

특집논문-03-08-1-04

변경된 IDCT를 이용한 압축 영역에서의 영상 축소 및 확대 기법

서성주*, 이명희*, 오상욱*, 설상훈*

Image Downsizing and Upsizing Scheme in the Compressed Domain Using Modified IDCT

Sungjoo Suh*, Myung-Hee Lee*, Sangwook Oh* and Sanghoon Sull*

요 약

영상압축기술의 발전으로 인하여 디지털 영상은 대부분 압축된 형태로 사용된다. 이러한 압축된 영상을 축소 및 확대하는 것은 네트워크에서의 대역폭에 따른 축소된 영상 전송과 디스플레이 장치에 맞는 크기로의 영상 조절 등 다양한 응용에 사용 가능하다. 가장 대표적인 압축 방식은 DCT를 이용해서 영상을 부호화하는 것이다. 최근 DCT로 부호화된 영상에 대해 DCT 영역에서 직접 축소한 후 다시 DCT 영역에서 확대해 원래 크기의 DCT로 부호화된 영상을 얻는 방법에 대한 연구가 진행되어왔다. 이러한 연구의 주 관심사는 최종적으로 부호화된 결과 영상의 화질을 개선하는 것이다. 본 논문에서는 DCT로 부호화된 영상을 축소하기 위해, 변경된 IDCT 방법을 제안한다. 그리고 변경된 IDCT 방법을 사용해서 DCT 영역에서 직접 축소된 영상을 얻는 방법과 이에 대응하는 확대된 영상을 얻는 새로운 방법을 제시한다. 제시된 영상 축소 방법과 확대 방법을 같이 사용함으로써 DCT 영역에서 축소 후 확대된 영상은 가장 최근에 제안된 방법들보다 높은 PSNR값을 나타낸다.

Abstract

According to an evolution of image and video compression technologies, most digital images are in the compressed form. Resizing of these compressed images have various applications such as transmission of resized image according to varying bandwidth, content adaptation for display purpose and etc. Discrete Cosine Transform (DCT) is the most popular transformation for image compression. Recently, several researches have been performed to obtain the reconstructed image of original size in the DCT domain after downsampling and upsampling in the DCT domain. Main focus of these researches is to improve quality of the reconstructed image after downsampling and upsampling in the DCT domain.

In this paper, we present an modified IDCT method to downsize DCT-encoded image. Furthermore, we propose an efficient scheme for image downsampling and upsampling in the DCT domain with these modified IDCT method. The proposed scheme provides higher PSNR values than the existing schemes in terms of the reconstructed image after halving and doubling in the DCT domain.

I. 서 론

JPEG, MPEG^[1-3] 등의 많은 영상압축 표준들은 DCT를

이용해서 영상을 부호화한다. DCT 영역에서 직접 영상을 처리하는 것은 복호화와 부호화에 따른 변환 과정에서 발생하는 많은 양의 데이터를 줄일 수 있는 장점이 있다. DCT로 부호화된 영상의 크기를 조절하는 일반적인 방법은 먼저 부호화된 영상을 복호화하고, 공간 영역에서 영상의 크기를 조절한 후, 크기가 조절된 영상을 다시 부호화한다

* 고려대학교 전자공학과
Department of Electronics and Computer Engineering, Korea Univ.

※ 본 연구는 고려대학교 특별연구비에 의하여 수행되었습니다.

[1-5]. 그러나 이러한 공간 영역에서의 접근은 많은 계산량을 요구한다.

최근 DCT 영역에서 영상의 크기를 빠르게 조절하는 방법이 Dugad^[9]에 의해 제안되었다. Dugad의 방법(DA)에서 원 영상의 DCT 블록들은 축소된 영상의 DCT 블록들로 DCT 영역에서 직접 변환된다. 즉, 4개의 이웃한 8×8 DCT 블록들이 하나의 8×8 DCT 블록으로 변환된다. 이와 유사하게 원 영상 (또는 축소된 영상)의 DCT 블록들은 확대된 영상의 DCT 블록들로 DCT 영역에서 직접 변환된다. 이 경우, 하나의 8×8 DCT 블록이 4개의 이웃하는 8×8 DCT 블록들로 변환된다. 더욱이, [9]에서 제안된 방법으로 영상을 축소 후 확대하면 원 영상의 모든 저주파 성분을 보존하게 된다. 그러나 확대된 영상에서 모든 고주파성분들이 없어지게 되는 단점이 있다. Mukherjee^[10]는 서브밴드 DCT^[11]를 이용한 DCT 영역에서의 영상 크기 조절 방법을 제안하였다. Mukherjee는 DCT 영역에서의 영상 확대를 위해 16×16 DCT를 사용하였다. 하나의 8×8 DCT 블록으로부터 16×16 DCT 블록 하나를 만들고, 이 16×16 DCT 블록을 4개의 이웃하는 8×8 DCT 블록들로 변환하였다. 그 결과 Dugad의 방법과 달리 확대된 영상의 고주파 성분이 존재하게 된다. 그러나 [10]에서 제안된 방법은 서브밴드 DCT 개념을 공간 영역의 영상을 DCT 영역으로 변환할 때 적용함으로써 인해, DCT 영역의 원 영상, 공간 영역의 축소 영상 그리고 DCT 영역의 확대 영상으로 이어지는 과정에서 공간영역의 축소 영상을 왜곡시키는 문제점을 가지고 있다. 이로 인해 [10]에서 밝혔듯이 연산 량의 증가에도 불구하고, 서브밴드 DCT 개념을 적용한 방법(SB)이 그의 근사 방법(TR)보다 PSNR값이 낮은 현상을 나타낸다.

본 논문에서는 [10]에서 제안된 방법을 기초로 하여 변경된 IDCT를 사용하여 DCT 영역에서의 영상 축소를 위한 방법과 영상 확대 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 DCT 영역에서의 영상 축소를 위해 사용되는 변경된 IDCT 방법과 이를 이용해서 1차원인 경우에 DCT 영역에서의 영상 축소 기법이 설명되고, 2차원으로 확장된 영상의 축소 및 확대 기법이 3장에서 기술된다. 아울러 4장에서는 본 논문에서 제안된 방법과 기존의 방법과의 비교 실험결과가 제시되며, 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 다운샘플링에서의 변경된 IDCT

공간 영역에서 영상을 축소하는 방법은 일반적으로 지역

필터를 사용하여 영상의 저주파 대역만 통과시킨 후 필터링 된 영상을 다운샘플링 함으로써 이루어진다. 이러한 필터링과 다운샘플링을 위해 일반적으로 선형 보간법(주변 픽셀들의 평균)을 사용한다. 선형 보간법에서 일차원인 경우 생각해 보면, 우선 $n=0, 1, \dots, N-1$ 인 N (N 은 짝수)개의 픽셀들을 $x(n)$ 이라 하고, $n=0, 1, \dots, N/2-1$ 인 $N/2$ 개의 줄어든 픽셀들을 $x_R(n)$ 이라고 하자. 그러면 $x_R(n)$ 은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$x_R(n) = \frac{1}{2}[x(2n) + x(2n+1)], n=0, 1, \dots, \frac{N}{2}-1. \quad (1)$$

$X(k)$ ($k=0, 1, \dots, N-1$)을 $x(n)$ 의 DCT값이라고 하면, $x(n)$ 은 다음과 같이 표현된다.

$$x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} \alpha(k)X(k)C_N^{k(2n+1)}. \quad (2)$$

이때, 식 (2)의 $C_N^{k(2n+1)}$ 와 $\alpha(k)$ 는 다음과 같다.

$$C_N^{k(2n+1)} = \cos\left(\frac{(2n+1)k\pi}{2N}\right),$$

$$\alpha(k) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}}, & k=0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

식(2)를 DCT항을 포함한 $x(2n)$ 과 $x(2n+1)$ 으로 표현하고, 간단한 삼각함수 공식을 적용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$x_R(n) = \frac{1}{2} \left[\sum_{k=0}^{N-1} \alpha(k)X(k) \cos\left(-\frac{(4n+1)k\pi}{2N}\right) + \sum_{k=0}^{N-1} \alpha(k)X(k) \cos\left(-\frac{(4n+3)k\pi}{2N}\right) \right] \quad (3)$$

$$= \sum_{k=0}^{N-1} \alpha(k)X(k) \cos\left(\frac{k\pi}{2N}\right) C_{N/2}^{k(2n+1)}.$$

일반적인 영상의 경우 대부분의 에너지는 저주파 영역 ($k \in \{0, 1, \dots, N/2-1\}$)에 밀집해 있고 $\cos\left(\frac{k\pi}{2N}\right)$ 는 k 값의 증가에 따라 감소하므로 식 (3)에서 고주파 성분은 무시할 수 있다. 그러면, $x_R(n)$ 은

$$x_R(n) \approx \sum_{k=0}^{N/2-1} \alpha(k) X(k) \cos\left(\frac{k\pi}{2N}\right) C_{N/2}^{k(2n+1)}. \quad (4)$$

와 같이 근사 될 수 있다. 식 (4)는 행렬 곱의 형태로 나타내어질 수 있다. $N=8$ 인 경우(8개의 부호화된 DCT 데이터가 복호화 된 4개의 데이터로 줄어드는 경우)에 대하여, 식 (4)를 행렬식으로 나타내어보자. 4개의 줄어드는 데이터를 담고 있는 열 벡터를 \mathbf{x}_R , DCT로 부호화되어 있는 8개의 데이터 중 첫 4개의 저주파 성분만 담고 있는 열 벡터를 $\hat{\mathbf{X}}$ 이라 하면, 다음의 행렬식으로 표현된다.

$$\mathbf{x}_R = M_4 \hat{\mathbf{X}}. \quad (5)$$

식(5)에서 $M_4 = D_4 T_4$ 이며, T_4 는 $N=8$ 일 때의 정규화 상수 $\alpha(k)$ 를 포함하는 4 DCT 행렬이고, D_4 는 다음과 같이 정의된 4×4 대각 행렬이다.

$$D_4 = \text{diag}\left\{1, \cos\left(\frac{\pi}{16}\right), \cos\left(\frac{2\pi}{16}\right), \cos\left(\frac{3\pi}{16}\right)\right\}. \quad (6)$$

식(5)에서 주목할 점은 [1,2]에서 영상 축소를 위해 사용한 고주파 성분만을 제거하는 단순한 IDCT 행렬 T_4 대신에 평균 값 필터의 근사화를 이용한 변경된 IDCT 행렬 M_4 를 이용했다는 점이다. M_4 는 고주파 성분을 0으로 두고 평균값을 구한 것으로 생각할 수 있으므로, T_4 에 비해 좀 더 나은 저역 필터 특성을 나타낸다.

변경된 IDCT를 사용하여 DCT 영역에서의 영상 축소 방법을 1차원에 대하여 살펴보자. \mathbf{P}_1 과 \mathbf{P}_2 를 공간 영역에서의 두 개의 연속적인 8개의 픽셀들로 이루어진 블록들이라 하고, \mathbf{B}_1 과 \mathbf{B}_2 를 \mathbf{P}_1 과 \mathbf{P}_2 각각에 대한 8 DCT 계수들이라 하자. \mathbf{B}_1 과 \mathbf{B}_2 각각의 첫 4개의 저주파 성분을 $\hat{\mathbf{B}}_1$ 과 $\hat{\mathbf{B}}_2$ 이라 하고, $\hat{\mathbf{B}}_1$ 과 $\hat{\mathbf{B}}_2$ 에 변경된 IDCT를 적용하여 얻은 픽셀 블록을 $\hat{\mathbf{P}}_1$ 과 $\hat{\mathbf{P}}_2$ 라 하자. 그러면, 공간 영역에서의 축소된 픽셀 블록 \mathbf{P}_R 은 다음과 같다.

$$\mathbf{P}_R = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{P}}_1 \\ \hat{\mathbf{P}}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_4 \hat{\mathbf{B}}_1 \\ M_4 \hat{\mathbf{B}}_2 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

\mathbf{P}_R 의 DCT를 $\hat{\mathbf{B}}$ 이라 하면, 식 (7)로부터 다음의 DCT

영역에서의 관계식을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{B}} &= T_8 \mathbf{P}_R \\ &= T_8 \begin{bmatrix} M_4 \hat{\mathbf{B}}_1 \\ M_4 \hat{\mathbf{B}}_2 \end{bmatrix} \\ &= [T_L \ T_R] \begin{bmatrix} M_4 \hat{\mathbf{B}}_1 \\ M_4 \hat{\mathbf{B}}_2 \end{bmatrix} \\ &= T_L M_4 \hat{\mathbf{B}}_1 + T_R M_4 \hat{\mathbf{B}}_2. \end{aligned} \quad (8)$$

식 (8)에서 T_8 은 8 DCT 행렬을 나타내며, T_L 과 T_R 은 T_8 의 처음과 끝 각각 4개의 열 벡터들을 나타내는 부 행렬들이다.

III. 영상크기 조정 방법

이번 장에서는 2장에서 제안된 변경된 IDCT 방법을 기초로 하여 직접 DCT 영역에서 영상을 축소하고 확대하는 방법을 설명한다. 영상 축소 방법은 2장에서 설명된 1차원의 경우를 2차원으로 확장함으로써 이루어지며, 영상 확대 방법은 제시된 영상 축소 방법에 상응하는 형태로 나타나게 된다. DCT 변환을 사용하는 영상 압축 표준들은 대부분 8×8 픽셀 단위로 영상을 부호화하므로, 본 논문에서는 8×8 크기의 픽셀 블록을 기준으로 설명한다.

1. 영상의 축소 방법

영상을 DCT 영역에서 축소하는 것은 4개의 8×8 DCT 블록들을 하나의 8×8 DCT 블록으로 만드는 것을 의미한다. \mathbf{B} 를 4개의 8×8 DCT 블록들로 이루어진 16×16 크기의 블록이라 하고, $\hat{\mathbf{B}}_M$ 은 \mathbf{B} 를 구성하는 4개의 8×8 DCT 블록들 각각의 4×4 저주파 성분들만을 담고있는 4개의 부 행렬들로 이루어진 8×8 크기의 블록이라 하자. 이 때, $\hat{\mathbf{B}}_M$ 은 다음과 같이 표현된다.

$$\hat{\mathbf{B}}_M = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{B}}_{11} & \hat{\mathbf{B}}_{12} \\ \hat{\mathbf{B}}_{21} & \hat{\mathbf{B}}_{22} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$\hat{\mathbf{P}}_{11}, \hat{\mathbf{P}}_{12}, \hat{\mathbf{P}}_{21}, \hat{\mathbf{P}}_{22}$ 를 $\hat{\mathbf{B}}_{11}, \hat{\mathbf{B}}_{12}, \hat{\mathbf{B}}_{21}, \hat{\mathbf{B}}_{22}$ 로부터 각각 얻어진 픽셀 블록들이라 하면, 공간 영역에서의 축소된 8×8 픽셀 블록 $\hat{\mathbf{P}}$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\hat{\mathbf{P}} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{P}}_{11} & \hat{\mathbf{P}}_{12} \\ \hat{\mathbf{P}}_{21} & \hat{\mathbf{P}}_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_4' \hat{\mathbf{B}}_{11} M_4 & M_4' \hat{\mathbf{B}}_{12} M_4 \\ M_4' \hat{\mathbf{B}}_{21} M_4 & M_4' \hat{\mathbf{B}}_{22} M_4 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

$\hat{\mathbf{P}}$ 에 8×8 DCT를 취한 블록을 $\hat{\mathbf{B}}$ 이라 하고, T_8 을 8 DCT 행렬이라 하면, 4개의 8×8 DCT 블록들로 이루어진 16×16 블록 \mathbf{B} 로부터 하나의 축소된 8×8 DCT 블록 $\hat{\mathbf{B}}$ 는 다음과 같이 얻어진다.

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{B}} &= T_8 \hat{\mathbf{P}} T_8' \\ &= \begin{bmatrix} T_L & T_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_4' \hat{\mathbf{B}}_{11} M_4 & M_4' \hat{\mathbf{B}}_{12} M_4 \\ M_4' \hat{\mathbf{B}}_{21} M_4 & M_4' \hat{\mathbf{B}}_{22} M_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_L & T_R \end{bmatrix} \\ &= (T_L M_4) \hat{\mathbf{B}}_{11} (T_L M_4)' + (T_L M_4) \hat{\mathbf{B}}_{12} (T_R M_4)' \\ &\quad + (T_R M_4) \hat{\mathbf{B}}_{21} (T_L M_4)' + (T_R M_4) \hat{\mathbf{B}}_{22} (T_R M_4)'. \end{aligned} \quad (11)$$

식 (11)에서 $T_L M_4'$ 와 $T_R M_4'$ 를 최소 행렬인 C 와 D 를 이용하여 $(C + D)$ 와 $(C - D)$ 의 형태로 분해하면 식 (11)은 다음과 같다.

$$\hat{\mathbf{B}} = (X + Y)C' + (X - Y)D'. \quad (12)$$

식 (12)에서 X 와 Y 그리고, 행렬 C 와 D 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} X &= C(\hat{\mathbf{B}}_{11} + \hat{\mathbf{B}}_{21}) + D(\hat{\mathbf{B}}_{11} - \hat{\mathbf{B}}_{21}) \\ Y &= C(\hat{\mathbf{B}}_{12} + \hat{\mathbf{B}}_{22}) + D(\hat{\mathbf{B}}_{12} - \hat{\mathbf{B}}_{22}) \end{aligned} \quad (13)$$

$$C = \begin{bmatrix} .5000 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & .2039 & 0 & .0095 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & .3879 & 0 & -.0406 \\ 0 & 0 & .4620 & 0 \\ 0 & -.1728 & 0 & .2039 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & .1362 & 0 & .3600 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ .4531 & 0 & -.0345 & 0 \\ 0 & .4904 & 0 & 0 \\ -.1591 & 0 & .2371 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ .1063 & 0 & .3549 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & .4158 \\ -.0901 & 0 & -.1734 & 0 \end{bmatrix}$$

고주파 성분만을 제거한 단순한 IDCT 행렬 T_4' 대신에 대각 행렬 D_4 를 도입한 변경된 IDCT 행렬 M_4' 를 이용했기 때문에, 식 (13)의 C 와 D 는 [9]에서 언급한 행렬과 다른 행렬이다.

2. 영상의 확대 방법

영상을 DCT 영역에서 확대하는 것은 하나의 8×8 DCT 블록을 4개의 8×8 DCT 블록들로 재구성하는 것을 의미한다. 3.1에서 설명된 영상축소 방법에 의해 축소된 영상은 대각 행렬 D_4 에 의해 DCT 계수 값의 크기가 변경되었으므로 이를 보상해주는 대각 행렬이 필요하다. 이러한 대각 행렬을 D_8 이라 하면, 다음과 같다.

$$\begin{aligned} D_8 &= \text{diag} \left\{ \sqrt{2}, \sqrt{2}/\cos\left(\frac{\pi}{16}\right), \sqrt{2}/\cos\left(\frac{\pi}{8}\right), \right. \\ &\quad \left. \sqrt{2}/\cos\left(\frac{3\pi}{16}\right), \sqrt{2}/\cos\left(\frac{\pi}{4}\right), \right. \\ &\quad \left. \sqrt{2}/\cos\left(\frac{5\pi}{16}\right), \sqrt{2}/\cos\left(\frac{3\pi}{8}\right), \right. \\ &\quad \left. \sqrt{2}/\cos\left(\frac{7\pi}{16}\right) \right\}. \end{aligned} \quad (14)$$

식(14)에서 $\sqrt{2}$ 는 8 DCT와 16 DCT의 차이로 인한 정규화를 위해 사용되었다. 확대될 하나의 8×8 DCT 블록을 \mathbf{B} 라 할 때, 16×16 크기의 블록 $\bar{\mathbf{B}}$ 를 다음과 같이 구성한다.

$$\bar{\mathbf{B}} = \begin{bmatrix} D_8' \mathbf{B} D_8 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}. \quad (15)$$

식(15)에서 D_8 의 도입으로 영상 축소시의 DCT 계수 값의 변화를 보상하였다. 식(15)의 $\bar{\mathbf{B}}$ 는 16×16 크기의 DCT 블록이므로, 이것을 4개의 8×8 DCT 블록으로 재구성해야한다. T_{16} 을 16 DCT 행렬이라고 하면, 4개의 이웃하는 8×8 블록들 (\mathbf{b}_{11} , \mathbf{b}_{12} , \mathbf{b}_{21} , \mathbf{b}_{22})로 구성된 공간 영역에서의 16×16 블록은 식(15)로부터 다음과

같이 계산된다.

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{11} & \mathbf{b}_{12} \\ \mathbf{b}_{21} & \mathbf{b}_{22} \end{bmatrix} \\ &= T_{16}' \bar{\mathbf{B}} T_{16} \\ &= \begin{bmatrix} T_{16LL}' D_8' \mathbf{B} D_8 T_{16LL} & T_{16LL}' D_8' \mathbf{B} D_8 T_{16LH} \\ T_{16LH}' D_8' \mathbf{B} D_8 T_{16LL} & T_{16LH}' D_8' \mathbf{B} D_8 T_{16LH} \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (16)$$

식(16)에서 T_{16} 은 4개의 8×8 부 행렬들로 이루어지며, 다음과 같다.

$$T_{16} = \begin{bmatrix} T_{16LL} & T_{16LH} \\ T_{16HL} & T_{16HH} \end{bmatrix}. \quad (17)$$

식(16)으로부터 공간 영역에서의 확대된 영상을 얻었으므로 확대된 영상에 대한 4개의 DCT 블록들 (\mathbf{B}_{11} , \mathbf{B}_{12} , \mathbf{B}_{21} , \mathbf{B}_{22})은 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{11} & \mathbf{B}_{12} \\ \mathbf{B}_{21} & \mathbf{B}_{22} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} T_8 T_{16LL}' D_8' \mathbf{B} D_8 T_{16LL} T_8' & T_8 T_{16LL}' D_8' \mathbf{B} D_8 T_{16LH} T_8' \\ T_8 T_{16LH}' D_8' \mathbf{B} D_8 T_{16LL} T_8' & T_8 T_{16LH}' D_8' \mathbf{B} D_8 T_{16LH} T_8' \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (18)$$

식 (18)에서 $D_8 T_{16LL} T_8'$ 과 $D_8 T_{16LH} T_8'$ 은 행렬 요소의 부호를 제외하곤 동일한 행렬이고 요소들의 반은 0을 가진다. $D_8 T_{16LL} T_8'$ 과 $D_8 T_{16LH} T_8'$ 을 $(E+F)$ 와 $(E-F)$ 의 형태로 분해함으로써 다음과 같이 다시 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \mathbf{B}_{11} &= (E+F)^t \mathbf{B} (E+F), \\ \mathbf{B}_{12} &= (E+F)^t \mathbf{B} (E-F), \\ \mathbf{B}_{21} &= (E-F)^t \mathbf{B} (E+F), \\ \mathbf{B}_{22} &= (E-F)^t \mathbf{B} (E-F). \end{aligned} \quad (19)$$

행렬 E 와 F 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} E &= \begin{bmatrix} 1.0000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4306 & 0 & 0.0347 & 0 & 0.0102 & 0 & 0.0026 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.9263 & 0 & -0.1617 & 0 & -0.0399 & 0 & -0.0097 \\ 0 & 0 & 1.1412 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.5649 & 0 & 1.0202 & 0 & 0.1256 & 0 & 0.0280 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.0940 & 0 & 3.6032 & 0 & -0.7817 & 0 & -0.1417 \end{bmatrix} \\ F &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.9194 & 0 & -0.0843 & 0 & -0.0180 & 0 & -0.0057 & 0 \\ 0 & 1.0824 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.3662 & 0 & 0.6484 & 0 & 0.0742 & 0 & 0.0217 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3375 & 0 & 1.2933 & 0 & -0.2700 & 0 & -0.0643 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2.6131 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.7142 & 0 & -1.4669 & 0 & 2.9465 & 0 & 0.3448 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (20)$$

식 (20)의 E 와 F 는 대각 행렬 D_8 을 고려하고 있기 때문에, [10]에서 언급한 행렬들과는 다른 행렬이다.

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 실험을 위해 [9]와 [10]에서 사용된 것과 같은 JPEG으로 부호화된 Lena 영상, Watch 영상, F-16 영상 그리고 Cap 영상을 사용하였다. 비교를 위해 [9]에 제시된 방법(DA)과 [10]에서 제시된 두가지 방법(SB, TR)을 구현하였다. 제안된 방법으로 얻어진 Lena 영상의 축소 영상과 축소 후 확대된 영상을 그림 1에 나타내었다. DCT 영역에서 축소한 후 확대된 Lena 영상에서 어떠한 인지할만한 왜곡도 볼 수 없음을 알 수 있다.

표 1은 각각의 방법에 따른 PSNR값을 나타낸다. 제안된 방법으로 영상을 축소한 후 확대한 영상의 화질(PSNR)이 가장 좋음을 알 수 있다. PSNR값이 좋아진 이유는 영상의 축소 시에 사용된 M_4' 가 [9-10]에서 사용된 T_4' 보다 나은 저역 필터 특성을 나타내기 때문이다.

표 1. 축소 후 확대한 영상의 PSNR값

Table 1. PSNR values of reconstructed images after halving and doubling

	PSNR값(dB)			
	DA	SB	TR	Proposed
Lena	34.66	34.81	34.94	34.99
Watch	29.29	29.60	29.75	29.84
Cap	34.37	34.37	34.41	34.41
F-16	32.46	32.72	32.83	32.89



(a) Lene 원 영상
(a) Original Lena image
(b) 제안된 방법으로 축소 후 확대된 영상
(b) Reconstructed image after halving and doubling by the proposed method
(c) 제안된 방법에 의해 축소된 영상
(c) Halved image by the proposed method

그림 1. 축소 후 확대된 영상 및 축소 영상
Fig. 1. Reconstructed image with original size and halved image

표 2는 각각의 방법에 따른 계산 량을 나타낸다. 영상 축소의 경우는 원 영상의 한 픽셀 당 축소 시 필요한 계산 량을 나타내며, 영상 확대의 경우 확대된 영상의 한 픽셀 당 필요한 계산 량을 나타낸다. 본 논문에서 제안된 방법은 기존의 IA^[9]에 비해 PSNR값이 개선되나, 영상 확대 시 계산 량이 증가함을 보여준다. SB, TR^[10]에 비해서는 곱셈의 감소가 커 약간의 개선된 PSNR값과 더불어 계산 량이 감소됨을 보여준다. 계산 량 감소는 식 (20)의 최소 행렬에 의해 얻어진다.

표 2. 계산 량 비교
Table 2. Computational complexity comparison

	영상 축소		영상 확대	
	Multiplication	Addition	Multiplication	Addition
DA	1.25	1.25	1.25	1.25
SB	1.31	1.25	4.25	3.375
TR	1.25	1.25	4	3.375
Proposed	1.25	1.25	3.28	4.25

V. 결 론

본 논문에서는 DCT 영역에서 직접 영상을 축소하고 확대하기 위한 방법을 제안하였다. 영상을 축소하기 위한 변경된 DCT 방법이 제안되었으며, 이에 상응하여 영상 확대에 사용되는 방법이 동시에 제안되었다. 본 논문에서 제안된

방법을 사용하여 DCT 영역에서 영상을 축소한 후 확대한 결과 기존의 다른 방법에 비하여 높은 PSNR값을 가진다.

참 고 문 헌

- [1] W. B. Pennebaker and J. L. Mitchell, JPEG Still Image Data Compression Standard, New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.
- [2] "Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media up to 1.5 bits/s," *ISO/IEC JTC CD 11172*, 1992.
- [3] "MPEG-2 IS. Video Recommendation ITU-T H.262," *ISO/IEC 13818-2*, 20, Jan, 1995.
- [4] K. N. Ngan, "Experiments on two-dimensional decimation in time and orthogonal transform domains," *Signal Processing*, Vol. 11, pp. 249-263, 1986.
- [5] Y. Arai, T. Agui and M. Nakajima, "A fast DCT-SQ scheme for images," *Trans. Inst. Electron. Commun. Eng. Jpn.*, pt. A, Vol. E71, pp. 1095-1097, Nov, 1988.
- [6] C. Loeffler, A. Ligtenberg and G. S. Moschytz, "Practical fast 1-D DCT algorithms with 11 multiplications," *IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing*, Vol. 2, pp. 988-991, May, 1989.
- [7] A. Puri and A. Wong, "Spatial domain resolution scalable video coding," *Proc. SPIE Visual Communications and Image Processing*, Boston, MA, pp. 718-729, Nov, 1993.7
- [8] Q. Hu and S. Panchanathan, "Image/Video spatial scalability in compressed domain," *IEEE Trans. Industrial Electronics*, Vol. 45, pp. 23-31, Feb, 1998.
- [9] R. Dugad and N. Ahuja, "A Fast Scheme for Image Size Change in the Compressed Domain," *IEEE Trans. Circuits and Systems*

for Video Technology, Vol. 11, No. 4, pp 461-474, Apr. 2001.

- [10] J. Mukherjee and S. K. Mitra, "Image Resizing in the Compressed Domain Using Subband DCT," *IEEE Trans. Circuit and Systems for Video Technology*, Vol. 12, No. 7, pp. 620-627, Jul. 2002.

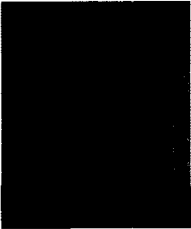
- [11] S. H. Jung, S. K. Mitra and D. Mukherjee, "SubbandDCT: Definition, analysis and applications," *IEEE Trans. Circuit and Systems for Video Technology*, Vol. 6, No. 3, pp. 273-286, Jun. 1996.

저 자 소 개



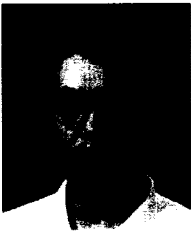
서 성 주

- 1999년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 2003년 2월 : 고려대학교 전자공학과 대학원 졸업 (공학석사)
- 주관심분야 : 영상 압축, 디지털 방송, 영상 처리, 멀티미디어 통신



이 명 회

- 2002년 2월 : 중앙대학교 전자전기공학부 졸업 (공학사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 전자컴퓨터 공학과 대학원 석사과정
- 주관심분야 : 영상 처리, 영상 압축, 비디오 인덱싱 및 검색, 디지털 방송



오 상 욱

- 1998년 8월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 2000년 8월 : 고려대학교 전자공학과 대학원 졸업 (공학석사)
- 2000년 9월~현재 : 고려대학교 전자공학과 박사과정
- 주관심분야 : 디지털 방송, 내용 기반 멀티미디어 데이터 처리, 멀티미디어 통신



설 상 훈

- 1981년 : 서울대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1983년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업 (공학석사)
- 1993년 : Univ. Of Illinois, Urbana Champaign 전자공학과 졸업 (공학박사)
- 1993년~1994년 : Beckman Institute, Univ. Of Illinois, USA 연구원
- 1994년~1996년 : Flight Deck Branch, NASA, Ames Research Center, USA 연구원
- 1996년~1997년 : IBM Almaden Research Center 연구원
- 1997년~현재 : 고려대학교 전자공학과 부교수
- 주관심분야 : 디지털 방송, 비디오 인덱싱 및 검색, Multimedia Description Interface (MPEG-7) and TV-Anytime, 멀티미디어 통신