

## 객체 영역 우선 전송 기법을 이용한 SPIHT 기반 점진적 영상 부호화

최은정, 안주원, 강경원, \*권기룡, 문광석  
부경대학교 전자공학과, \*부산외국어대학교 전자공학과  
전화 : 055-320-3189 / 핸드폰 : 017-850-4817

### Progressive Image Coding based on SPIHT Using Object Region Transmission Method by Priority

Eun-Jung Choi, Jou-Won Ahn, Kyung-Won Kang, \*Ki-Ryong Kwon, Kwang-Seok Moon  
Dept. of Electronic Engineering, Pukyong National University  
\*Dept. of Electronic Engineering, Pusan University of Foreign Studies  
E-mail : choiej75@mail.pknu.ac.kr

#### Abstract

In progressive image coding, if object region that have main contents in image are transmitted prior to the remained region, this method will be very useful.

In this paper, the progressive image coding based on SPIHT using object region transmission method by priority is proposed. First, an original image is transformed by wavelet. Median filtering is used about wavelet transformed coefficient region for extracting object region. This extracted object region encoded by SPIHT. Then encoded object region are transmitted in advance of the remained region. This method is good to a conventional progressive image coding about entire original image. Experimental results show that the proposed method can be very effectively used for image coding applications such as internet retrieval and database searching system.

#### I. 서론

최근 멀티미디어 정보에 대한 요구와 사용이 증대됨에 따라 영상 데이터의 효율적인 처리 및 전송은 매우 중요하다. 그러나 영상 데이터는 데이터 양이 많기 때문에 큰 저장과 넓은 전송 대역폭을 필요로 하게 된

다. 이러한 이유로 인하여 효율적으로 영상을 전송하기 위한 압축 부호화 기법이 필요하다. 현재 ISO에서는 JPEG2000과 MPEG4에 채택되어 많은 연구가 수행되어지고 있다. 이러한 표준의 주요 목표 가운데 하나가 낮은 비트율에서 보다 향상된 화질의 영상을 제공하는 것이다. 그러나 JPEG과 MPEG에서 사용되는 DCT를 기반으로 한 방법은 블로킹 현상(blocking effect)이 발생하게 되는 단점이 있다[1]. 그러나 JPEG2000과 MPEG4에서 압축을 위한 변환 기법으로 채택하여 영상 처리에 널리 응용되고 있는 웨이브릿 변환은 블로킹 현상이 발생하지 않고 계산량이 적다. 따라서 낮은 비트율에서는 웨이브릿 변환을 이용하는 방법이 효과적이다.

웨이브릿 변환을 기반으로 한 방법 중에는 임베디드(embedded) 부호화 기법이 있고 이러한 임베디드 방법에는 EZW와 SPIHT 방법이 있다[2,3]. 이 방법들은 대역간의 의존성을 이용한 것으로 상위 대역의 계수가 주어진 임계값보다 작은 무효계수(inefficient coefficient)라면 그 계수의 하위 대역에 존재하는 모든 계수들도 무효계수일 확률이 높다는 대역간 상관관계를 통하여 제로트리(zerotree)를 구성한다. 이 제로트리 구조를 이용하여 영상을 전송할 경우 어떠한 위치에서 끊기더라도 복원할 수 있는 임베디드 부호화가 가능하다. 이 임베디드 부호화 방법은 사용자가 원하는 비트율로 영상을 정확히 전송할 수 있는 비트율 제어(rate control)가 가능할 뿐만 아니라 매우 낮은 비트율에서 좋은 화질을 유지할 수 있으며 영상의 점진적 전송이

가능하다는 장점이 있다.

본 논문에서는 기존의 EZW와 SPIHT 방법에서의 전체 영상에 대해 점진적으로 전송하는 방법에서 영상 내의 중요한 정보가 포함되어 있는 객체 영역만을 우선적으로 자동 추출하여 이 추출된 영역을 우선 전송하는 방법을 제안한다.

제안한 방법은 원영상의 중요한 정보를 우선적으로 전송하기 때문에 보다 짧은 시간내에 중요한 정보를 보다 많이 전송받을 수 있는 장점이 있다. 이러한 방법은 영상 검색을 효율적으로 단축시킬 수 있으므로 인터넷 검색에 이용될 수 있다.

## II. SPIHT 기반 영상 부호화

SPIHT 기반 영상 부호화는 웨이브릿 분해된 영상을 효율적으로 부호화하는 방법으로 가장 잘 알려져 있다. 이 부호화 방법은 대역간 계수들의 중요도 여부에 따라 제로트리 부호화하는 방법인 EZW를 개선한 것이다.

EZW와의 차이는 웨이브릿 분해된 계수들을 계수의 중요도에 따라 부분 집합으로 분할하여 분할된 계수들을 부호화하는 것이다. 이는 가장 큰 계수가 가장 큰 정보량을 가지고 있다는 점에서 큰 계수를 먼저 전송함으로써 영상의 자기 상관성과 대역간의 상관 관계를 이용하여 효율적으로 수행하게 된다.

SPIHT 부호화는 *LSP*(list of significant pixel), *LIP*(list of insignificant pixel), *LIS*(list of insignificant set)라는 세 개의 리스트를 사용하여 수행한다. *LIP*는 무효계수들의 집합이고 *LIS*는 무효계수의 그룹들의 집합이며 *LSP*는 유효계수들의 집합이다. *LIS*는 다시 descendant에 따라 A-type과 B-type으로 나뉘게 된다. A-type은 어떤 계수를 중심으로 하위대역의 모든 descendant들이 무효계수일 경우이고 B-type은 바로 아래 하위대역에 존재하는 계수를 제외한 나머지 하위대역에 존재하는 계수들을 무효계수로서 그룹화하는 것이다.

부호화 알고리즘은 초기화, sorting pass, refinement pass와 quantization-step update의 네 단계로 이루어진다.

- 1) 우선 *LSP*를 비워두고 가장 상위에 있는 계수들을 *LIP*에 넣고 *LIP*의 계수들 중에서 descendant를 *LIS*에 넣는다.
- 2) sorting pass에서는 *LIP*를 순서대로 조사해 가면서 유효계수이면 *LIS*에, 무효계수이면 *LIP*에 각각에 추가시킨다. *LIS*는 descendant에

관한 것으로 A-type과 B-type으로 구분하여 수행하게 된다.

- 3) refinement pass에서는 *LSP*의 정보를 양자화하는 단계이다.
- 4) 임계값을 2로 낮추어 원하는 비트율에 도달할 때까지 2)를 반복 수행하게 된다.

위와 같은 단계를 반복적으로 수행되어 계수들을 크기 순으로 정렬하게 되고 이렇게 정렬된 계수들을 양자화 과정에서 세밀화하여 원영상과 복원 영상과의 복원 오차를 단계적으로 줄여나간다.

또한 SPIHT는 주어진 임계값보다 큰 계수이면 유효계수로서 1을 할당하고 무효계수이면 0을 할당하는 비트 단위의 처리 과정이기 때문에 비트율 제어가 가능한 임베디드 특성이 나타나게 된다.

## III. 제안한 점진적 영상 부호화

인터넷 상에서 영상을 검색하고자 할 경우 전체 영상에서 사람의 얼굴이나 특정 사물 등, 그 영상의 특징을 잘 나타낼 수 있는 정보만을 우선적으로 전송한다면 적은 양의 전송 데이터만으로도 영상이 사용자가 원하는 영상인지 그렇지 않는지 보다 빠른 시간 내에 판단할 수 있게 된다. 만약 사용자가 원하지 않는 영상이면 전송을 중단하고 다른 영상을 검색할 수 있어 검색 시간을 효율적으로 단축시킬 수 있다.

기존의 부호화 방법은 전체 영상에 대해 주어진 임계값에 따라 동일한 중요도를 가지고 가장 상위 대역에서부터 순서적으로 전송하는 방법이다.

제안한 방법은 객체 영역만을 우선적으로 전송하는 방법으로 웨이브릿 분해를 수행하면 영상의 저주파 성분과 수직, 수평, 대각선의 고주파 성분이 분리되고 이러한 3개 대역의 고주파 성분만을 하나의 마스크를 만들고 이 마스크는 원영상에 대한 객체 성분만이 된다. 또한 더욱 완전한 객체를 추출하기 위해 고주파 성분으로 구성된 객체 마스크에 다양한 방법의 변형된 메디안 필터를 사용하여 객체 내부에 포함된 영역까지 추출하고자 한다. 영상마다 객체를 이루는 위치가 다르게 존재하더라도 객체를 자동적으로 추출할 수 있는 장점이 있다.

이렇게 추출된 마스크를 최상위 대역의 크기로 축소시킨 후, 최상위 대역의 모든 계수를 *LIP*영역에 포함하는 초기화 단계에서 객체로 추출된 부분을 먼저 초기화하고 sorting pass 단계와 refinement pass 단계를 수행함으로써 객체 영역을 우선적으로 전송하게 된다.

영상마다 객체의 위치와 크기가 다르다. 객체가 중

양에 좁은 영역에 분포한다면 좋은 화질을 가지게 되는 반면에 객체가 중앙에 넓게 분포하거나 분산되어 있는 경우에는 화질에 다소 떨어지게 된다. 표 1은 영상과 임계값에 따른 객체 영역이 포함된 비율을 나타낸 것이다. 임계값에 따라 영상마다 객체의 포함 비율이 다르기 때문에 같은 비트율로 전송을 받더라도 복원 영상의 화질에 차이가 나게 된다. 만약 임계값이 작을 경우 불필요한 배경 정보가 포함될 비율이 높고 반면에 임계값이 너무 클 경우는 원하는 객체 영역을 완전히 포함하지 않을 비율이 높기 때문에 임계값을 적절히 조절해야 한다.

표 1. 영상과 임계값에 따른 LL대역의 객체 영역의 포함 비율

	Th=5	Th=6	Th=7	Th=8
꽃	32.82	30.08	27.34	26.17
비행기	54.30	53.13	50.78	49.22

#### IV. 실험 결과

본 논문에서는 인터넷 상에서 얻은 임의의 512×512 영상에 대해 쌍직교 웨이브릿 필터인 Daubechies 9/7 필터를 이용하여 입력 영상을 5번 웨이브릿 분해하여 실험에 사용하였다.

그림 1은 실험에 사용한 원영상이다. 그림 2와 그림 3은 비트율에 따라 기존의 SPIHT 기반 영상 부호화 방법과 제안한 객체 영역 우선 전송 방법을 사용한 결과에 대한 화질을 비교한 것이다.

그림 2와 3의 (a)와 (b) 및 (c)는 기존의 SPIHT 방법에서 0.001bpp, 0.005bpp 그리고 0.01bpp에 대한 결과이고, 그림 2와 3의 (d)와 (e) 및 (f)는 제안한 방법에서의 0.001bpp, 0.005bpp 그리고 0.01bpp결과이다. 그림에서 보듯이 제안한 방법이 같은 비트율로 주어질 경우 빨리 원영상을 파악할 수 있다.

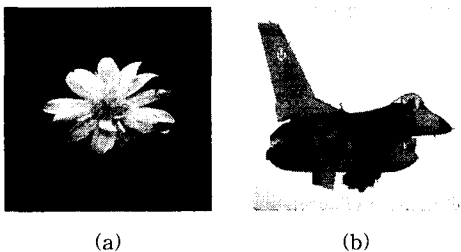


그림 1. 512×512 원영상

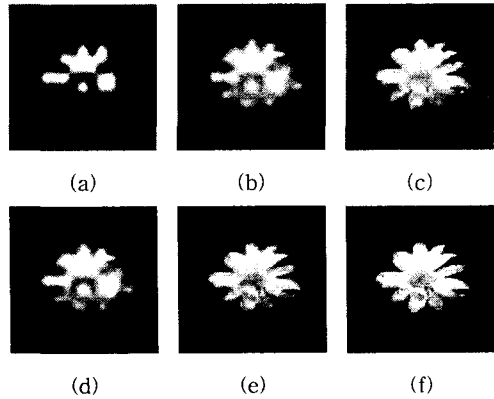


그림 2. 기존의 방법과 제안한 방법의 비교

(꽃, 임계값 8)

- (a) 기존의 방법 0.001bpp (b) 기존의 방법 0.005bpp
- (c) 기존의 방법 0.01bpp (d) 제안한 방법 0.001bpp
- (e) 제안한 방법 0.005bpp (f) 제안한 방법 0.01bpp

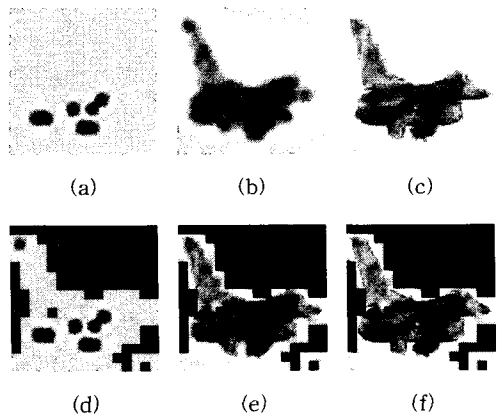


그림 3. 기존의 방법과 제안한 방법의 비교

(비행기, 임계값 5)

- (a) 기존의 방법 0.001bpp (b) 기존의 방법 0.005bpp
- (c) 기존의 방법 0.01bpp (d) 제안한 방법 0.001bpp
- (e) 제안한 방법 0.005bpp (f) 제안한 방법 0.01bpp

표 2는 제안한 방법에서 비트율과 임계값에 따른 결과를 나타낸 것이다. 이는 두 영상에서의 객체의 분포율이 달라지기 때문에 임계값에 따른 복원 영상의 객체에 대한 화질이 달라진다. 실험 영상에 대해서는 최적의 임계값이 각각 8과 5가 됨을 실험을 통하여 알 수 있었다.

표 3은 표 2의 실험을 통하여 찾아진 최적의 임계값으로 비트율에 따른 기존의 SPIHT 방법과 제안한 방법과의 결과를 나타낸 것이다. 0.001bpp에서 꽃 영상은

3.76dB 그리고 비행기 영상은 0.09dB정도 향상되었지만 원영상을 파악할 수 없었고 0.005bpp에서 기존의 방법에 비해 꽃 영상과 비행기 영상이 각각 3.14dB와 1.39dB가 향상되어 원영상을 파악할 수 있었고 0.01bpp에서도 꽃 영상과 비행기 영상이 각각 1.3dB와 0.05dB가 향상되어 복원 영상을 통하여 원영상을 더욱 잘 파악할 수 있다.

표 2. 임계값과 비트율에 따른 PSNR 비교 [dB]

입력 threshold		제한한 방법 (bpp)		
		0.001	0.005	0.01
꽃	Th=5	14.15	18.27	19.87
	Th=6	14.14	18.22	19.83
	Th=7	13.91	18.18	19.87
	Th=8	13.81	18.21	19.97
비행기	Th=5	10.91	18.42	20.12
	Th=6	10.88	18.33	20.04
	Th=7	10.77	17.39	18.60
	Th=8	10.71	17.29	18.42

표 3. 기존의 방법과 제안한 방법의 비교[dB]

입력 (Threshold)		꽃 (Th = 8.0)	비행기 (Th = 5.0)
method	bitrate		
SPIHT 방법의 전체(bpp)	0.001	13.43	12.24
	0.005	18.75	18.96
	0.01	22.86	23.00
SPIHT 방법의 객체영역(bpp)	0.001	10.05	10.82
	0.005	15.07	17.03
	0.01	18.67	20.07
제안한 방법의 객체영역(bpp)	0.001	13.81	10.91
	0.005	18.21	18.42
	0.01	19.97	20.12

꽃 영상은 객체가 영상의 중심에 존재하고 객체의 크기가 작기 때문에 매우 낮은 비트율에서도 객체 영역만을 알 수 있는 반면, 비행기 영상은 객체가 영상 전체에 넓게 분포되어 있어 꽃 영상에 비해 다소 복원 영상에서 객체 영역의 화질이 다소 떨어지는 점이 있다. 또한 표 3에서는 기존의 SPIHT 방법에서 전체 영상에 대한 복원 영상의 화질과 객체 영역의 크기가 클 경우의 복원 영상의 화질을 비교하면 다소 PSNR이

떨어지는 점이 있다. 이는 객체 영역이 크기가 클수록, 객체의 포함 비율이 클수록 복원하는 비트가 많이 할당되기 때문에 전체 화질은 떨어진다. 그러나 상대적으로 객체 영역에 대해서는 좀 더 좋은 복원 화질이 나타나게 된다.

## V. 결론

본 논문에서는 SPIHT 기법을 기반으로 한 객체 영역 우선 전송 기법을 이용한 점진적 영상 부호화를 제안하였다. 제안한 방법은 변형된 메디안 필터를 사용하여 객체를 추출하고 이 객체 정보만을 우선적으로 전송함으로써 기존의 동일한 중요도로 전송하는 부호화 방법보다 제안한 방법에서 객체 영역에 해당하는 복원 영상의 화질이 향상되었다. 이는 0.001bpp에서 뿐만 아니라 매우 낮은 비트율에서 0.05dB에서 3.76dB까지 향상되어 보다 빨리 원영상을 파악할 수 있고 영상 내의 객체의 크기와 위치에 상관없이 객체를 추출할 수 있다.

제안한 방법은 인터넷을 검색할 경우 객체를 추출하여 추출된 객체를 나머지 배경 영역보다 우선적으로 전송함으로써 원영상을 빨리 판별할 수 있어 원하지 않는 영상이면 전송을 중단하고 다른 영상을 검색할 수 있기 때문에 검색 시간을 효율적으로 단축될 수 있으므로 인터넷 검색에 유용하게 이용할 수 있다.

## 참고문헌

- [1] N. Ahmed, T. Natarajan and K. R. Rao, "Discrete Cosine Transform," *IEEE Transactions on Computer*, vol. C-23, pp. 90-93, Jan. 1974.
- [2] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelets coefficients," *IEEE Transactions Signal Processing*, vol. 41, pp. 3445-3462, Dec. 1993
- [3] A. Said and W. A. Pearlman, "A new, fast, and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees," *IEEE Transactions Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 6, pp. 243-250, Jun. 1996.
- [4] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu and I. Daubechies, "Image Coding Using Wavelet Transform," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 1, no. 2, pp. 205-221, Apr. 1992.
- [5] A. Averbuch, D. Lazar and M. Israeli, "Image Compression Using Wavelet Transform and Multi-resolution Decomposition," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 5, no. 1, pp. 4-15, Jan. 1996.
- [6] S. Mallat, "A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation," *IEEE Transactions Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 11, pp. 674-693, 1989.
- [7] J. Woods and S. O'Neal, "Subband Coding of Images," *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, vol. 34, no. 5, pp. 1278-1288, Oct. 1996.