

JPEG2000 Part1을 위한 다중 관심영역 부호화 기법

정희원 유 강 수*, 이 한 정*, 곽 훈 성**

Multiple-ROI Image Coding Method for JPEG2000 Part1

Kang-Soo You*, Han-Jeong Lee*, Hoon-Sung Kwak** *Regular Members*

요 약

최근 영상 전체를 전송·복원하기보다는 영상의 일부 특정 영역이나 사용자 위주의 관심영역(ROI)에 대한 우선적 처리 요구가 웹 브라우징, 이미지 데이터베이스, 원격진료 등과 같은 응용 분야에서 증가하고 있다. 본 논문에서는 기존의 JPEG2000 Part1에서 사용한 Maxshift 방식을 이용하여 둘 이상의 ROI를 가지는 multiple-ROI 코딩 기법을 제안한다. 제안한 기법은 기존의 방식에서처럼 하나의 ROI 뿐만 아니라, multiple ROI를 가지는 영상 전송이 가능함을 보여준다. 또한 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)을 이용한 점진적 전송 방식을 사용하기 때문에 낮은 대역폭에서도 사용자가 원하는 ROI를 non-ROI 보다 좀 더 우수한 품질로 전송·복원 할 수 있고 효율적인 압축이 가능함을 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

Key Words : JPEG2000 Part1; Maxshift; ROI; Multiple-ROI

ABSTRACT

In image communications related to web browsing, image database, and telemedicine, image data processing on the region of interest (ROI) for providing the primary information is needed in the view of saving search time and bandwidth. In this paper, an enhanced algorithm for processing image data that involves multiple ROIs is presented in order to increase PSNR vs. compression ratio performance above the previous JPEG2000 Part1 Maxshift method. Since the wavelet transform enables us to a progressive transmission mechanism, Multiple-ROI coding is possible to compress, transmit, and reconstruct the image data with a better quality than those of non-ROI method while the required transmission bandwidth is kept relatively low.

1. 서 론

최근 정보화 시대를 맞이하여 멀티미디어 데이터의 활용은 여러 응용 분야 전반에 걸쳐 사용되고 있다. 특히 영상 미디어(media)는 그러한 멀티미디어 데이터를 대표하는 것으로 그 중요성이 날로 증가하고 있다. HDTV(High Density TV) 방송, 의료 진단, 웹 브라우징(web browsing), 영상 데이터베이스 및 컴퓨터 통신 등 폭넓게 분포한다. 그러나 사

회 전반에 걸쳐 사용되는 2차원 영상 신호는 저장과 전송을 위한 많은 메모리와 넓은 대역폭을 필요로 하게 된다. 다행히 영상 신호는 큰 중복성(redundancy)을 갖고 있어 압축된 양의 정보로도 비교적 정확한 영상 표현이 가능하므로 원 영상(original image)의 질을 시각적으로 크게 저하시키지 않는 범위 내에서 통신 선로의 대역폭 감소 및 저장에 필요한 메모리의 절감을 위한 영상 신호의 압축 기술에 대한 표준화가 세계적으로 선진 산업

* 전북대학교 영상공학과 (mickey@mail.chonbuk.ac.kr, sosim@chonbuk.ac.kr)

** 전북대학교 컴퓨터공학과 (hskwak@chonbuk.ac.kr)

논문번호 : 030390-0905, 접수일자 : 2003년 9월 5일

국가와 회사, ISO, CCITT 등의 표준화 기관들을 중심으로 활발히 추진되고 있다^[1]. 2차원 정지 영상 압축 표준의 대표인 JPEG2000은 좀 더 압축성능이 뛰어난 새로운 알고리즘 개발을 위해 지속적인 연구를 하고 있다^[4].

한편 JPEG2000에서는 영상의 특정 관심영역(ROI)이 다른 부분보다 높은 중요성을 가지는 응용 분야에서의 기능을 제공하고 있다. 이는 시각적으로 사용자에게 보다 다양한 영상 서비스를 제공할 수 있는 영상 처리 기술의 필요성에 의해 대두되었다. 이 기능은 영상 전체를 복원하기 이전에 영상의 특정 영역이나 사용자 측면에서 볼 때 관심영역에 대해서 우수한 화질을 보장하면서 먼저 전송하여야 하는 응용 분야에서 활용되어진다^{[5][6]}.

이러한 ROI 부호화에 대한 연구는 이미 JPEG2000 표준 Part1에서 Maxshift 방법을 표준으로 채택하여 사용하고 있다. Maxshift 방법은 non-ROI 영역의 가장 큰 값을 갖는 계수보다 ROI 영역의 계수들을 높은 bit-plane에 위치하도록 스케일링 업(scaling up)하는 것이다. 이처럼 ROI에 속한 계수들이 임베디드(embedded) 부호화 과정동안 MSB(Most Significant Bitplane)를 형성하게 됨으로써 사용자의 요구에 따라 MSB에서 LSB(Least Significant Bitplane)까지의 점진적 전송이 가능하다.

웨이브렛 변환은 해상도 단계(resolution level)별 전송을 제공하기 때문에 ROI 영역에 속하는 MSB만을 전송하고 non-ROI 영역에 속하는 나머지 LSB의 전송을 중단함으로써 영상내의 ROI 영역만을 사용자에게 보여줄 수 있다. 또한 ROI 영역은 무손실(lossless) 압축 방법으로 부호화를 하기 때문에 non-ROI 영역에 비하여 훨씬 좋은 영상의 품질을 제공한다. 그러나 Maxshift 방법은 하나의 영상에 둘 이상의 특정 관심영역, 즉 multiple ROI를 가지는 영상에 대한 지원을 하지 않고 있다.

따라서 본 논문에서는 기존의 Maxshift 방법에서 제안한 scaling 방법을 이용하여 multiple-ROI 부호화가 가능한 알고리즘을 제안한다. 이 방법은 하나의 영상에 둘 이상의 ROI 영역이 존재할 때, 웨이브렛 변환을 적용하고 양자화를 거친 계수들 중 ROI 영역에 해당하는 계수들을 모두 non-ROI 영역에 해당하는 계수들의 최대 값보다 높은 bit-plane에 위치하도록 부호화를 행한다. 이때 첫 번째 ROI 영역의 계수 값 중 최고 값을 찾아서 두 번째 ROI 계수 값을 첫 번째 계수 값보다 높지 않게 설정 해

주는데 첫 번째 ROI 계수 값의 최고 값 위에 놓여질 경우 너무 많은 bit-plane을 가지므로 부호화 효율성이 떨어진다. 그러므로 제안한 방법에서는 두 번째 ROI 영역을 첫 번째 ROI 영역보다 동일하거나 최고 값 미만으로 scaling up하여 두 개의 ROI 영역을 구분할 수 있도록 하였다. 또한 표준 ROI 방법에서 행한 전반적인 코딩 과정을 적용하면서, 둘 이상의 ROI 영역에 대한 무손실 부호화를 적용하여 제안한 방법이 저 비트율에서도 우수한 화질을 얻도록 하였다. 그럼으로써 같은 저 비트율에서 기존의 Maxshift 방식보다 PSNR (Peak-to-peak Signal-to-Noise Ratio) 성능 향상을 조금이나마 기대할 수 있다. 성능 평가를 위해서 사용된 영상은 한 화소당 8 비트의 계조도를 가진 512 x 512 크기의 "Lena", "Barbara" 영상이다.

본 논문의 구성은 II장에서는 JPEG2000에서 사용하는 Maxshift 방법에 대하여 알아보고 III장에서는 제안한 Multiple-ROI 방법에 대하여 기술하고 IV장에서는 기존의 방법과 제안한 방법에 대하여 모의실험을 실시하여 그 결과와 그에 대한 고찰을 서술하고 마지막으로 V장에서는 본 논문의 전체적인 결론을 맺는다.

II. JPEG2000에서의 Maxshift 방법

II.1 ROI의 개요

1990년대 영상압축에 웨이브렛을 이용한 영상의 점진적인 전송 (Progressive Image Transmission)에 관한 논문들이 발표되면서 영상의 다해상도 해석 (Multi-resolution Analysis)에 관한 관심이 고조되었다. 영상의 다해상도 해석을 이용한 점진적인 영상의 부호화는 인터넷과 같은 통신 수단의 발달로 인한 사용자의 다양한 욕구를 충족시킬 수 있는 하나의 수단으로써 점진적인 영상 부호화의 기반 위에 관심영역(ROI : Region of Interest)의 부호화를 달성할 수 있다. 점진적인 영상의 전송은 영상 전체를 다 전송하지 않고 그 일부만으로도 대략적인 영상의 재구성이 가능하다. 높은 압축률과 빠른 속도를 요구하는 영상자료의 통신인 원격 의료진료, 영상 데이터 베이스, 낮은 대역폭을 통한 시스템에서의 화상회의 등에 적절한 방법으로 수신자의 요구에 따라 화질의 충실도(fidelity)와 전송시간의 고려를 달리 할 수 있는 응용에서 이런 형태의 부호화가 이용된다.

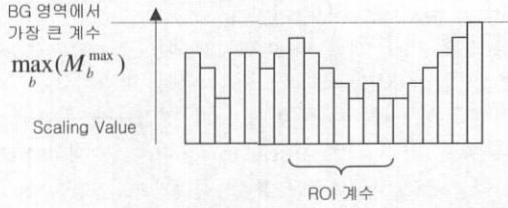


그림 1 Maxshift 방법에서 scaling value S 선택

관심영역을 가진 영상이란 점진적 전송의 기반 위에 어느 특정한 영역을 사용자가 선택하여 전송할 수 있는 방법으로 단순한 점진적 전송의 방법보다 압축률과 전송시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 효율적인 메모리 관리 등 사용자의 다양한 요구에 응할 수 있다. 관심영역 부호화의 특징은 관심영역이 그 나머지 영역(배경영역)보다 먼저 전송되어야 하며, 관심영역의 화질은 배경영역(non-ROI)보다 좋아야 하고, 전체적인 영상의 비트율과 관심영역의 비트율도 조정이 가능해야 한다는 것이다. JPEG2000 Part1에서는 ROI 부호화를 위해 Maxshift 방법을 제시하고 있으며^{[2][7]}, 다음에서 이 방법에 대하여 고찰해 본다.

11.2 ROI 부호화 방법 : Maxshift

Maxshift 방법은 배경영역에서 가장 큰 계수 값을 구한 다음 관심영역을 배경영역의 가장 큰 계수 값보다 높은 bit-plane에 위치시킨다. 여기에서 encoding을 할 경우에는 shape 정보 대신 배경영역의 가장 큰 계수 값 정보만 가지게 되므로 코딩 효율을 떨어뜨리지 않으면서도 많은 비트를 요구하지 않는다. 이 방법은 관심영역이 모두 decoding 될 때까지 배경영역 계수를 얻을 수 없으며 하나의 관심영역에 대해서만 처리를 한다는 단점이 있다. 이와 같은 ROI 부호화에서는 먼저 관심영역을 선택하기 위한 ROI 마스크를 생성해야 한다. ROI 마스크는 실제 부호화되는 영상이 웨이브렛 변환된 영상이므로 웨이브렛 변환 형태로 생성되어야 한다. ROI 마스크에 대한 변환 식은 (1)과 같다.

$$M(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{inside ROI} \\ 0, & \text{BG ROI} \end{cases} \quad (1)$$

여기에서, $M(x, y)$ 는 입력된 이미지영상의 각 픽셀에 대한 좌표를 나타내며, 관심영역에 속하는 좌표 값은 1, 배경영역에 속하는 좌표 값은 0을 표

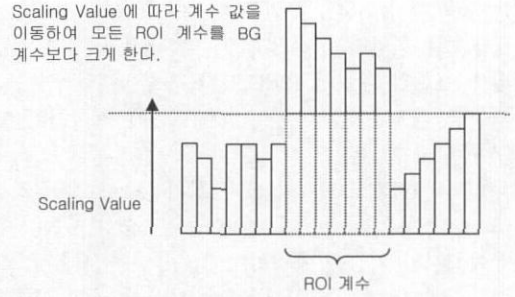


그림 2 Scaling value를 이용한 ROI 계수 이동

시하여 둔다. 부호기에서 관심영역 밖의 계수들은 관심영역내의 계수들보다 높은 bit-plane에 위치하도록 조절된다. 이때 스케일링 값이 이용되는데, scaling 값 s는 반드시 다음과 같아야 한다.

$$s \geq \max_b (M_b) \quad (2)$$

식 (2)에서 (M_b)는 각 subband에서 양자화 과정을 거친 다음 배경영역에 위치한 모든 계수 중 가장 큰 값을 의미한다. 이것은 scaling 후에 모든 ROI 영역의 계수들이 non-ROI 영역으로 분리되는 계수들 보다 큰 값을 가져야 한다는 것을 의미한다. 따라서 모든 관심영역내의 계수들은 배경영역의 계수들보다 높은 bit-plane에 위치하게 된다.

그림 1은 scaling value s를 찾기 위해 BG 계수 중 가장 큰 값을 찾는 방법을 표현한 것이다. 선택된 s값을 이용하여 ROI 계수 값이 BG 계수 값보다 크게 하기 위하여 계수 값들을 s값 이상으로 이동시킨다. 즉 양자화된 계수 값($v_b[n]$)이 관심영역이면 $v_b[n]+s$ 가되고, 배경영역이면 $v_b[n]$ 가 그대로 유지되어 EBCOT를 통하여 압축되어진다^[3].

이처럼 Maxshift 알고리즘을 이용하여 ROI를 부호화하면 ROI 모양(shape)에 대한 형태 정보를 따로 보낼 필요 없이 어떠한 임의의 형태를 가진 ROI 코딩이 가능함을 알 수 있다. 즉 영상을 복원할 때에, 디코더 측에서는 ROI의 형태 정보를 추가로 요구하지 않고도 scaling value s보다 더 높은 비트-플랜에 있는 계수들이 스케일링 업 되었으므로 인코딩의 역으로 그 계수들에 대하여 스케일링 다운을 행하면 된다. 그림 2는 ROI를 scaling value s 만큼 스케일링 업 한 상태를 보여준다.

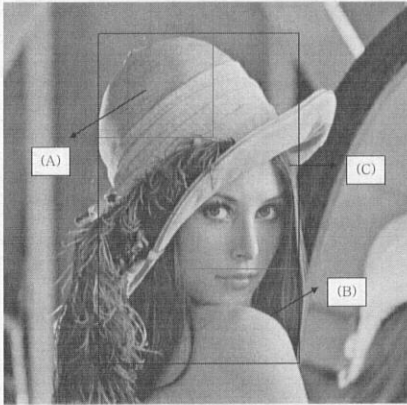


그림 3. 두 개의 관심영역

III. 제안한 Multiple-ROI 부호화

만약 Maxshift 방법을 이용하여 관심영역을 2개로 지정했을 때의 예를 들어보자. 그림 3과 같이 관심영역이 (A)와 (B) 두 부분일 때, 표준 ROI 방식에서는 두 ROI에 대한 마스크(mask)를 생성하기 위해 (A), (B)의 ROI를 모두 포함하는 (C)에 대한 부분을 지정해야 한다. 즉 ROI 영역을 하나로 간주하여 처리하게 된다.

두 ROI (A)와 (B) 부분 각각은 전체 영상에서 차지하는 비율이 10%~20% 정도밖에 되지 않기 때문에 관심영역을 위한 부호화의 필요성을 느끼지만 두 ROI (A)와 (B) 부분을 동시에 포함하는 (C) 부분에 대한 관심영역은 전체 영상의 60% 이상을 차지하게 되어 ROI의 기능이 어느 정도 저하된다. 극단적인 예로, ROI 영역이 영상의 처음 시작 부분과 마지막 부분에 분포할 경우에는 전체 영상을 관심영역 없이 전송하는 방법과 별 차이가 없게 된다. 따라서 본 논문에서는, 좌표 시스템의 특성을 이용하여 두 개의 ROI (A)와 (B) 부분을 따로 처리하고 우선순위를 두어 ROI 영역에 대한 효율적인 영상부호화를 한다.

두 ROI에 대한 마스크 설정을 하기 위해서, 첫번째 관심영역 (A)는 기존의 방식을 그대로 이용하여 선택되고 두 번째 ROI는 (A)의 시작과 끝에 대한 좌표 정보를 토대로 그 위치와 범위를 알아낼 수 있다. 그림 4는 (A) 부분에 대한 x좌표와 y좌표의 연장선을 생각하여 (B) 부분의 시작과 끝의 위

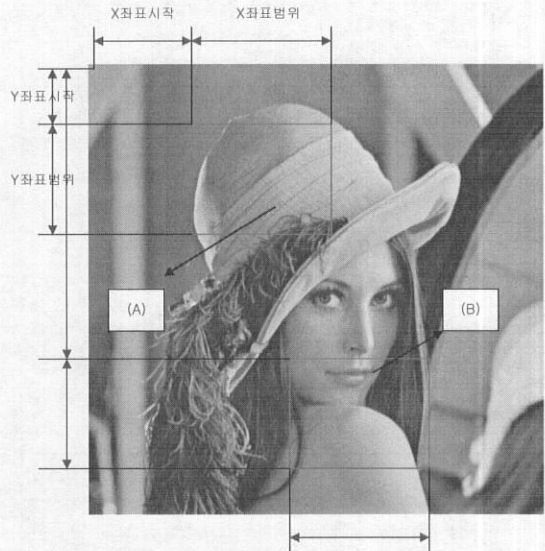


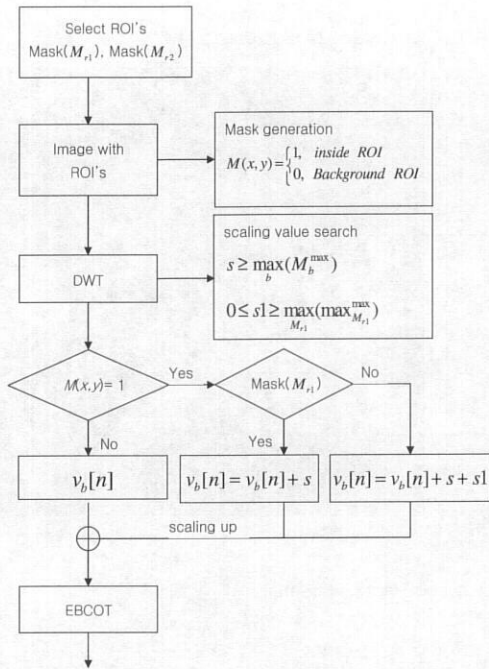
그림 4. 제안한 Multiple-ROI 마스크 적용

치를 보여준다. ROI 마스크 부호화는 관심영역 (A)와 (B)에 관계없이 JPEG2000 Part1의 ROI 표준인 Maxshift 기법에서 사용한 마스크 변환 식 (1)을 이용하여 행한다. 생성된 마스크를 이용하여 웨이블릿 변환과 양자화 과정을 처리하고 난 후에 ROI 영역과 BG 영역을 분리하게된다. 영역 분리를 위해 먼저 식 (2) $s \geq \max_b (M_b)$ 를 이용하여 BG 영역에서의 가장 큰 계수 값을 찾아낸다.

식(2)에서 s는 첫 번째 관심영역을 scaling up 하기 위한 변수이며, 여기에서 얻어진 계수 값을 Maxshift 알고리즘에 의해 scaling up 하려는 변수 값을 지정하게 된다. 이 s 값을 scaling 변수라 하며, 배경영역과의 분리를 위해 사용된다. 또한 본 논문에서 제안한 두 개의 ROI 영역에 대한 우선순위를 설정하기 위하여 첫 번째 관심영역 (M_{r1})에서 가장 큰 값을 찾아내기 위하여 식 (3)을 이용한다.

$$p = \max_{M_{r1}} (M_{r1}) \quad (3)$$

우선순위를 지정하기 위한 변수 s1에 p 값을 이용한다. 즉 두 번째 관심영역의 우선순위가 높게 하기 위하여, s1 변수 값은 첫 번째 관심영역 (M_{r1})에 포함되는 최고 값(p)보다 적거나, 최저 값 0 보다는 크거나 같아야 한다. 두 번째 영역의 scaling up 하



* $v_b[n]$: subband_b의 bit들의 양자화된 계수 값

그림 5. 제안한 Multiple-ROI 흐름도

기 위한 변수 $s1$ 값의 범위는 두 관심영역의 동일한 우선순위를 포함할 수도 있다. 동일한 우선순위를 가질 때의 $s1$ 값은 0 이다. 식 (4)는 bit-plane에 위치하는 값을 정의한 것이다. 단, $s1$ 값의 범위는 $0 \leq s1 \leq \max(M_{r1})$ 이어야 한다.

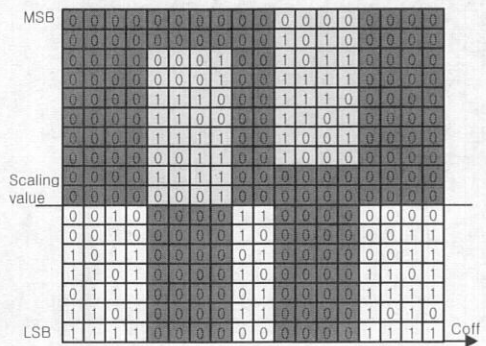
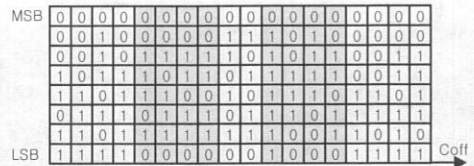
$$\begin{aligned} M(x, y) \in M_{r1}(x, y) & \quad s = s \\ M(x, y) \in M_{r2}(x, y) & \quad s = s + s1 \end{aligned} \quad (4)$$

여기에서 M_{r1} 는 관심영역 (A)의 마스크를 나타내며 M_{r2} 는 관심영역 (B)의 마스크를 나타낸다. 또한 s 는 BG 영역 내에서 최고 값을 나타내며 $s1$ 은 M_{r1} 과 M_{r2} 의 우선순위를 나타내기 위한 변수이다. 즉 양자화된 각 계수 값이 배경영역일 때 $v_b[n]$ 이라면, 관심영역 ($M_{r1}(x, y)$)에서는 계수

(a)

(b)

값이 $v_b[n] + s$ 가 되고 관심영역 ($M_{r2}(x, y)$)에서는 계수 값이 $v_b[n] + s + s1$ 된다. 그림 5는 본 논문에서 제안한 다중 관심영역 부호화에 대한 흐름도를 표현한 것이다.



□ ROI 계수
 ■ ROI 부호화에 따른 non-ROI 계수
 □ Background 계수

그림 6. 제안한 방식의 ROI 부호화되는 bit-plane의 상태

를 표현한 것이다.

그림 6 (a)는 Maxshift가 이루어지지 않은 형태의 계수들로서, 회색 부분의 계수들이 2개의 ROI 영역을 나타낸다. 그림 6 (b)는 Multiple-ROI를 이용하여 scaling up 한 상태를 보여준다.

이와 같이 양자화되고 난 후에 관심영역에 대한 부호화가 이루어진 계수 값은 코드 블록 단위로 묶여서 EBCOT 알고리즘을 이용하여 압축된다. 제안한 방법에서도, multiple ROI 영역에 속하는 계수들이 위치한 bit-plane의 상태를 보면 알 수 있듯이, encode시 shape 정보가 필요하지 않아 표준 ROI 방식에서처럼 관심영역의 shape 정보를 전송하지 않아도 된다. 하지만 이로 인하여 생기는 ROI 영역에 속하지 않는 부분에 대해서도 부호화가 이루어진다는 단점이 나타나게 되며 또한 두 개의 관심영역에 대해 우선순위를 부여함으로써 더 많은 비트를 필요하게 될 수도 있다. 즉 ROI 영역에 속하지 않는 계수들까지도 부호화를 해야 하기 때문에 전체적인 부호화를 하기 위한 부분이 더욱 늘어나게 된다. 극단적으로는 M_{r1} 의 최고 값까지 scaling up하게 되어 결과적으로 전송 부담이 커지게 될 수 있다. 따라서 두 개의 관심영역에 대한 우선순위를 지정하면서 전송 부담을 줄이기 위해 우선순위 지

정 변수 $s1$ 값을 M_{s1} 의 최대 계수 값 보다 적게 하는 것이 바람직하다. 실험을 통하여 $s1$ 값은 M_{s1} 의 최대 계수 값의 10%~20% 정도로 정하는 것이 효율적임을 확인하였다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서는 JPEG2000의 표준인 웨이브렛 및 EBCOT 알고리즘을 적용하여, 제안한 부호화 방식의 성능을 Maxshift 방법과 비교·분석하였다. 편의상 JPEG2000에서 채택한 Maxshift 방법을 [표준 ROI 방식], 제안한 방법을 [Multiple-ROI 방식]이라고 한다.

실험을 위해 사용된 영상은 계조도가 8비트이고 크기가 512 x 512인 Lena 영상과 Barbara 영상을 사용하였다. 이 영상들을 선택한 이유는, Lena 영상은 비교적 저주파 성분이 많이 포함하며 Barbara 영상은 고주파 성분이 많이 포함된 특성을 가지고 있기 때문이다. 실험 결과의 성능 평가를 위해, 문헌적으로 입증된 PSNR을 이용하여 객관적인 영상의 평가 방법을 선택하였다. 이때 평균 오차율은 RMSE(Root-Mean-Square-Error)이다.

실험에서는, 표준 ROI 방식에서의 Lena 영상에 대한 마스크의 시작 위치인 (x, y) 좌표 값을 (0.2, 0.2)로 설정하였고 ROI 범위의 (x, y) 좌표 값을 (0.2, 0.2)로 지정하였다. 또한 제안한 Multiple-ROI 방식에서의 마스크 지정은 (x, y) 좌표를 (0.5, 0.6)로 설정하였고 ROI 범위는 (0.2, 0.2)의 x, y 좌표 값으로 하였다. 좌표 값은 전체 영상을 100 퍼센트(%)로 했을 때 비율을 표시한 것이다. 예를 들어 0.2는 20%를 의미한다.

Barbara 영상은, 표준 ROI 방식에서는 마스크의 시작 위치인 (x, y) 좌표 값을 (0.2, 0.2)로 설정하였고 ROI 범위의 (x, y) 좌표 값을 (0.2, 0.2)로 지정하였다. 또한 제안한 Multiple-ROI 방식에서의 마스크는 (x, y) 좌표를 (0.5, 0.6)로 설정하였고 ROI 범위는 (0.2, 0.2)의 x, y 좌표 값으로 하였다.

영상압축은 JPEG2000에서 제안하는 가장 효율적인 5-layer DWT를 가지고 압축을 실행하였고, 각 단계(layer)별 부분으로 나누어 실험치를 측정하였다. 저 비트율인 0.056 bpp와 0.125 bpp 그리고 0.25 bpp에 대하여 각 단계별로 실험을 하였다. 또한 원 영상과 처리된 영상의 비교를 위하여 PSNR 및 RMSE를 구하여 성능 평가를 하였다.

IV.1 실험 결과

본 논문에서 실험한 표준 ROI 방식과 제안한 Multiple-ROI 방식을 동일한 비트율에서 비교할 때, 최종적으로 처리된 결과 영상에서는 PSNR이나 RMSE 값이 동일함을 확인 할 수 있었는데 그 이유는 관심영역이 제일 먼저 전송되고, 전송이 다 이루어지고 나면 전체 영상이 보여지기 때문이다. JPEG2000에서 사용되는 전송은 EBCOT 알고리즘에 의해, code block으로 묶여서 codestream 형태로 전송된다. 이 codestream 또한 웨이브렛 단계의 중요도에 의해 우선순위가 만들어지기 때문에 ROI를 사용해도 웨이브렛의 최종 layer에 있는 계수들이 영상의 중요 정보를 포함하고 있다. 이를 바탕으로 ROI 코딩을 사용해도 각 계층별 점진적 전송이 가능하다.

성능 평가를 하기 위하여 표준 ROI 방식과 제안한 Multiple-ROI 방식에서 각 계층별로 영상을 추출하고 그 영상을 가지고 RMSE와 수치적으로 품질을 평가하는 객관적인 PSNR을 사용하여 나타내었다.

실험 결과, 두 영상은 저 비트율인 0.065 bpp나 0.125 bpp에서 PSNR 값이 1~4 계층까지 0.1~0.4 dB 정도의 약간 향상된 성능을 보이면서 제안한 Multiple-ROI를 적용할 수 있었고 마지막 계층까지 전송된 영상에서는 동일한 결과 값을 얻었다. 특히 0.25 bpp에서의 1 계층에서는 5 dB라는 차이를 보이는데, 이는 표준 ROI 방식에서 측정되는 Maxshift 임계 값 s (배경 계수의 최대값)와의 차이 때문이다. 2~5 계층에서의 PSNR 값은 0.35~0.01 dB 정도의 아주 적은 차이의 성능 향상을 보였다.

IV.2 성능 평가

표 1~표 3은 Lena 영상을 각각 0.065 bpp, 0.125 bpp, 0.25 bpp로 압축했을 때, 각 웨이브렛 단계에서 나타나는 RMSE, PSNR 값을 나타낸 것이다. 표 4~표 6은 Barbara 영상을 각 비트율로 압축했을 때의 성능평가 결과이다. 0.25 bpp에서의 Lena, Barbara 영상에 대한 RMSE, PSNR 값을 그림 7~그림 10에 그래프로 표현하였다. 그림 11과 그림 12는 0.25 bpp에서의 Lena 영상을 표준 ROI 방식과 Multiple-ROI 방식을 이용하여 웨이브렛 계층별로 나타낸 것이다.

표 1. 0.065 bpp Lena 영상에서 RMSE, PSNR 결과 비교

0.065 bpp Compress						
구분	대상	웨이브렛 계층				
		1	2	3	4	5
RMSE	표준 ROI	2183.155	365.008	190.104	122.554	110.685
	Multiple ROI	1987.122	341.531	183.410	122.554	110.685
PSNR	표준 ROI	14.740	22.508	25.341	27.248	27.690
	Multiple ROI	15.149	22.797	25.497	27.248	27.690

표 2. 0.125 bpp Lena 영상에서 RMSE, PSNR 결과 비교

0.125 bpp Compress						
구분	대상	웨이브렛 계층				
		1	2	3	4	5
RMSE	표준 ROI	2182.532	2182.532	183.426	88.880	60.544
	Multiple ROI	1986.009	338.822	175.846	85.410	60.544
PSNR	표준 ROI	14.741	22.517	25.496	28.792	30.310
	Multiple ROI	15.151	22.831	25.679	28.816	30.310

표 3. 0.25 bpp Lena 영상에서 RMSE, PSNR 결과 비교

0.25 bpp Compress						
구분	대상	웨이브렛 계층				
		1	2	3	4	5
RMSE	표준 ROI	627.155	364.014	182.070	76.939	35.309
	Multiple ROI	1985.425	338.069	173.417	74.936	35.192
PSNR	표준 ROI	20.157	22.520	25.528	29.269	32.652
	Multiple ROI	15.152	22.841	25.740	29.384	32.666

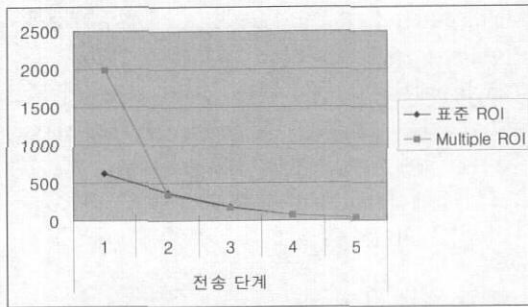


그림 7. 0.25 bpp에서의 Lena 영상에 대한 RMSE

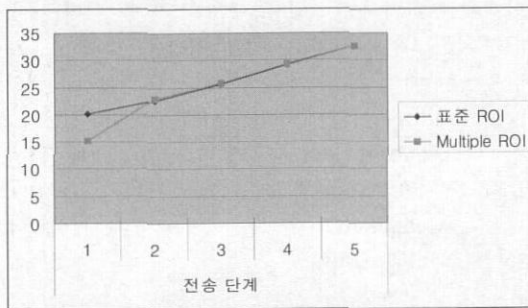


그림 8. 0.25 bpp에서의 Lena 영상에 대한 PSNR

표 4. 0.065 bpp Barbara 영상에서 RMSE, PSNR 결과 비교

0.065 bpp Compress						
구분	대상	웨이브렛 계층				
		1	2	3	4	5
RMSE	표준 ROI	2800.900	612.393	394.499	330.478	331.216
	Multiple ROI	2591.010	590.076	396.259	330.634	331.216
PSNR	표준 ROI	13.658	20.261	22.170	22.939	22.930
	Multiple ROI	13.996	20.422	22.151	22.937	22.930

표 5. 0.125 bpp Barbara 영상에서 RMSE, PSNR 결과 비교

0.125 bpp Compress						
구분	대상	웨이브렛 계층				
		1	2	3	4	5
RMSE	표준 ROI	2800.525	610.448	386.342	292.415	259.752
	Multiple ROI	2583.788	579.494	373.030	282.552	258.096
PSNR	표준 ROI	13.658	20.274	22.261	23.471	23.985
	Multiple ROI	14.008	20.500	22.413	23.620	24.013

표 6. 0.25 bpp Barbara 영상에서 RMSE, PSNR 결과 비교

0.25 bpp Compress						
구분	대상	웨이브렛 계층				
		1	2	3	4	5
RMSE	표준 ROI	985.795	610.255	383.887	275.427	203.707
	Multiple ROI	2581.477	575.632	363.843	280.854	196.886
PSNR	표준 ROI	18.193	20.276	22.289	23.731	25.041
	Multiple ROI	14.012	20.529	22.522	23.957	25.188

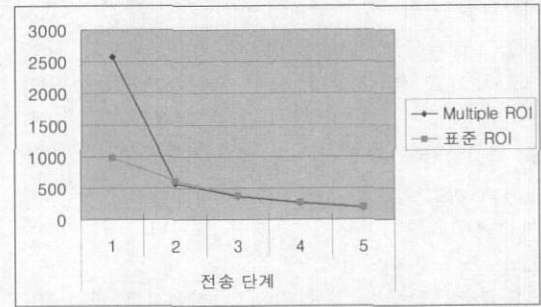


그림 9. 0.25 bpp에서의 Barbara 영상에 대한 RMSE

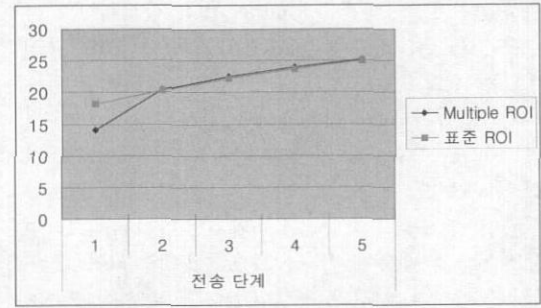
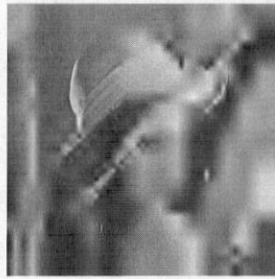


그림 13. 0.25 bpp에서의 Barbara 영상에 대한 PSNR



1 계층



2 계층



3 계층



4 계층



5 계층

PSNR 값

1 : 20.157055 dB

2 : 22.519629 dB

3 : 25.528412 dB

4 : 29.269352 dB

5 : 32.651917 dB

그림 11. 표준 ROI를 적용하여 0.25 bpp로 나타낸 Lena 영상

V. 결 론

JPEG2000의 특징 중의 하나인 무손실/손실 부호화가 하나의 비트열에 동시에 존재 할 수 있다는 장점으로 부합된 응용이 바로 ROI 코딩이다. ROI

코딩은 하나의 이미지 안에서 관심영역을 선택하여 그 영역에 대해서는 무손실/손실 부호화를 처리 할 수 있다는 특징이 있다. JPEG2000 Part1에서 ROI 부호화를 위해 표준으로 채택한 Maxshift 방식에서는 ROI 영역의 계수 값을 배경영역의 최대 계수



1 계층



2 계층



3 계층



4 계층



5 계층

PSNR 값

1 : 15.152268 dB

2 : 22.840750 dB

3 : 25.739882 dB

4 : 29.383881 dB

5 : 32.666409 dB

그림 12. Multiple-ROI를 적용하여 0.25 bpp로 나타낸 Lena 영상

값보다 더 높은 bit-plane에 위치시켜 놓고 부호화를 행한다. 이 부호화 방법은 임의의 어떠한 모양의 관심영역이라도 형태 정보 없이 복원이 가능하다는 장점을 가지고 있으나 관심영역이 둘 이상의 영상에 대한 처리를 허락하지 않기 때문에 관심영역을 하나 이상 선택하여 전송할 수 있는 Multiple-ROI 방식을 제안하였다. 이 ROI 코딩은 특정부분의 무손실을 요구하는 의료영상, 대용량의 정보에서 관심영역의 빠른 전송, 협대역을 갖는 전송매체에서 응용 가능하다.

JPEG2000의 EBCOT 알고리즘을 통하여 영상을 우선순위를 둔 codestream으로 전송 가능하다. 이는 웨이브렛 레이어 단계와 관련되므로 실험을 위하여 웨이브렛 5 단계를 가지고 표준 ROI 방식과 비교하였다. 그 결과 동일한 비트율에서 PSNR이나 RMSE는 조금의 향상을 가져왔고 또한 하나 이상의 관심영역을 동일한 전송 환경에서 처리 가능함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] W.B. Pennebaker and J.L. Mitchell, "JPEG: Still Image Data Compression Standard," Van Nostrand Reinhold, 1993.
- [2] Joel Askelof, Mathias Larsson Carlander, Charilaos Christopoulos. "Region of interest coding in JPEG2000." Signal Processing Image Communication 17, 105-111, 2002.
- [3] D. Taubman, "High performance scalable image compression with EBCOT," IEEE Trans, Image Process. 9(7), 1158-1170, July 2000.
- [4] Majid Rabbani, Rajan Joshi "An overview of the JPEG 2000 still image compression standard." Signal Processing : Image Communication 17, 3-48, 2000
- [5] David S. Taubman, Michael W. Marcellin "JPEG2000 Image Compression Fundamentals, Standards and Practice" 2002.
- [6] C. Christopoulos, J. Askelof, M. Larsson, "Efficient methods for encoding regions of interest in the upcoming JPEG 2000 still image coding standard," IEEE Signal Process. Lett. 7(9), 247-249, Sept 2000
- [7] ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 (ITU-T SG8)

N1646R, JPEG2000 Part1 Final Committee Draft Vision 1.0, Mar 2000.

유 강 수(Kang-Soo You)

정회원

1991년 2월 : 전북대학교 컴퓨터



터공학과 졸업

1994년 2월 : 전북대학교 컴퓨터

터공학과 석사

2000년 3월~현재 : 전북대학교

영상공학과 박사과정

<관심분야> 영상신호처리, 영상 검색, 멀티미디어

이 한 정(Han-Jeong Lee)

정회원



1992년 2월 : 호원대학교

전자계산학과 졸업

2003년 8월 : 전북대학교

영상공학과 석사

2004년 3월~현재 : 전북대학교

영상공학과 박사과정

<관심분야> 영상신호처리, 영상검색, 멀티미디어

곽 훈 성(Hoon-Sung Kwak)

정회원



1970년 : 전북대학교 전기공학과 학사

1979년 : 전북대학교 전자공학 박사

1994년~1995년 : 국가교육연구 전산망 추진위원

1997년~1998년 : 전주영상축전조직 위원장 및 전북대학교 영상산업특성화사업단장

1998년 : 과학기술법령정비정책위원

1999년~현재 : 조달청우수제품(정보통신)심사위원

1997년~현재 : (사)영상산업연구센터대표

현재 : 전북대학교 전자정보공학부(컴퓨터공학) 교수 및 영상공학과(대학원) 주임교수

<관심분야> 영상신호처리, 인공지능, 컴퓨터비전, 멀티미디어 등