

확장-보간을 이용한 임의 영역의 밝기정보 부호화

正會員 趙順濟*, 李時雄*, 崔在覺*, 金聖大*

Arbitrarily-Shaped Image Segment Coding Scheme Using Extension-Interpolation

Soon Jae Cho*, Si Woong Lee*, Jae Gark Choi*, Seong Dae Kim* Regular Members

要 約

본 논문은 임의의 모양을 갖는 영역을 효율적으로 부호화 하는 기법을 제안한다. 이러한 영역의 부호화를 위해서는 그 영역의 밝기정보와 윤곽선정보를 부호화해야 하지만, 본 논문에서는 영역의 밝기정보를 부호화 하는 데 초점을 맞추었다. 임의의 모양을 갖는 영역에 대한 부호기법으로서, Gilge[4]에 의해 제안된 general orthogonal transform(GOT)와 Kaup and Aach[2]에 의해 발표된 반복 부호화 기법(iterative coding scheme)은 윤곽선에 적응 적으로 부호화하기 때문에 좋은 성능을 보인다. 그러나, 이러한 기법들은 직교하는 기저함수가 윤곽선 형태에 따라 다르기 때문에, 이러한 기저 함수를 구하는 데 많은 시간과 계산이 소요된다. 이 외에, 블록별 변환부호방식은 원하는 영역 밖의 영역에 영, 평균 값, 또는 그 영역의 반사된 값을 채워 넣은 다음 변환하게 된다. 이러한 방식은 기존의 많은 표준안(JPEG, MPEG, H.261 등)에서 사용되는 2차원 DCT 블록을 이용할 수 있다는 장점이 있는 반면, 물체 영역 밖의 영역에 원하지 않는 정보가 들어가기 때문에 데이터 압축 측면에서 좋지 못한 결과를 야기시킨다.

본 논문에서는 기존의 기법들에서 발생하는 여러 가지 문제점을 해결하기 위해, 임의의 모양을 갖는 영역의 밝기정보에 대한 부호화기법으로 확장-보간을 이용한 부호화방식을 제안한다. 확장-보간을 이용한 부호화방식은 그 영역을 원하는 블록길이에 대해서 확장한 다음, 내부 영역의 밝기 값은 보간 하는 방식이다. 제안된 방식을 기존의 블록별 변환부호방식들과 비교했을 때, 기존의 블록별 변환부호방식에서 발생하는 원하지 않는 고주파성분이 발생하지 않는다. 따라서 불필요한 정보가 들어가지 않기 때문에 높은 압축율을 얻을 수 있다.

본 논문에서 제안된 방식을 모의 실험을 통해 기존의 블록별 변환부호방식들과 비교한 결과, 계산량의 증가없이 1-4dB 정도의 성능 향상을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an efficient transform coding technique of arbitrarily-shaped(AS) image segment. The performance of

* 한국과학기술원 전기 및 전자공학과
Department of Electrical Engineering Korea Advanced
Institute of Science and Technology
論文番號 : 94364-1219
接受日字 : 1994年 12月 19日

existing shape-adaptive transform coding algorithms, such as general orthogonal transform(GOT) by Gilge[2] and iterative coding by Kaup and Aach[4], is better than that of block-based transform coding techniques. Though these shape-adaptive methods are superior to block-based ones, they need hard computational loads. To overcome these problems, the proposed method is based on block-based transform coding used in the most of the standards(JPEG, MPEG, H.261, etc.). In the conventional block-based techniques, their performance is degraded because the outside redundant region of the AS image segment is filled with mean or mirror, etc. of the segment. In our method, luminance values in a entire block are interpolated after AS segment is extended to the wanted block length.

Simulation results show that our method can improve the quality about 1-4dB without any computational overheads when it is compared with conventional block-based methods.

1. 서 론

제한된 전송선로를 통해 고 품질의 멀티미디어 서비스를 위해서는 높은 압축율을 갖는 부호화기법을 필요로 한다. 그러나, 부호화해야 할 물체는 일반적으로 정방형이지만, 임의의 윤곽선을 갖는 물체(arbitrarily-shaped(AS) video object) (eg. chroma-keyed TV weather reporter)도 있다.

또한, 물체별 부호화방식(object-oriented coding)은 움직임정보(motion information)로부터 추정된 각 이동물체별로 정보를 전송하는데, 물체의 이동종류에 따라 움직임정보, 윤곽선정보와 밝기정보로 나누어 선택적으로 전송한다^[1]. 이러한 물체별 부호화방식에서 대부분의 영역은 움직임계수(motion parameter)에 의해 이동보상(motion compensation)되어 질 수 있으므로 움직임정보와 윤곽선정보만 전송하면 된다. 그러나, 움직임계수들로부터 신호 변화를 충분히 표현하지 못하는 영역이 발생하는데, 이러한 영역은 이동보상을 할 수 없기 때문에 윤곽선정보뿐만 아니라, 밝기정보를 전송해야 한다. 일반적인 전화영상에서 이러한 영역은 전체 영역의 불과 4%를 차지하지만, 전체 정보량의 70% 이상을 차지하는 것으로 보고되고 있다^[1]. 그래서 이러한 영역에 대한 부호는 전체 물체별 부호화방식에서 매우 중요한 부분이지만, 이러한 영역이 임의 형태의 윤곽선을 갖기 때문에 부호화효율과 계산양 면을 모두 만족할 만한 부호화기법을 구하는 것은 힘들다.

임의의 모양을 갖는 영역의 밝기정보 부호화를 위한 방법으로, 변환부호화, DPCM 및 이의 조합인 복합부호화(hybrid coding) 방식이 많이 사용된다. 변환부호

화 방식에는, 블록별 DCT, GOT와 물체영역을 1차원으로 재배열한 다음, 1차원 DCT 및 KLT등을 행하는 방법이 있다. 1차원 DCT 및 KLT 방식은 2차원의 상관관계를 이용하지 못하기 때문에 만족할 만한 결과를 보이지 못한다. 블록별 DCT 방식은 물체 영역 밖의 영역에 영, 평균 값 또는 물체 영역의 반사된 값을 채워 넣은 다음 변환하게 된다. 이러한 방식은 기존의 많은 표준안(JPEG, MPEG, H.261 등)에서 사용되는 2차원 DCT 블록을 이용할 수 있다는 장점이 있는 반면, 물체영역 밖의 영역에 원하지 않는 정보가 들어가기 때문에 데이터 압축 측면에서 좋지 못한 결과를 야기시킨다. Gilge[4]에 의해 제안된 GOT와 Kaup and Aach[2]의해 발표된 반복부호기법(iterative coding scheme)은 윤곽선에 적용 적으로 부호를 하기 때문에 좋은 성능을 보인다. 그러나, 이러한 기법들은 직교하는 기저함수가 윤곽선형태에 따라 다르기 때문에, 이러한 기저함수를 구하는 데 많은 시간과 계산이 소요된다.

본 논문에서 제안된 임의 모양을 갖는 영역에 대한 블록별 변환부호화기법은 위에서 언급한 기존 방법들의 여러 가지 문제점을 해결하기 위해서 다음의 두 가지 특징을 가지고 있다. 첫째, JPEG, MPEG, H.261 등의 기존의 대부분 표준안에서 사용되고 있는 2차원 DCT 블록을 그대로 이용함으로써 기존의 시스템과의 호환을 유지한다. 둘째, 기존의 블록별 변환부호기법들이 가지는 성능의 한계를 극복하고, 윤곽선에 적용 적인 변환부호기법들과 유사한 성능을 유지한다.

위의 조건을 만족시키기 위해서 본 논문은 임의의 모양을 갖는 영역의 밝기정보에 대한 부호화기법으로 확장-보간을 이용한 부호화방식을 제안한다. 확장-보간을

이용한 부호화방식은 물체영역을 원하는 블록길이에 대해서 확장한 다음, 내부의 영역을 보간 하는 방식이다. 제안된 방식을 기존의 블록별 변환부호화방식들과 비교했을 때, 기존의 블록별 변환부호화방식에서 발생하는 원하지 않는 고주파성분이 발생하지 않는다. 따라서 불필요한 정보가 들어가지 않기 때문에 높은 압축율을 얻을 수 있다. 보간을 행하는 방법으로 본 논문에서는 선형 보간 방법을 사용하였다. 그리고 최적의 보간 방법을 사용했을 때 가질 수 있는 성능의 상한치를 이론적으로 해석할 것이다.

본 논문의 구성은, 2절에서 기존의 여러 가지 블록별 변환부호화방식에 대하여 간단히 설명하고, 3절에서 본 논문에서 제안한 확장-보간을 이용한 부호화기법에 대해서 논한다. 그리고, 4절과 5절에서는 모의실험 결과를 통해 제안한 방식의 성능을 비교분석 한 다음, 결론을 맺는다.

II. 기존의 블록별 변환부호화방식

임의의 윤곽선형태를 갖는 영역의 밝기 값을 JPEG, MPEG 등과 같은 정지/동영상의 표준안에서 사용되는

2차원 DCT 블록을 이용하여 부호화하기 위해서, 기존의 블록별 변환부호화방식들은 물체영역 밖의 여분의 영역에 물체영역 밝기 값들을 적당히 변형하여 채워 넣는다. 이러한 방법 중에서 대표적인 것으로는 그림 1과 같다. 가장 쉽게 생각할 수 있는 공간영역에서 영을 채워 넣는 기법은 물체영역과 영 사이에 경계가 생겨 원하지 않는 고주파성분이 발생하게 된다. 이러한 현상은 부호화효율을 감소시키는 원인이 된다. 그래서 이러한 고주파성분의 발생을 막기 위해서, 그림 1(b), (c)와 같이 물체영역 밖의 영역에 물체영역의 평균이나 물체영역의 대칭된 값을 채워 넣는 기법이 제안되었다^[2]. 그러나 이러한 방식들도 원래 물체영역이 가지고 있는 주파수성분보다 높은 주파수성분이 발생하는 것을 근본적으로 막지는 못한다.

제안된 방식은 앞에서 설명한 기존의 블록별 변환부호화기법의 단점인 고주파성분의 증가로 인한 부호화효율이 떨어지는 것을 해결하는 데 목적이 있다. 이를 해결하기 위해서 전체의 블록길이에 물체영역의 값을 확장하고, 중간에 빈 화소에 보간된 값을 채워 넣는다. 그래서 그림 1(e)에서처럼, 제안된 확장-보간 방식을 적용하면 원래의 물체영역 내부에도 원래 신호가 아닌 다른 신호

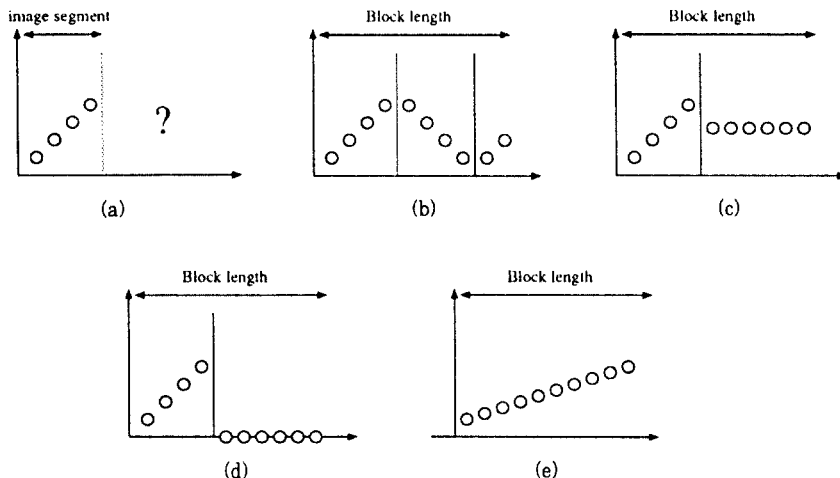


그림 1. 기존의 블록별 변환부호화방식 : (a) 원래 물체영역, (b) 물체영역 밝기 값의 반사된 값을 채워 넣는 기법, (c) 물체영역의 평균 밝기 값을 채워 넣는 기법, (d) 영을 채워 넣는 기법, (e) 제안된 확장-보간 방식.

Fig. 1. Conventional block-based transform coding method : (a) original object region, (b) mirror image extension method, (c) mean stuffing method, (d) zero stuffing method, (e) proposed extension-interpolation method.

가 들어간다. 그러나, 주파수 관점에서 보면, 원래의 물체영역이 가지는 주파수성분과 확장-보간을 행한 후의 주파수성분이 같아지므로 부호화효율이 증가한다.

Ⅲ. 확장-보간 방식

본 절에서는 앞에서 언급한 기존의 블록별 변환방식들의 단점을 해결하고, 윤곽선에 적용 적인 기법들과 유사한 성능을 갖기 위한 부호화기법을 제안한다. 먼저, 3.1절에서는 제안된 확장-보간 방법의 부호화/복호화에 대해서 설명하고, 3.2절에서 확장-보간 방법이 가질 수 있는 성능의 상한치를 이론적으로 분석한다.

3.1 확장-보간 방식을 이용한 부호화기 및 복호화기

본 논문의 확장-보간을 이용하여 부호화하기 위한 전체 부호화/복호화 방식은 그림 2의 블록 다이어그램에 잘 나타나 있다. 그림 2의 부호화기에서 확장-보간 부분의 보간 방법은 가장 간단한 선형 보간 방식을 사용하였다. 보간 방식에 대해서는 많은 연구가 선행되어 왔지만 본 논문의 응용에 맞는 보간 방식은 알려지지 않았다. 그래서 3.2절에서 최적의 보간 방식을 사용했을 때 가질 수 있는 성능의 상한 치를 이론적으로 분석할 것이다.

그림 3은 임의의 윤곽선을 갖는 영역을 부호화할 때 블록별로 나누어지는 과정을 보여주고 있다. 내부블록은 JPEG에서 사용되는 2차원 DCT를 이용하여 부호화한다. 그리고 경계블록은 본 논문에서 제안된 확장-보간 방식을 적용한 다음에 2차원 DCT를 수행하게 된다. 뿐

만 아니라, 그림 3의 윤곽선정보는 전송되기 때문에 수신기에서 정확히 원래 신호를 복원할 수 있다. 그림 4는 경계 블록에 대해서 확장-보간을 행하는 예를 보인 것이다. 그림 4(a)의 검은 부분이 부호화하게 될 물체영역이고 나머지 흰 부분이 여분의 영역이다. 그림 4(d),(e)는 그림 4(a)의 7번째 행을 선형 보간한 것이다.

이러한 확장-보간은 수평 또는 수직의 한 방향으로 먼저 행하고 난 후에, 나머지 방향으로 행하게 된다. 여기서 수평 또는 수직, 어느 쪽으로 먼저 확장-보간을 적용하느냐는 전체 시스템의 성능에 영향을 미친다. 이러한

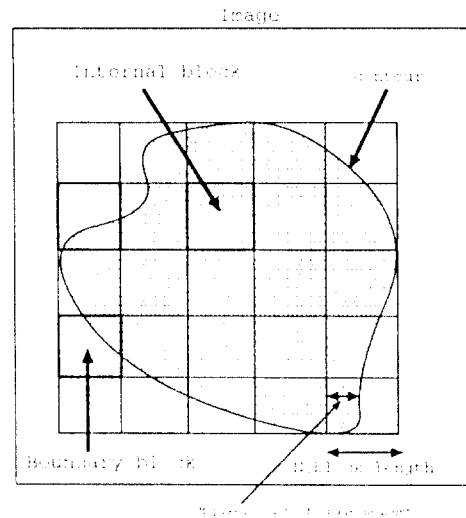


그림 3. 임의의 윤곽선을 갖는 물체의 밝기정보의 부호화.
Fig. 3. Arbitrarily-shaped image segment coding.

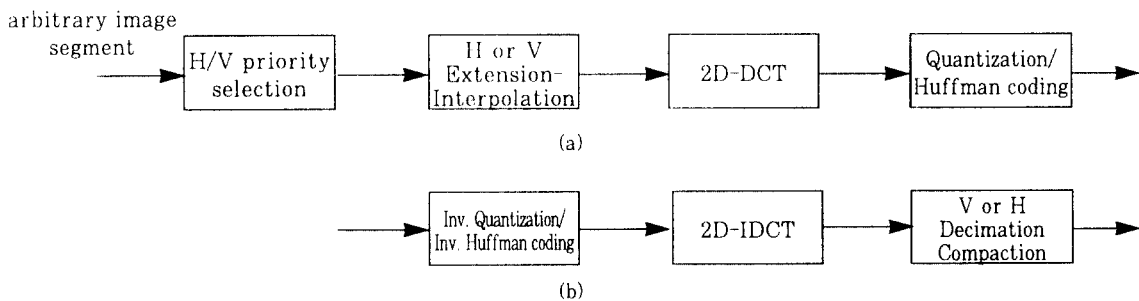


그림 2. 확장-보간 방식을 이용한 부호 방식의 블록 다이어그램 : (a) 부호화기, (b) 복호화기.
Fig. 2. The block diagram of the coding system using extension-interpolation method.
(a) coder, (b) decoder.

우선순위 판별기준은 물체영역의 윤곽선모양과 물체영역 내부의 밝기 값들의 수평/수직 변화정도에 영향을 받는다. 이에 대한 설명은 3.3절에서 한다. 그리고 그림 2의 블록 다이어그램에서 나머지 블록들은 JPEG의 DCT, 양자화기, variable length coder(VLC)를 사용하였다.

본 논문에서 제안한 방법의 장점은, 기존의 블록별 부호기법들에 비해서 계산 량이 증가하지 않으면서 우수한 성능을 가진다. 그리고 대부분의 표준안에서 사용되는 2차원 DCT를 사용하기 때문에, 윤곽선에 적용 적인 기법들에 비해서 다른 표준안과의 호환성이 증가한다.

3.2 확장-보간 방식의 성능 분석

본 소절에서는 확장-보간 방식의 성능을 분석하기 위해서, 선형 보간보다 우수한 최적의 보간 기법을 사용했을 때 가질 수 있는 성능의 상한치를 이론적으로 분석한다. 그림 2의 블록 다이어그램에서 확장-보간 부분과 추림-압축 부분이 수평 또는 수직으로 순차적으로 행하기

때문에 수평/수직의 1차원 신호에 한정하여 논한다.

공간영역에서의 보간은 주파수영역에서 보간된 화소수 만큼 고주파성분에 영이 발생한다는 사실은 이미 잘 알려진 사실이다. M 개의 화소를 가진 물체영역의 밝기 값들의 합수를 $f_1(n_1)$ 이라 한다. 그리고 이러한 밝기 값들을 $N(N \geq M, \text{일반적으로 } N \text{은 } 8 \text{이다})$ 포인트의 DCT를 하고자할 때, $f_1(n_1)$ 이 가지는 주파수성분보다 고주파성분이 생기지 않고 높은 에너지 압축(compaction)을 얻도록, N 개의 최적 $f_2(n_2)$ 을 구한다. 이렇게 구해진 N 개의 $f_2(n_2)$ 을 공간영역에서 생각하면, M 개의 원래물체 $f_1(n_1)$ 을 블록길이 N 만큼 확장한 다음, 내부의 화소는 $f_1(n_1)$ 의 보간된 값을 가진다. 이렇게 구해진 N 개의 $f_2(n_2)$ 는 N 포인트의 DCT(2차원에서 $N \times N$ DCT)를 하여 부호화하게 된다. 다음에서는 이러한 N 개의 최적으로 보간된 $f_2(n_2)$ 을 구하고, 수신단에서 다시 M 개의 $f_1(n_1)$ 을 구하는 추림 과정에 대해서 설명한다.

$f_1(n_1)$ 과 $f_2(n_2)$ 각각에 대한 M 또는 N 포인트

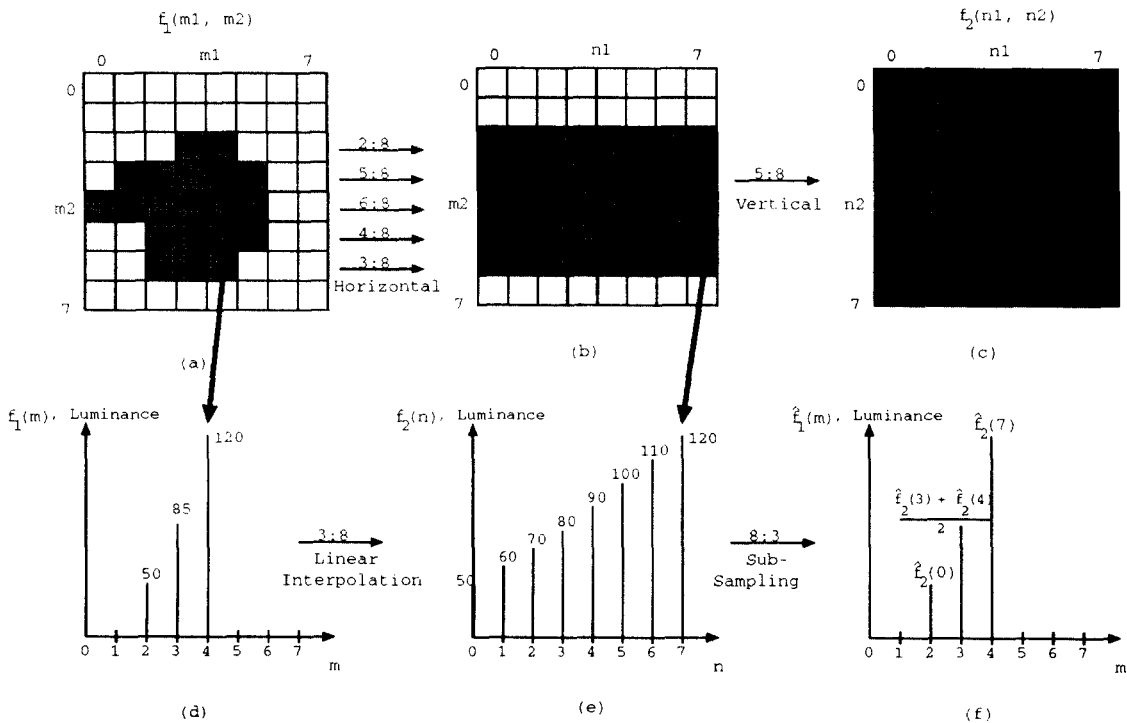


그림 4. 확장-보간 방식의 예.
Fig. 4. Example of extension-interpolation method.

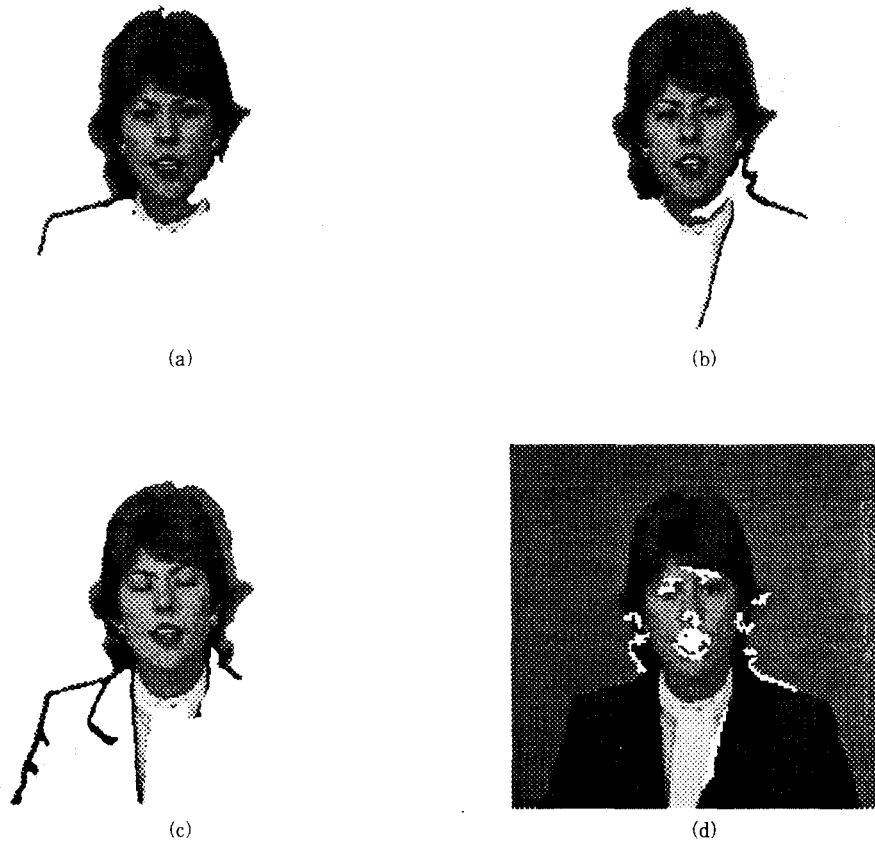


그림 5. 원래의 임의의 윤곽선을 갖는 영역 : (a) "Claire" 두 번째 프레임, (b) "Claire" 세 번째 프레임, (c) "Claire" 네 번째 프레임, (d) 물체별 부호화방식에서 이동보상이 불가능한 영역.

Fig. 5. The original AS region : (a) "Claire" 2nd frame, (b) "Claire" 3rd frame, (c) "Claire" 4th frame, (d) motion failure region in the object-oriented coding.

DCT 계수는 다음과 같다.

$$F_1(k_1) = \alpha_1(k_1) \sum_{n_1=0}^{M-1} f_1(n_1) \cos \left[\frac{(2n_1-1)k_1\pi}{2M} \right], \quad k_1 = 0, 1, \dots, M-1 \tag{1}$$

$$\text{where } \alpha_1(k_1) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{M}}, & \text{if } k_1 = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{M}}, & \text{if } k_1 \neq 0. \end{cases}$$

$$\text{where } \alpha_2(k_2) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{M}}, & \text{if } k_2 = 0, \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & \text{if } k_2 \neq 0. \end{cases}$$

$$F_2(k_2) = \alpha_2(k_2) \sum_{n_2=0}^{N-1} f_2(n_2) \cos \left[\frac{(2n_2-1)k_2\pi}{2N} \right],$$

여기서 M 은 물체영역의 화소수이고, N 은 DCT 하고자하는 블록길이이다. 위의 식(1),(2)에 대한 각각의 행렬 표현은 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} F_1(0) \\ F_1(1) \\ \vdots \\ F_1(M-1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{00} & b_{01} & \dots & b_{0(M-1)} \\ b_{10} & b_{11} & \dots & b_{1(M-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{(M-1)0} & b_{(M-1)1} & \dots & b_{(M-1)(M-1)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1(0) \\ f_1(1) \\ \vdots \\ f_1(M-1) \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} F_2(0) \\ F_2(1) \\ \vdots \\ F_2(M-1) \\ \vdots \\ F_2(N-1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} & \dots & a_{0(N-1)} \\ a_{10} & a_{11} & \dots & a_{1(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{(M-1)0} & a_{(M-1)1} & \dots & a_{(M-1)(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{(N-1)0} & a_{(N-1)1} & \dots & a_{(N-1)(N-1)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_2(0) \\ f_2(1) \\ \vdots \\ f_2(M-1) \\ \vdots \\ f_2(N-1) \end{pmatrix} \quad (4)$$

$F_2(k_2)$ 가 가장 높은 에너지압축을 얻기 위해서, $F_2(k_2 = 0, 1, \dots, M-1)$ 은 원래 물체영역의 계수 $F_1(k_1 = 0, 1, \dots, M-1)$ 와 같은 값을 갖고 $F_2(k_2 = M, M+1, \dots, N-1)$ 은 영의 값을 가져야한다. 이것은 보간 원리에 의해서 보간된 화소수만큼 주파수영역에서 영이 발생하기 때문이다. 이런 최적의 조건하에서 N 개의 $f_2(n_2)$ 을 구하면 최적의 변환을 할 수 있다. 식 (3), (4)에서 위와 같은 조건이 만족하면 식 (6)이 되는데, 최적의 $f_2(n_2)$ 는 식 (6)에서 N 포인트의 역(inverse) DCT를하면 구할 수 있다.

식(6)에서 $F_2(0)$ 부분에 곱해진 상수 μ_0 는 스캘링 요소(scaling factor)이다. 만약 이 상수가 곱해지지 않으면 $f_2(n_2)$ 가 $f_1(n_1)$ 보다 화소수가 많기 때문에 전반적으로 공간영역에서 스캘링된 값이 나온다. 이렇게 되면 2차원으로 적용할 때, 각각의 수평 또는 수직 방향으로 $f_2(n_2)$ 가 다른 밝기 값을 가져 원하지 않는 고주파 성분이 섞이게 된다. μ_0 을 구하기 위해 $f_1(n_1)$ 과 $f_2(n_2)$ 의 DC 성분은 각각 다음과 같이 표현된다.

$$\frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n_1=0}^{N-1} f_2(n_2) = \mu_0 \frac{1}{\sqrt{M}} \sum_{n_1=0}^{M-1} f_1(n_1) \quad (5)$$

그리고 위에서 좌변과 우변은 각각의 평균 밝기 값 즉, $M_{f_2}(f_2(n_2))$ 와 $M_{f_1}(f_1(n_1))$ 로 표현이 가능하다.

$$\frac{1}{\sqrt{N}} (N \cdot M_{f_2}) = \mu_0 \frac{1}{\sqrt{M}} (M \cdot M_{f_1}) \quad (6)$$

여기서 우리는 $f_1(n_1)$ 을 보간 하여 $f_2(n_2)$ 을 얻기 때문에, M_{f_1} 과 M_{f_2} 는 같은 값을 가진다. 그래서 μ_0 는 다음과 같이 주어진다.

$$\mu_0 = \sqrt{\frac{N}{M}} \quad (7)$$

위에서 주어진 스캘링 요소 μ_0 는 화소수가 주어지면 쉽게 구해질 수 있으므로, 복호화기에서도 윤곽선정보가 전송되어 오기 때문에 μ_0 을 전송시키지 않더라도 쉽게 구할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} & \dots & a_{0(N-1)} \\ a_{10} & a_{11} & \dots & a_{1(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{(M-1)0} & a_{(M-1)1} & \dots & a_{(M-1)(N-1)} \\ a_{(M)0} & a_{(M)1} & \dots & a_{(M)(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{(N-1)0} & a_{(N-1)1} & \dots & a_{(N-1)(N-1)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_2(0) \\ f_2(1) \\ \vdots \\ f_2(M-1) \\ f_2(M) \\ \vdots \\ f_2(N-1) \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \mu_0 \cdot F_1(0) \\ F_1(1) \\ \vdots \\ F_1(M-1) \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \quad (8)$$

복호화기에는 부호화기에서와 반대로, M 개의 $f_1(n_1)$ 을 구해야 하기 때문에, 전송되어온 N 개의 $F_2(k_2)$ 와 식(3), (4)으로부터 다음의 식 (7)을 얻을 수 있는데, 다음의 식 (7)에서 M 포인트의 역 DCT를 하면 $f_1(n_1)$ 을 구할 수 있다. 복호화 과정에서는 부호화 과정에서와 반대로 $F_1(0)$ 을 구하기 위해 DC 성분에 μ_0 을 나누어서 구한다. 구해진 $f_1(n_1)$ 은 전송되어온 윤곽선정보로부터

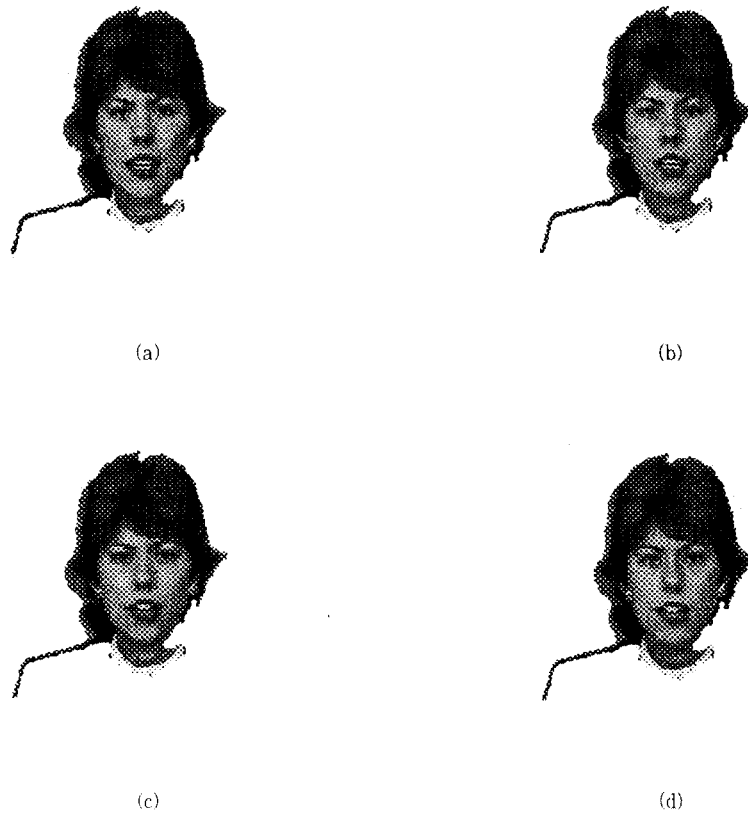


그림 6. "Claire" 두 번째 프레임의 복원영상 : (a) 확장-보간 방법의 이론적인 성능의 상한치, (b) 확장-보간 방법, (c) 물체영역의 반사된 값을 채워 넣는 방법, (d) 물체영역의 평균을 채워 넣는 방법.
 Fig. 6. The recovered image of "Claire" 2nd frame : (a) upper bound of the extension-interpolation method, (b) extension-interpolation method, (c) mirror image extension method, (d) mean stuffing method.

정확한 화소의 위치를 알기 때문에 완벽한 복구가 가능하다.

$$\begin{bmatrix} b_{00} & b_{01} & \dots & b_{0(M-1)} \\ b_{10} & b_{11} & \dots & b_{1(M-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{(m-1)0} & b_{(m-1)1} & \dots & b_{(m-1)(M-1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_1(0) \\ f_1(1) \\ \vdots \\ f_1(M-1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_2(0)/\mu_0 \\ F_2(1) \\ \vdots \\ F_2(M-1) \end{bmatrix} \tag{9}$$

위에서 임의의 윤곽선형태를 갖는 영역을 블록별 변환 부호화기법을 사용하여 부호화하기 위해 블록내부에 들어갈 최적의 데이터를 얻었다. 그러나 위의 주파수영역에서 행하는 보간 방식을 구현하기 위해서는 1차원 DCT 및 역 DCT를 해야하는 단점이 있다. 예를 들어 이 방식을 8×8 DCT를 사용하는 시스템에 적용했을 때, 보간을 위해서 16번의 M 포인트 1차원 DCT, 16번의 N 포인트 1차원 역 DCT가 소요되고, 추림 과정에서도 16번의 M 포인트 1차원 역 DCT와 16번의 N 포인트 1차원 DCT가 소요된다. 따라서 복호화기에서는 추림을 행하기 위하여 N 포인트 이하의 포인트를 가변할 수 있는 1차원 역 DCT 블록이 필요하다. 그래서 이

방법을 구현하기 위해서는 많은 계산이 필요하기 때문에 같은 성능을 가지면서 공간영역에서 행하는 최적의 보간 방법에 대한 연구가 진행중이다.

3.3 수평/수직 우선순위 결정

앞에서 설명한 확장-보간 방법을 수평 또는 수직, 어느 쪽으로 먼저 적용하느냐는 전체 시스템의 성능에 영향을 미친다. 이러한 우선순위 판별기준은 물체영역의 윤곽선모양과 물체영역 내부의 밝기 값들의 수평/수직 변화 정도에 영향을 받는다. 본 논문에서 우선순위를 결정하는 기준은 다음과 같다.

- 물체영역을 둘러싸는 직사각형을 만든다.
- 직사각형의 가로의 길이를 L_1 , 세로의 길이를 L_2 라한다. 그림 4의 예에서는 $L_1 = 6$, $L_2 = 5$ 이다.
- $M = \frac{L_1}{L_2}$ 라 정의한다.
- if $M \leq 1$, then 수평방향에 우선순위를 부여한다. else then 수직방향에 우선순위를 부여한다.

이러한 판별기준을 개념적으로 설명하면, 수평방향으로 길쭉한 물체를 수평방향으로 보았을 때 각 행의 경계에 놓여있는 화소들이 공간적으로 많이 떨어져 있음을

알 수 있다. 이렇게 많이 떨어져 있는 화소들 사이에는 서로 상관이 적기 때문에 수평방향으로 먼저 확장을 행하면 상관이 적은 화소들이 공간적으로 같은 위치에 놓이게 되어 부호화 효율이 떨어진다. 그래서 수직으로 먼저 확장을 행하는 것이 좋다. 실험결과를 보면 아주 간단한 방법으로 정한 우선순위 판별기준이 매우 정확하게 결정함을 알 수 있었다.

IV. 모의실험 결과 및 검토

본 논문에서 제안한 확장-보간 방식은 기존의 2차원 DCT 블록을 그대로 이용할 수 있다는 장점 뿐만 아니라, 그림 7, 8에서 보듯이 다른 블록별 변환부호화기법들보다 같은 압축율에서 PSNR이 1-4dB 높음을 알 수 있다.

본 논문에서 제안한 확장-보간 방식을 실험을 통해 비교하기 위해서, 임의의 모양을 갖는 영역에 대한 실험과 물체별 부호화방식에서 발생하는 이동보상이 불가능한 영역(motion failure region)에 대한 실험으로 나누어서 한다.

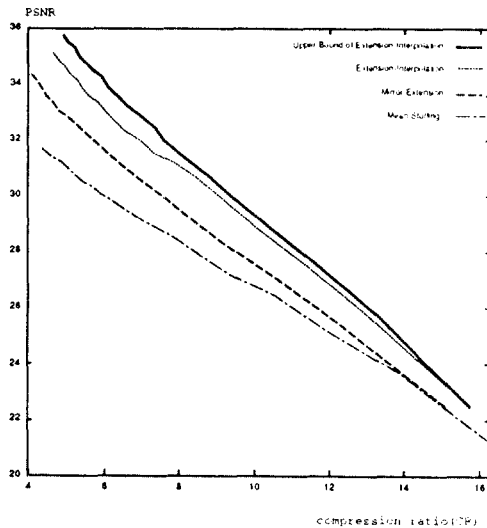


그림 7. 여러 가지 방법들의 비교(실험영상 : "Claire" 2, 3, 4 프레임).
Fig. 7. Comparison of the various methods(test image : "Claire" 2, 3, 4 frame).

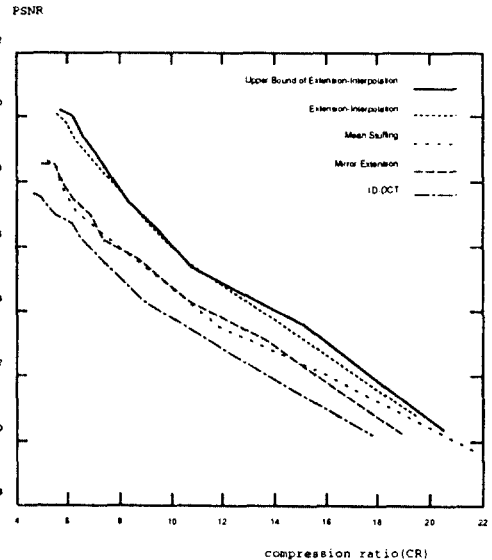


그림 8. 물체별 부호화방식에서 이동보상이 불가능한 영역에서 여러 가지 방법들의 비교 (실험영상 : "Claire" 2, 3, 4 프레임).
Fig. 8. Comparison of the various methods for motion failure region in the object-oriented coding(test image : "Claire" 2, 3, 4 frame).

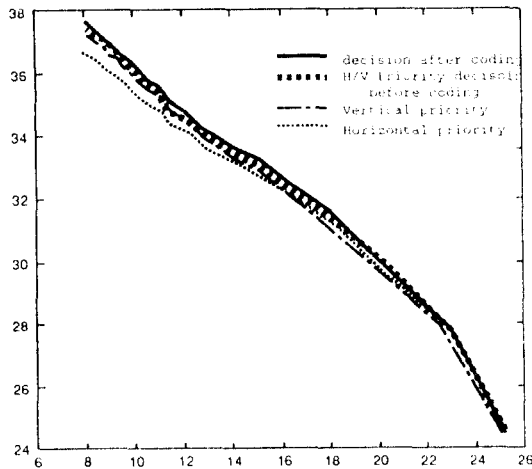


그림 9. 확장-보간 방식에서 수평/수직 우선순위 결정을 위한 실험결과.

Fig. 9. H/V priority test simulation in the extension-interpolation method.

먼저, 임의의 모양을 갖는 영역에 대한 실험결과를 살펴보면, 그림 5는 본 실험에서 사용한 "Claire" 영상의 2, 3, 4 번째 프레임인데, 배경은 관심 있는 부분이 아니기 때문에, 부호화 과정에서 제외하고, 물체의 내부블록은 기존의 2차원 DCT를 사용하여 부호화를 하였다. 그리고, 그림 6은 제안된 확장-보간 방법과 확장-보간 방식의 성능의 상한치, 기존의 물체영역의 반사된 값을 채워 넣는 기법, 물체영역의 평균을 채워 넣는 기법에 대해서 그림 5(a)의 "Claire" 2 번째 물체에 대해서 부호화한 후에 복호화한 것이다. 마지막으로, 그림 7은 위에서 설명한 네 가지의 방법에 대하여, 그림 5의 세 가지의 물체에 대하여 부호화하고 그것을 평균하여 압축율과 PSNR을 비교한 것이다. 여기서 압축율과 PSNR은 경계블록에 한하여 구하였다. 그리고 압축율은 (전체 경계블록의 화소수 \times 8)/(전체 전송 비트수)로 정의된다. 본 모의 실험에서 사용한 물체는 경계 블록의 평균 개수가 122개이고, 경계 블록의 평균 화소수가 3206이다. 그래서, 8×8 DCT 블록을 사용했기 때문에, 블록당 평균 화소수는 약 26이다.

비교한 결과를 살펴보면, 제안된 확장-보간 방식이 기존의 방법들에 비해서 PSNR이 1-4dB 정도 좋음을 알 수 있다. 그리고, 3.2절에서 분석한 최적의 보간 방식

을 사용했을 경우의 성능이 선형 보간을 사용했을 때보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

그리고, 그림 8은 물체별 부호방식을 "Claire" 연속 영상(1-4 프레임)에 적용했을 때, 이동보상이 불가능한 영역에 대하여 부호화하고, 제안된 방식과 기존의 방식을 비교한 것이다. 원래영상은 그림 5(d)에 나와있다. 이동보상이 불가능한 영역은 흰색으로 나와있고, 평균 화소수는 808개이다.

그리고 마지막으로 그림 9는 제안된 방식에서 수평/수직의 우선순위를 결정하는 방법에 대한 실험이다. 실험결과를 보면, 본 논문에서 제안한 수평/수직의 우선순위를 결정하는 기법이 간단하면서도 성능이 매우 좋음을 알 수 있다. 본 그림에서 가장 위에 있는 그래프는 수평/수직 모두에 대해서 부호화/복호화 과정을 마친 후에 우수한 성능을 갖는 것으로 선택한 것이다. 위에서 행한 모든 실험은 이와 같이하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 임의의 모양을 갖는 영역을 효율적으로 부호화하기 위해서, 확장-보간을 이용한 블록별 변환부호기법을 제안하였다. 이러한 확장-보간 방식은 기존의 2차원 DCT를 이용하여 부호화하기 때문에, 기존의 대부분의 표준안과의 호환성이 높다는 장점이 있다. 확장-보간을 구현하는 방법으로, 선형 보간을 사용했지만 이론적으로 분석한 결과 더 우수한 성능을 갖는 보간 방식이 존재함을 알 수 있었다. 그래서 이에 대한 연구가 앞으로 필요하다.

본 연구를 토대로 앞으로 수행되어야 할 과제는, 1차원으로 확장-보간을 수행한 것을 2차원으로 적용하여 좀 더 우수한 성능을 갖기 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. H.G.Mussman, M. Höttner and J.Osterman, "Object Oriented Analysis-Synthesis Coding," Signal Processing:Image Communication, Vol. 1. 1989, pp.117-138.
2. Shih-Fu Chang and David G.Messerschmitt, "Transform Coding of Arbitrary-Shaped Image Segments," ACM Multimedia, Vol. 1. 1993.

pp.83-90.

3. H.Schiller, M. Höttner, "Investigations on Colour Coding in an Object-Oriented Analysis-Synthesis Coder," Signal Processing:Image Communication, Vol. 5, No. 4, 1993, pp.319-326.

4. Michael Gilge, Thomas Engelhardt and Ralf Mehlan, "Coding of Arbitrary Shaped Image Segments Based on A Generalized Orthogonal Transform," Signal Processing : Image Communication, Vol. 1, No. 2, 1989, pp.153-180.



趙 順 濟(Soon Jae Cho) 정회원

1971년 2월 28일생.
 1988년 3월~1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사).
 1992년 3월~1994년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학석사).

1994년 3월~현재 : 한국과학기술원 재학중.
 ※주관심 분야 : 영상처리, 컴퓨터 비전, VLSI 구현 등.



李 時 雄(Si Woong Lee) 정회원

1969년 1월 10일생.
 1987년 3월~1991년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사).
 1991년 3월~1993년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학석사).

1993년 3월~현재 : 한국과학기술원 재학중.
 ※주관심 분야 : 영상처리, 영상통신, VLSI 구현 등.



崔 在 覺(Jae Gark Choi) 정회원

1961년 5월 9일생.
 1980년 3월~1984년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사).
 1985년 3월~1987년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학석사).

1992년 3월~현재 : 한국과학기술원 재학중.
 ※주관심분야 : 영상처리, 영상통신, VLSI 구현 등.



金 聖 大(Seong-Dae Kim) 정회원

1953년 12월 26일생.
 1977년 : 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사).
 1979년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학석사).

1983년 : 프랑스 INPT ENSEEIHT 졸업(공학박사).
 1984년~현재 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 교수.
 ※주관심분야 : 영상처리, 영상통신, 컴퓨터 비전, VLSI 구현 등.