으로 구하여 진다.

III. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 제안한 블록화 현상 제거 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 정지 영상과 동영상에 대하여 모의 실험을 행하였다. 정지 영상으로는 512×512 화소 크기의 LENA, BOAT, 및 BANK 영상을 Baseline JPEG^[1]으로 부호화된 영상을 사용하였고, 동영상으로는 352×240 화소 크기의 FOOTBALL 영상 30 프레임을 MPEG TM5^[2] 기반으로 부호화된 영상을 사용하였다. 객관적 화질 비교의 척도로는 PSNR을 사용하였다. 그리고 탐색 범위는 편의를 위해 치역 블록을 중심으로 가로, 세로 정사각형 모양으로 탐색을 행하였다. 그림 4는 탐색범위와 식 (5)에 따른 에러 값을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 탐색 범위는 가로, 세로로 10 블록 크기 이상에서는 그 차이가 미미하기 때문에 본 실험에서는 탐색 영역을 5로 하였다. 또한 식 (5)에서의 $w_{i,j}$ 는 좀 더 정확한 정의역 블록을 찾기 위해서 치역블록의 중앙의 경계면을 중심으로 양쪽의 부 블록의 특성을 고려하여 서로 다른 가중치 $w_{i,j}$ 를 사용하였다. 기본적으로는 치역블록의 중앙에 있는 경계면에 가까이 갈수록 가중치를 낮게 두어 에러를 구하게 된다. 그 이유는 블록 경계면에 가까이 위치한 화소일수록 블록화 현상을 유발시키는 화소일 가능성이 높기 때문이다. 그리고

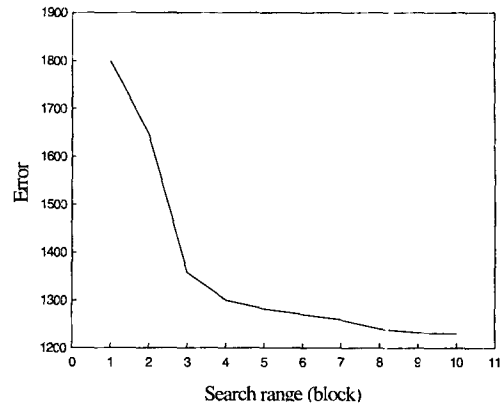


그림 4. LENA 영상의 탐색 범위에 따른 에러 값

치역 블록의 부 블록의 조합은 LL, LH, HL, HH의 경우가 생길 수가 있는데, 이에 따라서 각각 다른 $w_{i,j}$ 를 사용하였는데, 각각 $w_{i,j}^{LL}$, $w_{i,j}^{LH}$, $w_{i,j}^{HL}$, $w_{i,j}^{HH}$ 를 사용하였다. 이들 가중치를 구하기 위해서 그림 5에서와 같이 압축하기 전의 원 영상에서 JPEG 압축된 영상을 뺀 값의 평균을 치역 블록의 블록 경계면을 중심으로 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 블록 경계면에 가까워 질수록 에러 값이 크고, 또한 전체적으로 고주파 영역에서 에러가 크음을 알 수 있었다. 그리고 치역 블록의 부 블록의 조합이 HL나 LH는 서로 대칭이 됨을 알 수 있었다. 또한 HH인 경우에는 블록 경계면에서의 에러가 크지만 전체적으로 그래프가 완만하며, LL인 경우에는 특히 블록 경계면 가까운 곳의 화소 값이 에러가 크다. 이를 근거로 해서 제안한 알고리즘에서는 다음과 같이 가중치를 정하였다.

$$w_{i,j}^{LL} = (0.18, 0.15, 0.12, 0.05, 0.05, 0.12, 0.15, 0.18)$$

표 1. 정지 영상에 대한 제안한 방법과 기존의 방법의 PSNR

Test image	Scale factor	PSNR [dB]				
		JPEG	Ramammurthi	H. Kim	S. Kim	Proposed method
LENA	2	32.68	32.72	32.82	32.53	32.96
	3	31.59	31.76	31.90	31.54	31.96
	4	30.75	31.00	31.16	30.76	31.20
BOAT	2	33.26	33.22	33.36	33.03	33.61
	3	31.86	32.01	32.19	31.76	32.27
	4	30.89	31.13	31.32	30.84	31.36
BANK	2	30.63	30.38	30.76	30.56	30.75
	3	29.38	29.32	29.67	29.38	29.56
	4	28.54	28.58	28.87	28.56	28.77

$$w_{i,j}^{HH} = (0.20, 0.18, 0.15, 0.05, 0.03, 0.10, 0.13, 0.16)$$

$$w_{i,j}^{HL} = (0.16, 0.13, 0.10, 0.03, 0.05, 0.15, 0.18, 0.20)$$

$$w_{i,j}^{HH} = (0.19, 0.14, 0.12, 0.05, 0.05, 0.12, 0.14, 0.19)$$

그리고 식 (8)의 $c_{i,j}$ 는 블록 경계면 가까이 있는 화소 일수록 더 많이 바뀌게 하기 위한 값으로 $c_{i,j} = (0.2, 0.6, 0.7, 1.0, 1.0, 0.7, 0.6, 0.2)$ 와 같이 결정하였고, 또한 식 (10)에서의 문턱치 Th_e 및 Th_c 는 실험적으로 결정하였으며, 본 논문에서는 각각 100 및 0.75로 결정하였다.

양자화 스케일 인자 2, 3 및 4로 부호화된 영상에 대하여 제안한 방법과 기존의 방법의 결과를 표 I 및 그림 6에 나타내었다. 이 표로부터 제안한 방법은 JPEG 압축 영상에 비하여 0.28~0.46 dB의 화질 개선이 있었고, 기존 방법에 비하여서는 0.04~0.4 dB의 화질 개선이 있음을 확인할 수 있다. 또한 그림 6에서 H. Kim 등⁵⁾의 방법 및 S. Kim 등¹⁶⁾의 방법을 적용한 영상에서는 눈과 코 주위의 에지에서 블록화 현상이 남아 있으나 제안한 방법을 적용한 영상에서는 블록화 현상이 대부분 사라짐을 확인할 수 있다.

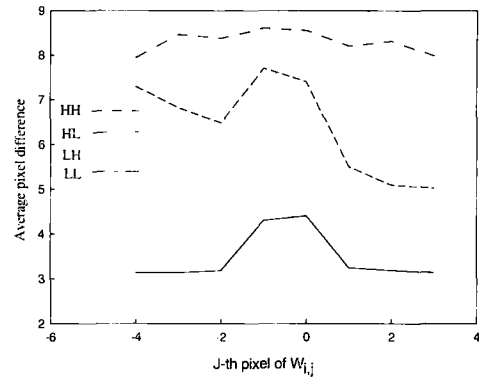


그림 5. 지역블록 경계면에서의 LENA 원영상과 JPEG 압축된 영상과의 화소값 차이

표 II. FOOTBALL 영상에 대한 제안한 방법과 기존의 방법의 PSNR

Bitrate	Average PSNR [dB]			
	MPEG	H. Kim	S. Kim	Proposed method
TM5 1Mbps	28.34	28.27	27.96	28.24
TM5 1.5Mbps	30.26	29.24	29.35	29.85

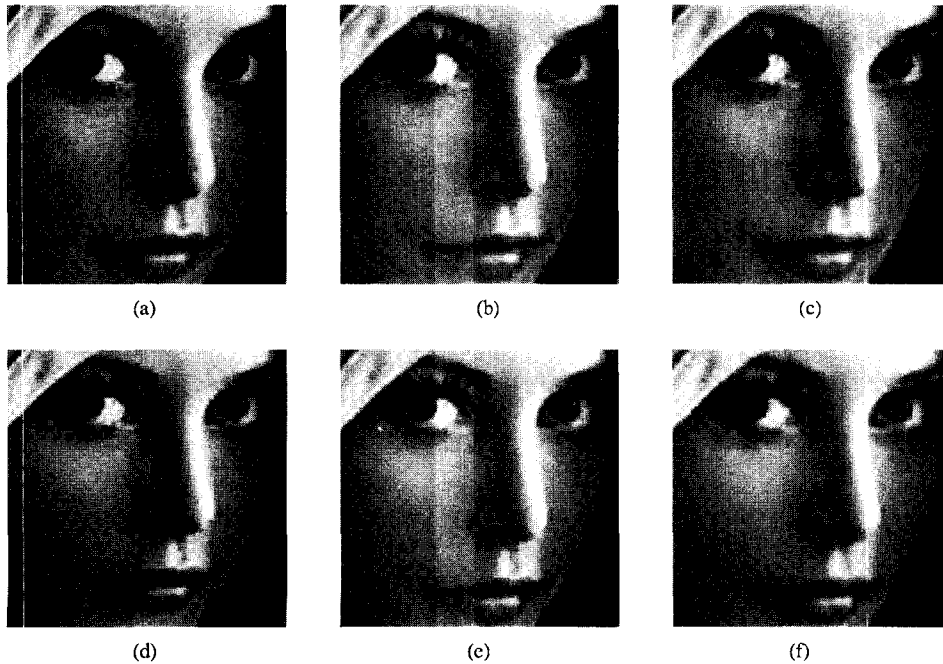


그림 6. (a) LENA 원 영상, (b) JPEG 복원 영상과, (c) Ramammurthi 등의 방법, (d) S. Kim 등의 방법, (e) H. Kim 등의 방법, 및 (f) 제안한 방법을 적용한 후의 영상 ($Q_I=3$)

FOOTBALL 영상 30 프레임을 MPEG TM5 기 반의 1 Mbps 및 1.5 Mbps로 부호화된 영상에 대 하여 제안한 방법과 기존의 방법을 적용 한 결과는 표 II 및 그림 7에서와 같다. MPEG 부호화의 경 우, 양자화 스케일 인자 값이 매크로 블록에 따라 가변되기 때문에 제안한 방법이 PSNR 측면에서는 미미한 향상이 있었으나, 기존의 방법에서 움직임이 큰 다리부분에서 발생하던 블록화 현상은 눈에 띄 지 않고 번호 주위의 링잉 현상 또한 보이지 않음 을 알 수 있다.

즉, 제안한 방법은 기존의 방법에 비하여 주관적 인 화질이 우수함을 알 수 있다. 다른 동영상에 대 한 실험 결과에서도 유사한 성능을 얻을 수 있었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 블록간의 유사성과 선형조합을 이 용하여 블록화 현상을 효율적으로 제거하는 알고 리듬을 제안하였다. 제안한 방법에서는 모든 블록을 DCT 계수에 따라서 저주파 블록과 고주파 블록으

로 나눈다. 그리고 블록화 현상이 나타나는 치역 블 록과 유사한 정의역 블록을 치역 블록의 블록 경계 면을 중심으로 한 양쪽의 부 블록 특성과 블록간 유사성을 고려하여 탐색영역 범위 안에서 찾은 다 음, 이들 치역 블록과 정의역 블록간의 선형 조합을 이용하여 블록화 현상을 제거하였다. 컴퓨터 모의실 험 결과로부터, 제안한 방법은 정지 영상의 경우 PSNR 측면에서 0.04~0.4 dB 정도의 향상을 얻었 을 뿐만 아니라 블록간의 유사성을 이용하였기 때 문에 좀 더 자연스러운 영상을 얻을 수 있었다. 동 영상의 경우에는 기존의 방법들에 비하여 PSNR의 이득은 거의 없었으나 주관적 화질면에서 성능이 우 수함을 확인하였다. 향후 본 논문은 더 정확한 탐색 을 위한 알고리즘 연구가 필요한 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] G. K. Wallace, "The JPEG still picture compression standard," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 38, no. 1, pp. 108~124,

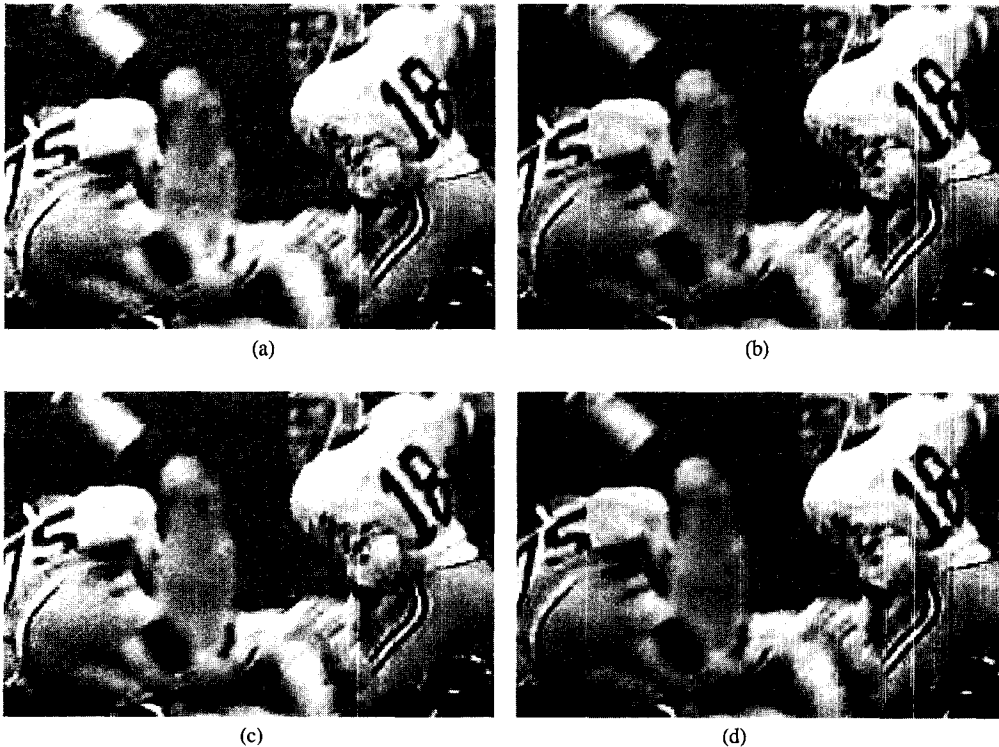


그림 7. (a) FOOTBALL의 1Mbps MPEG1 복원 영상과, (b) S. Kim등의 방 법, (c) H. Kim등의 방법, 및 (d) 제안한 방법을 적 용한 후의 영상

- Feb. 1992.
- [2] Motion Picture Experts Group, "MPEG test model 5 draft revision 2," ISO-IEC JTC1/SC29/WG11/602, Nov. 1993.
- [3] M. Barnsley, *Fractals Everywhere*, San Diego: Academic Press, 1988.
- [4] B. Ramamurthi and A. Gersho, "Nonlinear space-variant postprocessing of block coded images," *IEEE Trans. Acoustics, Speech, Signal Processing*, vol. ASSP-34, no. 5, pp. 1258~1268, Oct. 1986.
- [5] H. C. Kim and H. W. Park, "Signal adaptive postprocessing for blocking effects reduction in JPEG image," *Proc. ICIP*, vol. 2, pp. 41~44, 1996.
- [6] S. D. Kim, J. Y. Yi, H. M. Kim, and J. B. Ra. "A deblocking filter with two separate modes in block-based video coding," *IEEE Trans. Circuits System Video Technology*, vol. 9, pp. 156~160, Feb. 1999.
- [7] C. J. Kuo and R. J. Hsieh, "Adaptive postprocessor for block encoded images," *IEEE Trans. Circuits System Video Technology*, vol. 5, pp. 298~304, Aug. 1995.
- [8] 이승진, 이석환, 권성근, 이종원, 이건일, "블록 분류와 적응적 필터링을 이용한 후처리에서의 양자화 잡음 제거 기법," *대한전자공학회 논문지*, 제 38권 SP편 제 4호, pp. 118~128, 2001년 7월.
- [9] 이건우, 권기구, 김경규, 하인성, 이건일, "블록 경계 영역 분류 기반의 블록화 현상 제거 알고리즘," *한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집*, vol. 21, no. 1, pp. 543~546, July 2000.
- 이 석 환(Suk-Hwan Le) 정회원
1999년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업
2001년 2월 : 경북대학교 전자공학과 석사
2001년 3월~현재 : 경북대학교 전자공학과 박사과정
<주관심 분야> 영상처리, 영상통신
- 권 성 근(Seong-Geun Kwon) 정회원
통신학회논문지 제26권 제9B호 참조
- 이 건 일(Kuhn-Il Lee) 정회원
통신학회논문지 제26권 제9B호 참조
- 박 경 남(Kee-Koo Kwon) 정회원
통신학회논문지 제26권 제9B호 참조
- 권 기 구(Kee-Koo Kwon) 정회원
통신학회논문지 제26권 제9B호 참조
- 이 건 우(Gun-Woo Lee) 정회원
통신학회논문지 제27권 제5B호 참조