

# 불규칙 모양 물체의 부호화를 위한 확장-보간/2D-DCT의 성능분석 및 개선방안

정회원 조순제\*, 강현수\*\*, 윤병주\*\*\*, 김성대\*\*\*, 구본호\*\*\*\*

## Performance Analysis and Improvement of Extension-Interpolation (EI)/2D-DCT for Coding Irregular Shaped Object

Soon Jae Cho\*, Hyun Soo Kang\*\*, Byung Joo Yun\*\*\*, Seong Dae Kim\*\*\*, Bon Ho Koo\*\*\*\*  
*Regular Members*

### 요 약

MPEG-4 표준인<sup>[12]</sup> 마편을 위한 작업이 활발히 진행되면서 불규칙 형태 VOP (Video Object Plane)의 효과적인 부호화를 위한 많은 방법들이 연구되어져 왔는데, 그 중에서 텍스춰 부호화 (texture coding)는 중요한 연구분야 중의 하나이다. 대표적인 텍스춰 부호화 방법으로는 MPEG-4에서 사용하고 있는 LPE (Low Pass Extrapolation) padding 방법<sup>[12]</sup>, SA-DCT(Shape Adaptive DCT)<sup>[6]</sup>, 그리고 [1]에서 제안된 확장-보간/2D-DCT 기법이 있다. 확장-보간/2D-DCT 기법은 공간 영역에서 임의의 모양을 갖는 영역 안의 밝기 값들을 8 x 8 블록으로 확장 및 보간한 다음 기존의 8 x 8 DCT를 이용하여 부호화하는 방식이다. SA-DCT와 확장-보간/2D-DCT는 여러 가지 기법 중에서 비교적 우수한 성능을 보이지만, 두 기법 모두 1차원 알고리즘을 수평과 수직 방향으로 반복 적용함으로써 성능의 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 확장-보간/2D-DCT 기법의 성능을 정량적으로 분석하고, 이러한 분석결과를 토대로 하여 확장-보간/2D-DCT 방식의 성능을 향상시키기 위한 비대칭 zig-zag 주사 방식을 제안한다. 제안된 방식은 확장-보간/2D-DCT를 행한 다음 DCT 영역에서 계수를 주사할 때 비대칭적으로 주사함으로써 확장-보간/2D-DCT의 성능을 개선한다.

### ABSTRACT

In the MPEG-4 standardization phase<sup>[12]</sup>, many methods for coding the irregular shaped VOP (Video Object Plane) have been researched. Texture coding is one of interesting research items in the MPEG-4. There are the Low Pass Extrapolation (LPE)<sup>[12]</sup> padding, the Shape Adaptive DCT (SA-DCT)<sup>[6]</sup>, and the Extension-Interpolation (EI)/2D-DCT proposed in [1] as texture coding methods. The EI/2D-DCT is the method extending and interpolating luminance values from an Arbitrarily Shaped (AS) image segment into an 8 x 8 block and transforming the extended and interpolated luminance values by the 8 x 8 DCT.

Although the EI/2D-DCT and the SA-DCT work well in coding the AS image segments, they are degraded since they use one-dimensional (1-D) methods such as the 1D-EI and the 1D-DCT in the two-dimensional (2-D) space. In this paper, we analyze the performance of the EI/2D-DCT and propose a new non-symmetric zig-zag scanning method, which non-symmetrically scans the quantized coefficients in the DCT domain to improve the EI/2D-DCT.

\* 삼성전자 (csjss@samsung.co.kr),

\*\* 현대전자

\*\*\* 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 영상통신 연구실(bjisyun@sdvision.kaist.ac.kr)

\*\*\*\* 경일대학교 제어계측공학과 박사

논문번호 : 99219-0603, 접수일자 : 1999년 6월 3일

### I. 연구 배경

최근에 MPEG-4<sup>[12]</sup> 표준안을 비롯하여 물체 또는 영역별로 영상을 부호화 하는 방법에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 따라서 기존의 MPEG-1, MPEG-2, 및 H.26X 와 같은 블록별 부호화에서는 사용되지 않았던 윤곽선 부호화와 임의의 모양을 갖는 영역의 텍스춰 부호화에 대한 연구가 필요하게 되었다. 특히 불규칙 모양을 갖는 영역의 텍스춰 부호화 방법은 기존의 8 x 8 DCT를 대신할 새로운 방법이 필요하게 되었다. 기존의 텍스춰 부호화 방법으로서 대표적인 방법은 MPEG-4에서 사용되는 Shape-Adaptive DCT (SA-DCT)<sup>[6]</sup>와 Low Pass Extrapolation (LPE)<sup>[12]</sup> padding 등이 있다. 그리고 [1]에서 제안한 확장-보간 (EI)/2D-DCT 기법은 비교적 간단하면서도 성능이 기존의 기법들에 비해서 우수한 기법이다. 본 논문은 EI/2D-DCT 기법의 성능을 분석하고, 분석한 결과를 토대로 성능을 개선하는데 목적이 있다.

비교적 성능이 우수한 것으로 알려진 EI/2D-DCT 와 SA-DCT 기법은 1차원 알고리즘을 근간으로 하고 있다는 공통점이 있다. 따라서 불규칙한 모양의 2차원 물체를 부호화할 때, 수평 방향과 수직 방향의 압축 정도가 달라서 기존의 DCT 계수 주사 방식을 그대로 사용하면 많은 문제점을 야기 시킨다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 정량적으로 분석하고, 분석 결과를 토대로 비대칭 zig-zag 주사 방식을 제안하여 문제점에 대한 해결책을 제시한다.

본 논문의 2장에서는 기존의 EI/2D-DCT 방식의 개요 및 문제점을 분석하고, 3장에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 비대칭 주사방식을 제시한다. 마지막으로 실험결과를 제시하여 제안된 방법의 우수성을 검증한 다음 결론을 맺는다.

### II. EI/2D-DCT 방식의 개요 및 분석

#### 2.1 EI/2D-DCT 방식의 개요

EI/2D-DCT 기법은 그림 1과 같이 먼저 수평 또는 수직의 한 방향으로 확장 및 보간을 수행한 다음 다른 방향으로 같은 알고리즘을 반복 적용하는 기법이기 때문에 확장-보간은 각 행 또는 열에 대하여 수행된다. 여기서  $f_1$ 은  $M$  개의 화소를 가진 원래 영상 데이터이고,  $f_2$ 는  $N$  (일반적으로 8,  $N \geq M$ ) 개의 화소로 확장-보간된 것이다. EI/2D-DCT에서

제안된 확장-보간은 최적의 에너지 압축 효과를 얻기 위해서 DCT 영역에서 수행하는데,  $M : N$  보간은 다음과 같이 수행된다. 상세한 설명은 참고문헌 [1]에 나와 있다.

$$\begin{bmatrix} f_2(0) \\ f_2(1) \\ \vdots \\ f_2(M-1) \\ f_2(M) \\ \vdots \\ f_2(N-1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{0,0} & a_{0,1} & \dots & a_{0,N-1} \\ a_{1,0} & a_{1,1} & \dots & a_{1,N-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{M-1,0} & a_{M-1,1} & \dots & a_{M-1,N-1} \\ a_{M,0} & a_{M,1} & \dots & a_{M,N-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{N-1,0} & a_{N-1,1} & \dots & a_{N-1,N-1} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \mu_0 F_1(0) \\ \mu_0 F_1(1) \\ \vdots \\ \mu_0 F_1(M-1) \\ \mu_0 F_1(M) \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서  $F_1$ 은  $f_1$ 을  $M$ -포인트 DCT한 것이고,  $\mu_0$ 는  $\sqrt{N/M}$  으로서 수신단에서도 윤곽선 정보로부터 구할 수 있다.

#### 2.2 수평 및 수직 방향 밝기 값의 상관성 비교

앞에서 설명한 바와 같이 EI/2D-DCT 방식은 수평과 수직 방향으로 순차적으로 확장 및 보간을 적용하는 1차원 기법이기 때문에 성능의 한계가 있다. Sikora와 Makai는 [6]에서 화소 수의 차이에 따른 DCT 영역에서 DCT 계수들의 상관관계를 분석하여 SA-DCT가 1차원 기법이기 때문에 발생하는 성능 저하 요인을 분석하였다. 수직 방향 화소 수의 차이가 크면 수평 방향으로 DCT 계수들은 상관관계가 많이 감소하여 부호화 효율이 급격히 감소한다는 것이다. 비슷한 방법으로 본 논문에서는 EI/2D-DCT 기법의 성능을 분석하기 위해서 수직 방향 화소 수에 따른 수평 방향 화소 들 간의 상관관계를 분석한다.

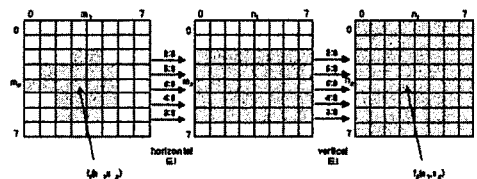


그림 1. EI/2D-DCT의 개요

그림 2(a)와 같은 모양을 갖는 영역을 수직 방향으로 먼저 확장 및 보간을 행하고 나중에 수평 방향으로 확장 및 보간을 행한다고 가정하자. 그리고 영역 내부의 밝기 값들은 1차의 Markov process라고 가정하면 다음과 같이 상관계수 (correlation coefficient)가 정의된다.

$$\rho_v(r) = \alpha_v^{|r|}, \alpha_v = \alpha, \quad (2)$$

여기서  $a$ 는 correlation factor이고  $r$ 은 화소간의 거리이다. EI/2D-DCT 방식에서 화소들의 통계적 특성을 변화시키는 요소는 보간을 수행하는 정도와 어느 방향으로 확장 및 보간을 먼저 수행하는 가이다. 그런데 보간은 수직 방향과 수평 방향으로 비슷하게 수행하기 때문에 보간에 의한 상관계수의 변화는 분석과정에서 무시할 수 있다. 그리고 두 번째 가정에 의해서 그림 2(a)와 같은 영역을 수직 방향으로 먼저 확장 및 보간을 행하면, 수직 방향으로는 상관계수가 변하지 않는다고 볼 수 있다. 그러나 수평 방향으로는 그림 2(a)의 흰 동그라미로 표시된 화소가 수평 방향으로 같은 위치에 놓이게 되므로 상관계수는 변하게 된다. 가장 위쪽의 행에 대해서 수평 방향의 상관관계를 분석하면 다음과 같다.

$$\rho_h(0) = a^{\sqrt{1+(N_2-N_1)^2}} = a_h \quad (3)$$

여기서  $N_2 - N_1$ 은 수직 방향 화소간의 거리를 의미한다. 위의 식을 그래프로 그리면 그림 2(b)와 같이 되는데, 화소간의 거리가 멀어지면 수평 방향으로의 상관계수가 급격하게 감소하게 되어 부호화 효율이 감소하게 됨을 알 수 있다.

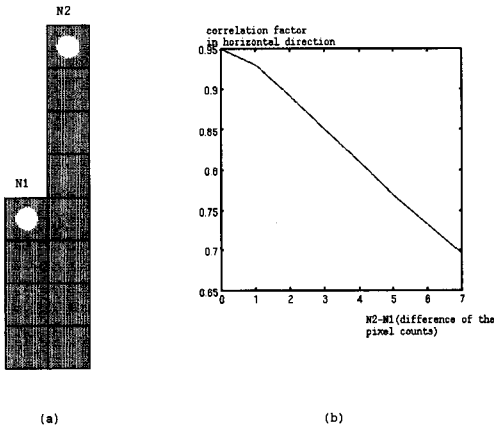


그림 2. 수직 방향 화소 간의 거리에 따른 수평 방향 상관계수의 변화.

앞에서는 두 개의 열을 갖는 물체 영역에 대해서 화소 수에 따른 수평 방향 상관계수의 변화를 살펴 보았다. 아래에서는 일반적인 물체 영역에 대해서 수평과 수직 방향의 상관관계를 살펴보기로 한다. 앞에서 우리는 보간에 의한 영향은 무시했기 때문에 수직 방향으로는 상관성이 변하지 않지만, 수평 방향으로는 확장을 수행한 이후에 같은 행에 위치 할 화소가 확장을 수행하기 이전에 먼 거리에서

거 왔기 때문에 상관계수가 감소하게 됨을 보였다. 수평 및 수직 방향의 상관계수를  $\rho_h(r), \rho_v(r)$  이라 하면 다음과 같이 된다.

$$\rho_v(r) = a_v^{|r|}, a_v = a, \quad (4)$$

$$\rho_h(r) = E[a^{r'}]$$

여기서  $r'$ 은 확장 및 보간을 수행하기 이전에 원래 영역에서의 화소간의 거리가 된다. 만약 영상 영역을 그림 4(a)와 같은 삼각형 형태를 갖는 영역이라고 가정하면, 원래 영역의 화소간의 거리 ( $r'$ )가 수평 방향으로의 화소간의 거리 ( $r$ )의  $\sqrt{2}$ 배가 된다. 따라서  $\rho_h(r)$  은 다음과 같이 된다.

$$\rho_h(r) = a^{\sqrt{2}|r|} = a_h^{|r|}, a_h = a^{\sqrt{2}} \quad (5)$$

위의 결과를 설명하면, 수직 방향으로의 상관계수 (correlation factor) ( $a_v$ )는 원래 영역의 상관계수 ( $a$ )와 같은 크기를 가지지만, 수평 방향으로의 상관계수 ( $a_h$ )는  $a^{\sqrt{2}}$ 로 원래보다 적어지게 된다. 그림 3(a)은 삼각형 형태의 영역에 대하여 수평 및 수직 방향의 상관계수를 도시한 것으로 수직 방향의 상관성이 수평 방향의 상관성보다 많음을 알 수 있다. 위에서는 원래 물체 영역의 모양을 삼각형 형태라고 가정하여  $a_h$ 를 구하였다. 그런데 실제의 모양은 이러한 경우가 아니기 때문에 식 (4)를 이용하여 구하여야 한다. 일반적으로 식 (4)에 의해 구해진  $a_h$ 는 식 (2)와 같은 형태를 가지지 못한다. 그러나 우리는 식 (4)를 이용하여  $\rho_h(0), \rho_h(1), \dots, \rho_h(N-1)$ 을 구하고, 이렇게 구해진  $\rho_h(r)$ 이 식 (2)와 같은 모양으로 근사화된다고 가정하면  $\rho_h(1)$ 을  $a_h$ 로 근사화할 수 있다.

### 2.3 수평 및 수직 방향 변환 계수의 분산 분포 비교

본 절에서는 앞에서 구한 수평 및 수직 방향의 상관계수 ( $a_h, a_v$ )에 따른 변환 계수들의 분산 (variance)을 알아본다. 먼저 DCT 기저함수를 다음과 같이 정의한다.

$$c(k, n) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}} & k=0, 0 \leq n \leq N-1, \\ \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{\pi(2n+1)k}{2N} & 1 \leq k \leq N-1, 0 \leq n \leq N-1. \end{cases} \quad (6)$$

이 때 원래 신호를  $\{u(n), 0 \leq n \leq N-1\}$ 이라 하면

변환 계수는 다음과 같이 정의되어 진다.

$$v = C \cdot u, \tag{7}$$

여기서  $a$ 가 1에 근접하면 DCT가 최적의 변환인 KL (Karhunen-Loeve) 변환에 근접하므로 변환 계수들의 분산 분포는 다음과 같다.

$$\sigma_k^2 = E[|v(k)|^2] = [C \cdot R \cdot C^T]_{k,k}, \tag{8}$$

여기서 covariance 행렬  $R$ 은 영상의 밝기 값을 1차의 Markov process라고 가정했기 때문에 다음과 같이 대각선 행렬이 된다.

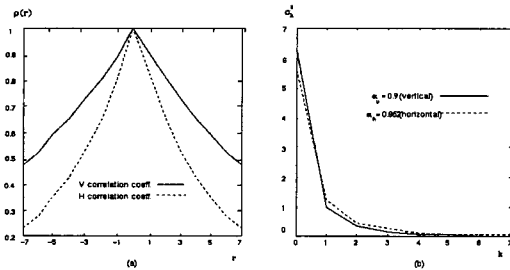


그림 3. (a) 수평 및 수직으로의 상관계수. (b) 수평 및 수직으로의 변환계수의 분산 분포 ( $a=0.9$ )

$$R = \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 & \dots & a^{N-1} \\ a & 1 & a & \dots & a^{N-2} \\ a^2 & a & 1 & \dots & a^{N-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a^{N-1} & a^{N-2} & a^{N-3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \tag{9}$$

위에서 구한 변환 계수들의 분산은 그림 3(b)에 나타나 있다. 이 그래프를 보면,  $a_v = a$ 을 갖는 수직 방향 변환 계수의 분산이  $a_h = a^2$ 을 갖는 수평 방향 변환 계수의 분산보다 적음을 알 수 있다. 이러한 결과를 볼 때, 수직 방향보다 수평 방향의 변환 계수들이 고주파에서 큰 분산을 가짐을 알 수 있다.

위와 같은 점은 주파수 계수를 부호화할 때 많은 문제점을 가져온다. 즉, 기존의 영상 부호화 기법에서는 수평 및 수직 방향 변환 계수의 분산이 비슷하다는 가정 아래, zig-zag 주사 방식 및 VLC (variable length coder)을 만들었다. 그러나, 임의의 모양을 갖는 영역의 부호화에서는 이러한 가정이 맞지 않음을 보였기 때문에 기존의 주사 기법과 VLC 테이블을 사용하면 성능저하가 초래된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해서 비대칭 zig-zag 주사 기법을 제안하였다.

### III. 비대칭 zig-zag 주사 방식

본 장에서는 EI/2D-DCT 기법의 문제점을 해결하는 방안으로서 EI/2D-DCT 기법을 그대로 사용하면 문제점을 해결하는 방법을 제시한다. 앞에서 설명한 바와 같이 EI/2D-DCT 기법은 1차원 보간을 수평과 수직 방향으로 순차적으로 수행하여 2차원으로 확장한다. 한쪽 방향으로 보간을 적용했을 때 그 방향으로는 화소 수보다 큰 고주파 성분이 발생하지 않지만 다른 쪽 방향으로 고주파 성분이 발생한다. 그리고 수평과 수직 방향으로의 주파수 성분 사이에 분산분포가 달라짐을 알았다. 본 장에서는 이러한 분석 결과를 바탕으로 양방향 주파수 성분 사이의 분산분포가 달라짐에 의해 발생하는 문제점을 해결하기 위해서 비대칭적인 zig-zag 주사 방식을 제안한다.

#### 3.1 수정된 대칭 zig-zag 주사 방식

EI/2D-DCT 기법은 확장 및 보간을 수행한 다음에 2D-DCT 및 기존의 표준안에서 사용되는 블록별 양자화기, zig-zig 주사, 그리고 VLC 등의 알고리즘을 그대로 사용하는 장점이 있다. 뿐만 아니라, 앞에서 설명한 EI/2D-DCT 기법에 근거한 확장-보간 및 2D-DCT를 수행하면 그림 4(a)의 bounding rectangle의 크기보다 큰 고주파 성분이 발생하지 않는다. 따라서 그림 4(b)와 같이 bounding rectangle의 크기를 갖는 영역에서만 zig-zag 주사를 하면 된다. 이렇게 되면 주사하는 주파수 계수의 개수가 적어져서 양자화에 의한 에러의 손실 없이 많은 비트가 감소하게 된다.

아래에서는 EI/2D-DCT를 적용했을 때 영상 영역의 bounding rectangle 만큼의 주파수 성분 만이 발생함을 증명한다. 먼저 EI/2D-DCT 방식에서 제안한 DCT 영역 보간 방식에서는 다음이 성립한다.

**정리 1**  $M$  개에서  $N$  ( $N \geq M$ ) 개의 화소로 DCT 영역에서 보간을 수행한 후에,  $N$ -포인트 DCT하면 최대한 발생하는 DCT 개수는  $M$  개이다.

증명: 식 (1)의 DCT 영역에서 수행하는 보간을 식으로 쓰면  $f_2 = \mu_0 C_N^*{}^T F_1$  이 된다. 여기서  $C_N$ 은  $N$ -포인트 DCT 기저행렬이고,  $F_1$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$F_1(k) = \begin{cases} F_1(k), & 0 \leq k \leq M-1, \\ 0, & \text{others} \end{cases}$$

여기서  $F_1$ 은 원래의 영상 데이터인  $f_1$ 을  $M$ -포인트 DCT한 것이다. 끝으로 보간된 데이터  $f_2$ 를  $N$ -포인트 DCT를 수행하면

$$F_2 = \mu_0 C_N C_N^* T F_1$$

이 되고 DCT 기저행렬은  $C_N C_N^* T = I$ (identity matrix)가 되는 성질이 있기 때문에 다음과 같이 된다.

$$F_2 = \mu_0 F_1$$

위의 식과  $F_1$ 의 정의로부터 우리는 DCT 계수가  $\{0 \leq k \leq M-1\}$ 에서만 존재함을 알 수 있다.

위의 정리를 2차원으로 확장하면 다음과 같다. 먼저,  $f_1(m_1, m_2)$ 을 원래의 물체 영역이라 하고,  $f_2(m_1, n_2)$ 는  $f_1(m_1, m_2)$ 을 수직 방향으로 확장 및 보간한 결과라 한다. 양방향으로 보간된  $f_3(n_1, n_2)$ 는 2차원 DCT에 의해 변환되는데, 2차원 DCT는 수평 또는 수직의 어느 방향으로 먼저 적용하는가에 관계없이 같은 결과를 나타낸다. 먼저, 수평 방향으로 DCT를 적용하면  $F_3(k_1, n_2)$ 가 되는데, 이  $F_3(k_1, n_2)$ 는  $f_2(m_1, n_2)$ 를 수평 방향으로 보간한 다음에 DCT한 것이다. 위의 정리에 의해서  $\{0 \leq k_1 \leq M_x - 1\}$ 에서만 주파수 성분이 존재한다.

같은 원리로  $f_3(n_1, n_2)$ 를 수직 방향으로 DCT를 먼저 수행하면  $F_3(n_1, k_2)$ 가 되는데, 이는  $f_1(m_1, m_2)$ 를 수직과 수평 방향으로 보간한 다음 수직 방향으로 DCT를 한 것이다. 그런데 수평 방향으로의 보간은 각 열에 해당하는 수직 방향 주파수 개수에는 영향을 미치지 않지만 수직 방향 주파수 개수 중에서 최대 개수에는 영향을 주지 않는다. 즉, 수평 방향으로의 보간이 수직 방향의 주파수 개수에 영향을 미칠 수 있는 한계가 수직 방향의 최대 화소 수까지임을 의미한다. 위와 같은 DCT 영역에서 수행하는 보간 방식의 원리와 앞에서 증명한 정리에 의해  $\{0 \leq k_2 \leq M_y - 1\}$ 인 범위에서만 수직 방향으로 주파

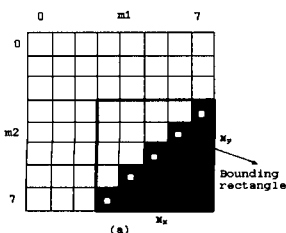


그림 4. 수정된 대칭 zig-zag 주사 방식

수 성분이 존재한다. 따라서  $\{0 \leq k_1 \leq M_x - 1, 0 \leq k_2 \leq M_y - 1\}$ 인 영역에서만 주파수 성분이 존재하며, 이 영역은 그림 4(a)의 원래 물체 영역의 bounding rectangle과 같은 크기임을 알 수 있다.

### 3.2 새로운 비대칭 zig-zag 주사 방식

앞의 2장에서 우리는 수평 및 수직으로 기존의 대칭적인 주사 방식이 아닌 비대칭 zig-zag 주사 방식이 필요하게 됨을 보였다. 그림 5(b)와 같이 직선의 기울기가 정해지면 그 직선들을 따라 zig-zag 주사를 수행하게 된다. 그림 5(b)는 직선의 기울기가 -0.5일 때 보인 것이다. 여기서 한가지 주의해야 할 점은 직선을 따라 주사할 때, 같은 행 또는 열에 2개 이상의 화소를 주사할 수 있다. 이 때는 직선의 화살표 방향이 아니고 DC에 가까운 계수를 먼저 주사하게 된다. 그림 5(c)는 제안된 방식에 의해서 주사된 순서를 나타내고 괄호 안의 숫자는 그림 5(b)의 어떤 직선에 의해 주사된 것인지 나타낸다.

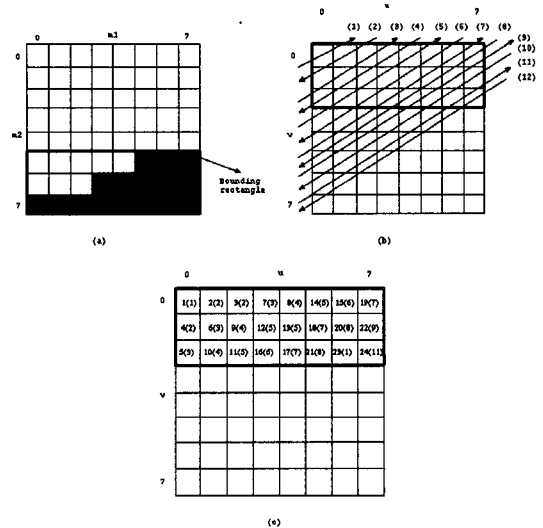


그림 5. 제안된 비대칭 zig-zag 주사 방식 (기울기=-0.5).

직선의 기울기를 정하는 것은 매우 중요하데, 2장에서 설명한 바와 같이  $\alpha_k$ 가  $\alpha_l$ 보다 적으면 적어질 수록 수평 방향 고주파 성분의 분산이 수직 방향 고주파 성분의 분산보다 커지기 때문에 기울기가 완만해져야 한다. 이러한 점을 고려한 주사 직선의 방정식은 다음의 식과 같다.

$$v = s(u - n), \quad n \text{ is an integer}, \quad (10)$$

$$s = -k^{10(\alpha_l - \alpha_k)}$$

여기서  $s$ 는 주사 직선의 기울기를 의미하고  $u, v$ 는 DCT 영역에서의 양 축이다. 그리고  $k$ 는 상수이다 ( $k^{10}$ 에서 10은 의미가 없음). 위의 식에서 수평 방향과 수직 방향의 상관성이 같으면 직선의 기울기가 -1이 되어 기존의 대칭적인 주사 기법과 동일하게 됨을 알 수 있다. 여기서  $\alpha_h$ 와  $\alpha_v$ 는 2장에서 설명한 바와 같이 영역의 윤곽선 정보에 의해 쉽게 구해 지는 것이기 때문에 수신단에 직선의 기울기를 전송할 필요는 없다.

#### IV. 모의실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 먼저, EI/2D-DCT에서 제안된 비대칭 zig-zag 주사 방식을 기존의 대칭 zig-zag 주사 방식과 비교하는 실험을 수행하였다. 그리고 SA-DCT의 특수한 상황을 고려하여 [7]에서 제안한 주사방식을 이용한 SA-DCT와 제안된 비대칭 주사 방식을 이용한 EI/2D-DCT를 비교하였다. 본 논문에서 실험한 환경은 다음과 같다.

- 실험 영상: Akiyo 영상과 Claire 영상.
- 영상 크기: QCIF (176 x 144).
- 양자화기, VLC: H.263.
- 실험 영역: 실험에 사용된 입력 영상의 foreground에서 경계 블록.
- 경계 블록 개수: Akiyo영상 (44), Claire영상(41)
- 경계 블록에서 총 화소 수: Akiyo 영상 (1373), Claire 영상 (1418)

본 실험에서는 주사 직선의 기울기를 정하는데 사용된 상수  $k$ 의 값을 실험적으로 가장 적당한 값인 0.43으로 정하여 실험하였다. 표 1과 표 2는 제안된 비대칭 zig-zag 주사 방식의 효과를 보여주고 있다. 제안된 기법은 같은 PSNR을 유지하면서 경계 블록의 부호화에 소요되는 비트를 약 3%-5%정도 감소시킨다.

표 1. EI/2D-DCT에서 제안한 비대칭 zig-zag 주사 방식의 비트 감소 효과 (Akiyo-qcif(I-frame)).

		Symmetric	Modified symmetric	Non-symmetric
QP(10)	PSNR	31.51dB	31.51dB	31.51dB
	Bits	2024	1981(2.1%)	1939(4.2%)
QP(15)	PSNR	29.24dB	29.24dB	29.24dB
	Bits	1399	1383(1.1%)	1374(1.8%)

표 2. EI/2D-DCT에서 제안한 비대칭 zig-zag 주사 방식의 비트 감소 효과 (Claire-qcif(I-frame)).

		Symmetric	Modified symmetric	Non-symmetric
QP(10)	PSNR	32.28dB	32.28dB	32.28dB
	Bits	1656	1610(2.8%)	1593(3.8%)
QP(15)	PSNR	29.94dB	29.94dB	29.94dB
	Bits	1115	1090(2.2%)	1085(2.7%)

제안된 비대칭 zig-zag 주사 기법을 사용한 EI/2D-DCT 기법과 [7]에서 제안한 화소 수만큼만 주사하는 기법을 사용한 SA-DCT와 성능을 비교하면 그림 6, 7과 같다.

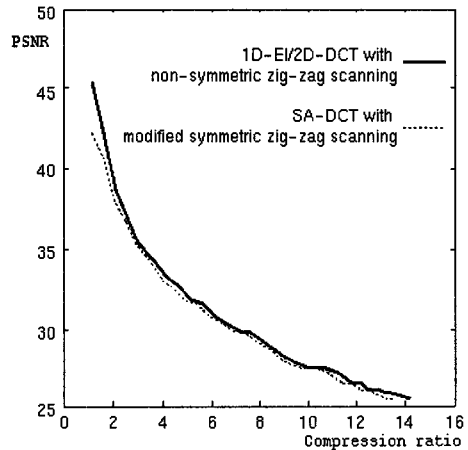


그림 6. 제안된 비대칭 zig-zag 주사 방식을 갖는 EI/2D-DCT와 [7]에서 제안한 주사 방식을 갖는 SA-DCT 방식의 비교 (Akiyo).

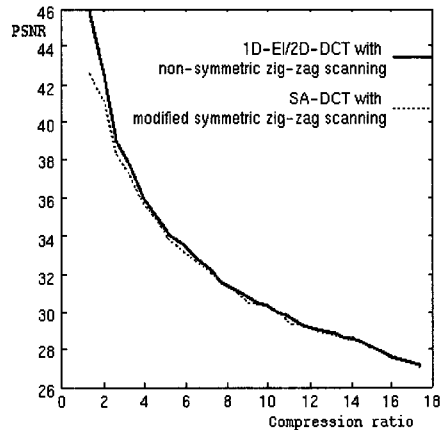


그림 7. 제안된 비대칭 zig-zag 주사 방식을 갖는 EI/2D-DCT와 [7]에서 제안한 주사 방식을 갖는 SA-DCT 방식의 비교 (Claire).

그림을 보면 제안된 비대칭 zig-zag 주사 방식을 갖는 EI/2D-DCT 기법의 성능이 대부분의 비트율에서 우수함을 알 수 있다.

### V. 결론

본 논문은 임의의 모양을 갖는 영역의 밝기정보 부호화를 위하여 기존의 대표적인 기법인 EI/2D-DCT 방식을 분석하고 성능개선을 위하여 DCT 계수를 비대칭적으로 주사하는 방식을 제안하였다. 제안된 방식은 SA-DCT와 같은 알고리즘에도 적용될 수 있을 뿐만 아니라, PSNR과 같은 객관적 화질의 저하 없이도 부호화기에서 발생하는 비트를 감소시키기 때문에 우수한 성능을 갖는다.

여기에서는 EI/2D-DCT를 그대로 사용하면서 성능개선을 도모하였는데, 원칙적으로는 EI/2D-DCT를 2차원으로 확장해야 EI/2D-DCT가 갖는 문제점을 근본적으로 해결 할 수 있다. 따라서 우리는 이에 대한 연구를 진행 중에 있다.

### 참 고 문 헌

[1] 조 순제, 이 시웅, 최 재각, 김 성대, "확장보간을 이용한 임의 영역의 밝기정보 부호화," *한국통신학회지*, 20권, 9호, pp. 2453-2463, 1995.

[2] Soon-Jae Cho and Seong-Dae Kim, "Texture coding using 2D-DCT based on extension-interpolation (EI)," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol. E80-A, no. 4, April 1997.

[3] J. W. Li, S. J. Cho, W. J. Kim, and S. D. Kim, "A new coding algorithm for arbitrarily shaped image segments," *Signal Processing:Image Communication*, vol. 12, no. 3, June 1998.

[4] 조 순제, 김 성대, "확장-보간/2D-DCT 기법을 이용한 영역 적응적인 이동보상 오차의 부호화," *한국통신학회지*, 22권, 8호, pp. 1691-1697, 1997.

[5] C. S. Park, D. D. Hwang, J. T. Lim, H. S. Kim, K. H. Chang, and S. D. Kim, Daewoo proposal for region texture coding, ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11/MPEG95/m0555, Jan. 1996.

[6] T. Sikora and B. Makai, "Shape-adaptive DCT for generic coding of video," *IEEE Trans. circuits and systems for video technology*, vol. 5, pp. 59-62, 1995.

[7] J. De Lameillieure, M. Zhou, H.Li, HHL, Result of the core experiment on SA-DCT, ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11/MPEG96/0775.

[8] Michael Gilge, Thomas Engelhardt, and Ralf Mehlan, "Coding of arbitrarily shaped image segments based on a generalized orthogonal transform," *Signal Processing:Image Communication*, vol. 1, no. 2, pp. 153-180, 1989.

[9] Shih-Fu Chang and David G. Messerschmitt, "Transform coding of arbitrarily-shaped image segments," *ACM Multimedia*, vol. 1, pp. 83-90, 1993.

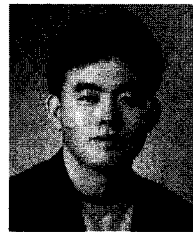
[10] W. Philips, "Fast coding of arbitrarily shaped image segments using weakly separable bases," *Optical Engineering*, vol. 35, no. 1, pp. 177-186, 1996.

[11] H. H. Chen, M. R. Civanlar, and B. G. Haskell, "A block transform coder for arbitrarily shaped image segments," in *Proc. Of Very Low Bit-rate Video*, no. 1.1, 1994.

[12] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG97/N1796 MPEG-4 Video VM 8.0, Stockholm, July997.

조 순 제(Soon-Jae Cho)

정회원



1992년 2월: 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1994년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)  
 1999년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사)

1999년 3월~현재: 삼성전자 재직 중  
 <주관심 분야> 영상처리, VLSI 설계, 컴퓨터 비전

강 현 수(Hyun Soo Kang)

정회원



1991년 2월: 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1994년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)  
 1999년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사)

1999년 3월~현재: 현대전자(주) 선임연구원

윤 병 주(Byoung-Ju Yun)

정회원



1993년 2월: 경북대학교 전자  
공학과 졸업(공학사)

1996년 2월: 한국과학기술원  
전기 및 전자공학과 졸업  
(공학석사)

1993년 3월~현재: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사과정 재학

<주관심 분야> 영상 압축, 영상 처리, 컴퓨터 비전

김 성 대(Seong-Dae Kim)

정회원



1977년 2월: 서울대학교 전자공  
학과 졸업(공학사)

1979년 2월: 한국과학기술원  
전기 및 전자공학과 졸업  
(공학석사)

1983년: 프랑스 INPT ENSEEIHT 졸업(공학 박사)

1984년~현재: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과  
교수

<주관심 분야> 영상처리, 영상통신, VLSI 설계, 컴  
퓨터 비전 등

구 본 호(Koo Bon Ho)

정회원

1980년 2월: 경북대학교 전자공학과 졸업

1986년 8월: 경북대학교 전자공학과 석사

1991년 2월: 경북대학교 전자공학과 박사

1991년 3월~현재: 경일대학교 제어계측공학과 부교  
수

<주관심 분야> 컴퓨터제어 및 응용, 전력전자