

## JPEG2000에서 ROI의 자동 추출과 우선적 처리

박재흥\*, 서영건\*\*, 김상복\*, 강기준\*, 김호용\*\*\*

### Automatic Extraction and Preferred Processing of ROI in JPEG2000

Park Jae Heung\*, Yeong Geon Seo\*\*, Kim Sang Bok\*, Ki Jun Kang\*, Kim Ho Yong\*\*\*

#### 요약

디지털화된 영상은 실제로 개인에게 보이기 위해서는 압축, 저장 또는 전송 과정을 거친다. 이 과정에서 사용자는 영상의 특정 부분을 먼저 볼 수도 있으며, 시스템의 특성에 따라 또는 영상의 해상도가 아주 큰 경우에 영상이 사용자에게 보이는 데 다소 시간이 걸릴 수 있다. 이 때, 사용자가 원하는 부분을 먼저 보이게 하고, 나머지 부분을 보이게 한다면 좋을 것이다. 이를 위해 JPEG2000에는 관심영역(ROI)으로 제공하고 있다. ROI의 추출은 사용자가 임의로 지정할 수 있으면 가장 좋겠지만, 모든 영상에 사람이 관여할 수 있는 것은 아니다. 영상이 아주 많은 경우에는 자동으로 ROI를 추출하여 저장해야 될 필요가 있으며, ROI 없이 압축, 저장되어 있다면 전송 시에 ROI를 자동 추출하여 전송해야 한다. 본 연구에서는 ROI를 자동 추출하여 ROI 마스크를 생성하여 마스킹 된 부분의 영상만 우선적으로 전송하고 나머지 부분을 전송하는 방법을 제안하고, ROI 처리가 되지 않은 전송 기법과 비교 실험한다.

#### Abstract

A digitized image passes by encoding, storing or transmitting to show it to users. In this process, may be users would want to see a specific region of the image. And depending on the system features or in the case that the resolution of the image is large, it will take a huge time that the image show to the users. In this time, it will be resonable that the part users want to see shows earlier and afterward the other parts show. For this, JPEG2000 standards provide ROI. Although ROI extraction that users specify ROI arbitrarily is the best, people not always participate in doing all the images. There needs an automatic ROI extracting and storing in some images. JPEG2000 should extract and send an ROI automatically when the images is encoded without ROI. This study proposes a method that automatically extracts an ROI, makes the ROI masks, transfers the masked image preferentially and the background. And the study compares and experiments the proposed method and the method not having ROI.

▶ Keyword : JPEG2000, ROI, ROI Mask, Automatic ROI

• 제1저자 : 박재흥 교신저자 : 서영건

• 접수일 : 2008. 8. 14, 심사일 : 2008. 9. 17, 심사완료일 : 2008. 11. 26.

\* 경상대학교 컴퓨터과학과, 컴·정보통신연구원 \*\* 경상대학교 컴퓨터교육과, 컴·정보통신연구원

\*\*\* 영진전문대학 컴퓨터정보기술계열

※ 본 연구는 2007년도 경상대학교 학술진흥지원사업의 지원으로 이루어 졌음.

## I. 서론

하나의 영상에서 각 사람들이 관심을 갖는 분야는 각각 다를 수 있다. 압축된 영상이 원격지로 전송되거나, 파일로 저장될 때 최대한 적은 양의 데이터를 만들려고 한다. 데이터 량이 적어야 빠르게 원격지로 전송될 수 있고, 적은 파일로도 저장이 가능하다. 결국 영상은 적은 양을 갖는 것이 중요하며, 또한 사용자의 다양한 요구를 충족시켜 줄 수 있는 압축 방법이 필요로 하게 되었다[1]. 기존의 압축 방법으로는 다양한 사용자의 요구를 충족시키기에는 부족하여, ISO/IEC의 JTC1/SC29/WG1에서는 JPEG2000이라는 새로운 정지영상 압축 표준을 발표하였다[2,3]. JPEG2000의 대표적인 특징으로는 무손실/손실 압축, 무손실 코딩에의 내포된 손실, 화소 정확성과 해상도에 의한 점진적인 전송, 비트 에러 그리고 관심영역(ROI : Region of Interest) 부호화 등이 있다[4,5].

특히 관심영역 부호화는 영상 내의 관심영역을 배경보다 먼저 전송하여 먼저 사용자가 볼 수 있게 할 수 있으며, 또는 낮은 압축률로 배경보다 고품질로 영상을 저장하는 것을 말한다. 이렇게 하면, 사용자 입장에서 원하는 부분을 먼저 볼 수 있으며, 고 품질의 영상으로 볼 수 있다. 또는 저비트율의 통신 환경에서 전체 영상을 모두 받지 않고 원하는 관심영역만 볼 수도 있게 한다[6,7]. ROI 부호화 방법은 언제 ROI를 지정하느냐에 따라서 정적 ROI[7]와 동적 ROI[6,8]로 나뉜다. 정적 ROI 방법은 영상 인코딩 과정에서 ROI 마스크를 생성한 후 웨이블릿 계수 단위로 우선적 처리를 하는 방법이다. 이 방법은 인코딩 시에 ROI가 이미 결정되어 압축되는데, 일반적으로 영상 전송은 압축 후에 필요에 의해 수행되기 때문에 ROI 코딩 시간이 영상 전송 시간에 직접적으로 영향을 미치지 않는다. 동적 ROI 방법은 인코딩된 비트스트림이 일부 사용자에게 전송되었을 때, 사용자가 관심영역을 지정하면, 그 때 ROI가 지정된다. 이 방법에는 표준에서 제안하고 있는 묵시적(Implicit)[7] 방법이 있다.

관심영역이라는 것은 각 사용자마다 다를 수도 있고, 관심영역을 인코딩 시에 결정하지 못할 수도 있다. 또 어떤 경우에는 인코딩해야 될 파일이 너무 많아 일일이 사용자가 수동으로 관심영역을 표현하지 못할 수도 있다. 이에 본 연구는 관심영역이 표현되어 있지 않는 영상에서 자동적으로 관심영역을 추출하여 관심영역을 우선적으로 원격지로 전송하는 방법을 제안하고 실험한다.

## II. 관련연구

### 2.1 JPEG2000의 관심영역 부호화

JPEG2000의 ROI 부호화는 JPEG2000의 주요 특징 중의 하나로서 전체 영상을 전송 및 복원하기보다는 ROI를 배경보다 우선적 처리하는 기술이다. 이 기술은 다 해상도 해석을 이용한 점진적인 영상 코딩 기반 위에 달성된다. 장점은 점진적 영상 전송 방법보다 압축률과 전송시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 효율적인 메모리 관리 등으로 인해 보다 빠른 영상 서비스가 가능하다. 그림 1은 0.125bpp에서 점진적인 영상과 ROI 영상으로 재구성된 "Lenna" 영상을 보인다.



(a) (b)  
그림 1 점진적인 이미지와 관심영역 이미지  
Fig. 1 Progressive image and Region-of-interest

### 2.2 ROI 코딩 과정

그림2는 JPEG2000의 전 과정으로 그림으로 표현한 것이다. 이 과정 중에 ROI는 옵션으로써 꼭 있어야 할 과정은 아니다. 하지만 특정 응용 프로그램에서 필요하다면 유용하게 쓰일 수 있는 기법으로써, JPEG2000에서는 코딩 방법만 표준으로 제공하고 ROI를 추출하는 방법은 제공하지 않는다. 그래서 본 연구에서는 JPEG2000에서 유용하게 쓰일 수 있는 ROI 자동 추출 기법을 개발하는 것이다.

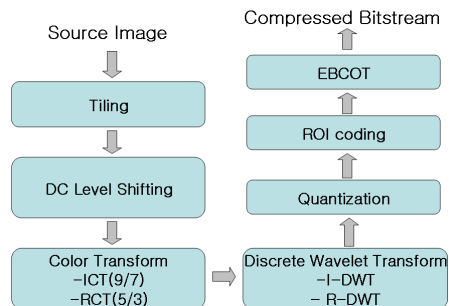


그림 2 JPEG2000 인코딩 과정  
Fig. 2 JPEG2000 Encoding Process

ROI 코딩은 정적 방법과 동적 방법 두 가지가 있는데, 본 기법은 정적 방법에서 사용된다. 동적 방법은 클라이언트에서 ROI를 지정하는 것이므로 큰 의미가 없다. 정적 방법은 영상이 발생하는 곳에서 ROI가 추출되어 클라이언트로 전송되는 방법으로써, 본 기법을 적용하기에 알맞다. 그림3은 정적 ROI 코딩 기법의 과정을 나타낸 것이다.

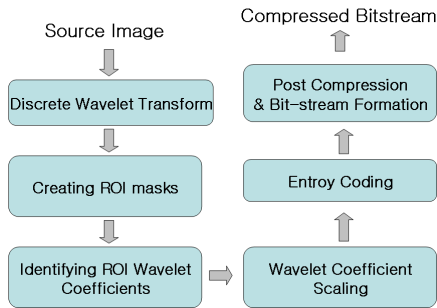


그림 3 정적 ROI 코딩 과정  
Fig. 3 Static ROI Coding Process

### 2.3 ROI 코딩 방법

ROI 코딩은 정적 ROI 코딩과 동적 ROI 코딩으로 나눌 수 있다. 정적 코딩 방법 중 가장 많이 쓰이는 Maxshift 방법은 양자화된 계수 중에 ROI 계수와 배경 계수를 구분하여, 배경 계수 중에서 가장 큰 계수 값,  $s$ 을 구한 다음, ROI 계수를  $s$ 보다 높은 비트-평균에 이동시키는 방법으로서 JPEG2000 Part1 표준이다. 식(1)은  $s$ 을 구하는 수식이고, 식(2)는 ROI 처리 후의 계수,  $a'(u,v)$ 을 구하는 수식이다.

$$s \geq \max(M_b) \dots\dots\dots (1)$$

$$a'(u,v) = \begin{cases} a(u,v), & M(u,v) = 0 \\ 2^s a(u,v), & M(u,v) = 1 \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

식(1)에서  $\max(M_b)$ 은 각 서브밴드에서 양자화된 배경 계수 중에 가장 큰 값을 의미한다. 식(2)에서  $M(u,v)$ 는 ROI 마스크 정보로서 계수가 ROI에 속하는 좌표인 경우는 1, 배경에 속하는 좌표인 경우는 0을 의미한다. 장점은 인코딩 시에 ROI 모양 정보 대신  $s$  값만 가지게 되므로 코딩 효율이 좋다. 단점은 ROI가 모두 복원될 때까지 배경을 얻을 수 없다. 즉 ROI 중요도 조절이 불가능하다. 또한 다수 ROI 지

원이 어렵다. 그림 4는 정적 ROI에 사용되는 계수기반 스케일링 방법을 비교한 것이다.

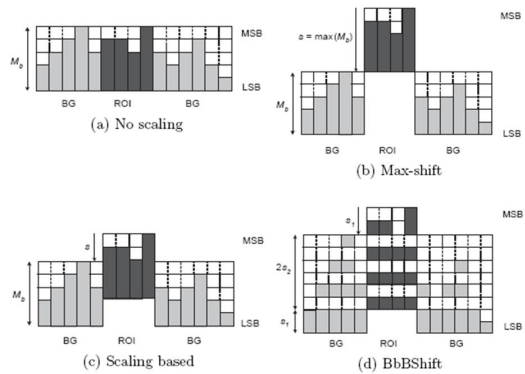


그림 4 정적 ROI 코딩 비교  
Fig. 4 Comparison of Static ROI Coding

동적 ROI 코딩 방법은 사용자가 영상의 개략적인 모양을 보고 원하는 영역을 표시하면 그 영역을 실시간으로 우선적으로 처리하는 방법이다. 이 방법에는 목시적 코딩이 있으며 EBCOT 기반의 코딩 방법으로서 JPEG2000 Part1 표준이다. 또한 수정된 목시적 ROI는 알고리즘 복잡도 없이 ROI 코드블록에 포함된 배경 계수의 우선권을 줄여 목시적 방법을 보완한 방법이다.

### 2.4 ROI 자동 추출

ROI 자동 추출은 사람이 직접 관심영역을 지정해야 하나 그렇지 못할 때 사용하는 방법이다. 이 방법은 정적 ROI에도 동적 ROI에도 적용 가능하나 효율성 측면에서 정적 ROI에서 유용하게 사용될 수 있다. ROI 자동 추출은 JPEG2000과 같은 데이터 인코딩이 포함된 기법[9-13]에도 사용되지만 압축과는 상관없는 곳에서도 추출은 사용된다. 하지만 대부분은 JPEG2000 이미지에서 사용자에게 유연성을 제공하기 위해 지원된다.

ROI의 추출은 영상의 에지를 이용하여 일반적으로 추출하며, 웨이블릿 변환을 이용하므로 주로 LH, HL, HH 밴드의 정보를 이용한다. [9]에서는 세 밴드의 계수를 OR하여 계수의 값이 특정 임계치를 초과하면 1로 설정하고 그렇지 않으면 0으로 설정하여 에지를 찾아낸다. 다음으로 잡음제거 과정을 거친다. 추출된 ROI의 형태는 임의의 모양, 네모, 원을 가질 수 있고, 한 개 이상의 ROI를 가지는 기법도 있다[10-13]. 일반적으로 관심영역은 영상의 가장자리가 아닌 중앙에 위치할 가능성이 크다.

### 2.5 ROI 마스크 생성 및 우선 처리

결정된 ROI의 위치는 ROI 마스크 정보로 변환되어 EBCOT에서 처리된다. ROI 마스크 테이블은 영상의 해상도와 같은 크기로 할당되며 각 픽셀이 ROI에 속하는 픽셀이면 ROI 마스크에 있는 그 값도 1이 되며, 배경이면 0으로 설정된다. ROI 블록 내에 ROI 픽셀과 배경 픽셀이 같이 있을 수도 있지만, 부분은 하나의 특성으로 분류된다. 우선 처리를 위해서는 EBCOT의 각 품질 레이어에서 코드블록의 임베디드 비트 스트림으로부터 임의의 공헌도를 포함하게 한다. 따라서 CB 우선적 처리는 각 코딩 패스에서 손실율을 조절한 후, PCRD(Post-Compression Rate-Distortion) 최적화 알고리즘을 다시 수행한다. 전체 손실 최소화에 의해서 CB 공헌도를 할당하기 때문에, ROI는 손실 감소와 ROI가 일치하도록 CB 공헌도를 할당한다. (식 3)은 손실 계산방법을 나타낸다.

$$D_j^{n_i} = \begin{cases} W_{ROI} w_b \sum_{u,v \in B_j} (\hat{a}^{n_i}(u,v) - a(u,v))^2, & ROI \text{ codeblock} \\ w_b \sum_{u,v \in B_j} (\hat{a}^{n_i}(u,v) - a(u,v))^2, & \text{그외} \end{cases} \quad (3)$$

(식3)에서  $W_{ROI}$ 는 ROI 가중치이고,  $D_j^{n_i}$ 는  $n_i$ 에서의 가중 MSE 손실이고,  $w_b$ 은  $B_j$ 를 포함하는 서브밴드의 가중치이고,  $B_j$ 는  $j$ 번째 CB이고,  $a(u,v)$ 는 웨이블릿 계수이고,  $\hat{a}(u,v)$ 는  $n_i$ 으로 양자화된 웨이블릿 계수이고,  $n_i$ 는 절단점을 의미한다. 이와 같이, 서버에 있는 파일이 사용자에게 빨리 보이게 하기 위해서, 빠른 디코딩, 효율적 전송이 필요한데, 본 연구에서는 효율적 전송을 위해 관심영역을 자동적으로 추출하여 우선적으로 전송하는 기법을 제안하고 실험하였다.

### III. ROI 자동 추출

본 장에서는 JPEG2000에서 기본적으로 제공하지 않는 ROI자동 추출하는 기법을 논한다. 이는 이후의 ROI의 효율적 처리를 위해 필요한 기법이다.

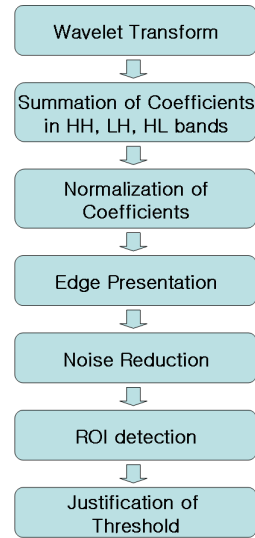


그림 5 ROI 추출 과정  
Fig. 5 Process of ROI Extraction

#### 3.1 전처리 과정

JPEG2000에서 인코딩된 압축 파일은 클라이언트로 전송되기 위해 LL 밴드부터 읽어 온다. 가장 낮은 분해 레벨의 LL 밴드와 HL, LH, HH 밴드를 읽어 와서 ROI를 자동추출 후 결정된 ROI 블록을 우선적으로 전송한다. 추출 과정은 그림5와 같다.

그림에서 첫 번째 과정은 웨이블릿 변환은 인코딩되어 있는 파일이라고 보면 된다. 본 연구에서 에지를 추출하기 위하여 다음 (식4)와 같이 가장 높은 분해 레벨의 LL 밴드를 제외한 세 개의 밴드의 합을 이용한다.

$$\hat{S}_{b,l}(x,y) = S_{b,l}^{LH}(x,y) + S_{b,l}^{HL}(x,y) + S_{b,l}^{HH}(x,y) .. \quad (4)$$

l은 분해레벨, b는 각 밴드의 b번째 비트 플랜, +는 산술 덧셈을 의미한다. 이렇게 합해진 값은 대체로 정규화 분포를 따르는데, 이것은 한 바이트의 값에 해당하는 0~255 까지의 숫자로 정규화 시킨다. 그렇게 해야 모든 영상에 일관성 있는 임계치를 적용시킬 수 있다. 본 연구를 위해 시험적으로 사용되는 영상은 512×512 해상도를 갖는 흑백 영상인 lenna를 사용한다. 그림 6은 lenna 영상을 1차 웨이블릿 변환한 것이다.



그림 6 lena 1차 웨이블릿 변환  
Fig. 6 1 Wavelet Decomposition of lena

그림 7은 1차 웨이블릿 변환한 lena 영상의 HL, HH, LH 밴드를 합하여 정규화 하여, 정규화한 값을 에지 임계치 100 이하의 값을 1로 표현하고 그 외의 값을 0으로 표현한 영상이다. 검은 점으로 표시된 부분은 에지이고 그 외의 부분은 에지외의 부분이다.



그림 7 에지 표현  
Fig. 7 Edge Presentation of lena

### 3.2 잡음 제거

잡음의 제거는 좀 더 정확한 에지를 찾기 위해서이다. 본 연구에서 잡음제거를 위한 마스크는 5×5 마스크를 사용했다. 잡음으로 간주하지 않는 점은 현재 점에 이웃한 8개의 점 중에서 한 개라도 1이 있는 경우, 그리고 한 점 건너 점 31개 중에서 3개 이상 1이 있는 경우에는 잡음으로 간주하지 않는다. 그림 8은 잡음 제거 후의 에지를 표현한 것이다.



그림 8 잡음 제거 후 에지 표현  
Fig. 8 Edge Presentation after Noise Reduction

$$edge(i,j) = \begin{cases} 1, & \text{if } \sum_{m=i-1}^{i+1} \sum_{n=j-1}^{j+1} edge(i,j) > 1 \\ \text{else } 1, & \text{if } \sum_{m=i-2}^{i+2} \sum_{n=j-2}^{j+2} edge(i,j) > 3 \\ \text{else } 0 \end{cases}$$

..... (5)

### 3.3 ROI 확정 및 임계치 조절

에지를 발견하기 위해서는 영상의 가장 자리에서 중앙으로 스캔해 갑니다. 스캔하면서 에지가 나타나고 그 에지가 특정 임계치보다 크면 그 방향으로의 에지로 결정한다. 방향은 네 방향(TOP\_DOWN(0), LEFT\_RIGHT(1), RIGHT\_LEFT(2), BOTTOM\_UP(3))으로 스캔한다. 괄호 속의 정수 값은 방향을 표시하기 위한 인덱스로 사용된다. 또한 여기서 사전 지식으로 사용한 것은 인간의 관심 영역은 대체로 중앙에 있지 가장 자리에 있지는 않다고 간주 한다. 그래서 스캔 시작을 6 픽셀(MARGIN) 간격을 두고 스캔한다.

for *direct* of all image scanning in 4 directions

```

for i=MARGIN, y, step=1 { (*when TOP_DOWN*)
  for j=MARGIN, x, step=1 {
    cnt1 = cnt1+edge(i-1,j)+edge(i, j)+edge(i+1, j) ;
    cnt2 = cnt2+edge(i-2,j)+edge(i-1, j)+edge(i, j) ;
  }
  if (cnt1/threshold > cnt2) found[direct] = i ;
}
    
```

위의 알고리즘은 위에서 아래 방향으로 스캔한 TOP\_DOWN을 표현한 것인데, 이것을 각 네 방향으로 모두 스캔하여 found[direct]에 에지 정보를 담게 된다. 그림 9에서 보인 에지 정보  $(x1, y1) = (31, 23)$ ,  $(x2, y2) = (208, 248)$  이다. 여기에 보인 영상의 해상도는 1차 웨이블릿을 변환한 것이므로  $256 \times 256$ 이다. cnt1은 스캔 중에 있는 현재 라인과 앞뒤의 세 라인의 에지 정보를 합한 것이고, cnt2는 현재 스캔 라인과 앞의 두 라인의 에지정보를 합한 것이다. 현재의 에지 정보 cnt1이 이전 에지 정보 cnt2보다 어떤 임계치(threshold) 보다 크면 그 방향으로의 ROI는 확정된다.

하지만, 어떤 경우에는 에지 정보가 뚜렷하지 않아 ROI를 판단할 수 없는 경우가 있다. 이 때 에지 정보를 위하여 기존의 값(100)에 10%를 더하여(110) 에지를 표현하여 잡음 제거를 하고 ROI를 찾게 된다.



그림 9 ROI 확정  
Fig. 9 Edge Presentation after Noise Reduction

#### IV. ROI 마스크 생성 및 우선처리

ROI는 사용자가 직접 지정할 수 있는 방법과 자동으로 지정하는 방법이 있는데, 본 연구에서는 자동으로 지정하는 방법을 사용하고 지정된 ROI는 마스크로 만들어져 EBCOT로 입력되어 우선적 전송에 사용된다. 마스크의 구성은 ROI영역은 1로 배경영역은 0으로 설정된다.

##### 4.1 관심영역 마스크

사용자가 보는 관점에서의 마스크는 이미지 도메인에서의 마스크이며 ROI에 포함되는 마스크 정보는 다음 식과 같이 구성된다. 값이 1이면 ROI에 해당되는 픽셀을 의미하고 0이면 배경이 된다.

$$M(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{관심영역} \\ 0, & \text{배경} \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

하지만 이를 웨이블릿에 적용하기 위해서는 웨이블릿 도메인에서의 마스크 정보로 변환해야 한다. 웨이블릿 도메인에서의 ROI 마스크 정보는 이미지 도메인에서의 ROI 마스크 정보와 IDWT를 이용하면 구할 수 있다. 즉, 웨이블릿 도메인에서의 ROI 마스크 생성 과정은 우선 이미지 도메인에서의 ROI 마스크와 마지막 IDWT에 의해 2개의 서브밴드 안에 어떤 위치의 계수가 ROI 계수로 재구성하기 위해 사용되었는지를 추적하게 된다. 그런 후에, 두 서브밴드에서의 ROI 마스크와 마지막 이전의 IDWT에 의해 각각 2개의 서브밴드 안에 어떤 위치의 계수가 ROI 계수로 재구성하기 위해 사용되었는지를 추적하게 된다. 이렇게 하여 각 분해레벨에서 모든 서브밴드 내에 어떤 위치의 계수가 ROI 계수로 재구성하기 위해 사용되었는지를 추적하게 된다. 그림 10은 이미지 도메인에서의 ROI 마스크를 웨이블릿 도메인에서의 ROI 마스크로 변환되는 과정이다. 웨이블릿 도메인에서의 ROI 마스크는 각 분해 레벨에서 서브밴드 안에 ROI 코드블록, 배경 블록, 부분 배경 계수를 포함하는 ROI 블록으로 구성된다.

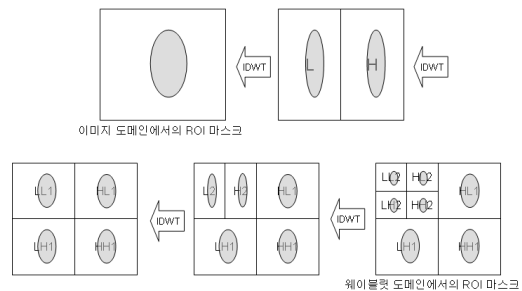


그림 10 관심영역 마스크 변환  
Fig. 10 Conversion of Region-Of-Interest mask

### 4.2 ROI 영역 표시

관심영역은 코드블록(32X32 또는 64X64) 단위로 하나의 이미지는 나누고 각 코드 블록에 해당하는 ROI 마스크를 EBCOT에 입력시킨다. 본 연구에서 주어진 ROI 영역은 모두 네모로 구성되고 각 코드블록은 다음 세 가지의 마스크 영역으로 구성된다.

- 모든 픽셀이 ROI인 코드블록
- 일부 픽셀만 ROI인 코드블록
- 모든 픽셀이 배경인 코드블록

3장에서 ROI 블록에 해당하는 꼭짓점 (x1, y1), (x2, y2)가 구하여 졌으므로 이 공간 내에 속하면 ROI로 지정하고 속하지 않으면 배경으로 지정한다.

```
for all mask = 0 ;
for i = y1, y2 step 1
  for j = x1, x2 step 1
    mask[i][j] = 1 ;
```

### 4.3 ROI 코드블록의 우선처리

EBCOT에서는 각 서브밴드를 코브블록으로 나누어서 코드블록에 대해 독립적으로 코딩된 임베디드 비트스트림으로부터 최종 비트스트림이 만들어 진다. 블록 전체가 ROI인 경우는 우선권 조절이 필요 없이 그냥 보내면 되지만, 일부가 ROI인 경우는 배경 영역을 k만큼 절단하여 우선권 조절을 한다. 일부가 ROI인 코드블록의 우선권 조절은 다음 식에 의해 성취된다.

$$\bar{a}(u, v) = \begin{cases} \text{sign}[a(u, v)] \left[ \frac{|a(u, v)|}{2^k} \right] 2^k, & \text{배경 계수} \\ a(u, v), & \text{ROI 계수} \end{cases} \quad (7)$$

매개 변수 k는 인코더에서 임의로 지정 가능하며 본 연구에서는 Maxshift방법을 사용하였으므로 k는 모든 배경 영역을 ROI 영역 보다 낮은 우선순위를 갖도록 k를 결정한다.

## IV. 실험 및 평가

실험은 Maxshift 방법을 이용하며, PSNR을 측정한다. 제안한 방법에서  $W_{ROI}$ 의 값은 4096로 설정하였다. 사용된 영상은 자연영상이며, ROI의 크기는 각 영상에 따라 다르게 했고, 분해 레벨(L)도 여러 레벨로 다르게 실험하였다.

### 4.1 실험 방법

본 실험의 영상은 그림 11과 같고, 영상은 ROI의 크기가 다르게, 다른 특징들을 갖도록 선택하였다.

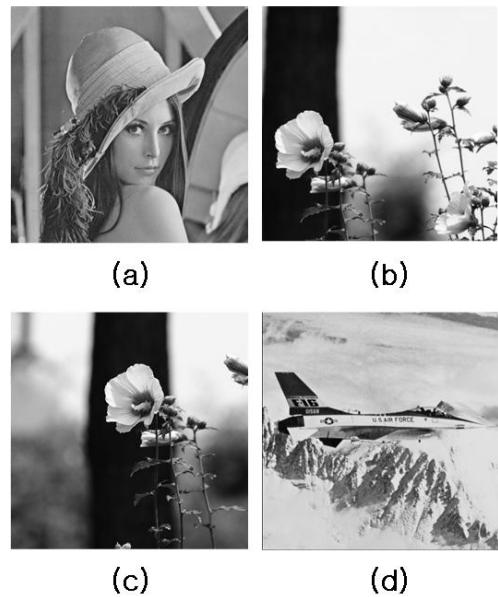


그림 11 실험 영상 (a)lenna (b)flower1 (c)flower2 (d)plane  
Fig. 11 Experimental Images

실험에 사용된 모든 영상은 흑백 영상이고, 해상도는 512X512를 갖는다. lenna 영상과 flower1 영상은 1 레벨 분해, plane 영상은 2 레벨 분해, flower2 영상은 3 레벨 분해한 영상을 사용하였다. 각 최종 분해 레벨의 LH, HL, HH 밴드만이 본 연구의 ROI 결정에 사요되었다.

### 4.2 ROI 추출 위치

각 영상은 분해 레벨이 틀리므로 ROI가 결정되는 크기도 다르다. 각 영상에서 최종 분해 레벨에서 결정된 에지 분포와 ROI의 위치는 그림 12와 같고, 각 영상의 비트율은 1.2bpp에서 실험한 것이다. 그림에서 왼쪽 영상은 에지 분포를 보이고, 오른쪽 영상은 각 분해 레벨에서 선택된 ROI의 위치를

보이고 있다. 영상의 크기가 차이가 나는 것은 각 분해 레벨이 커질수록 각 밴드의 해상도는 작아진다. plane 영상에서 일반적으로 인간이 보는 관점에서는 비행기 부분만 ROI 영역으로 잡히길 원하지만, 산 영역도 관심영역으로 잡혀질 수 있음을 보이고 있다.

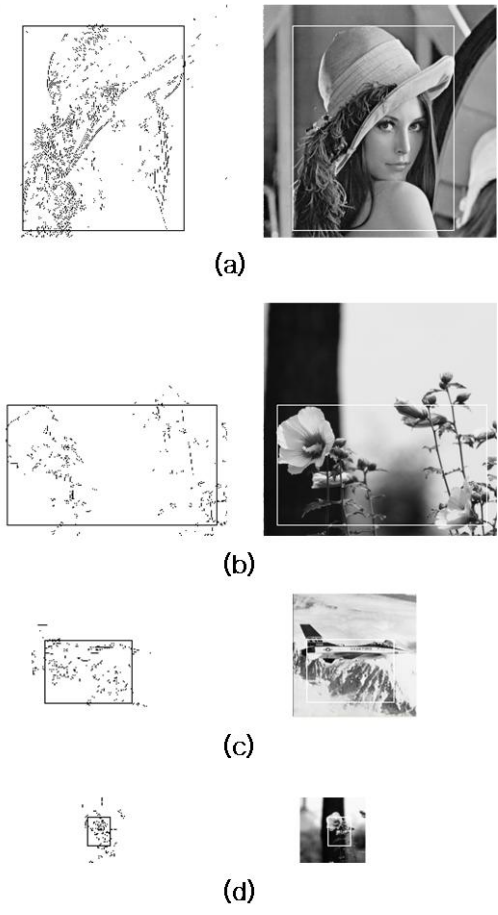


그림 12 에지 분포와 ROI위치 (a)lenna (b)flower1 (c)plane (d)flower2  
Fig. 12 Edge Distribution and ROI region

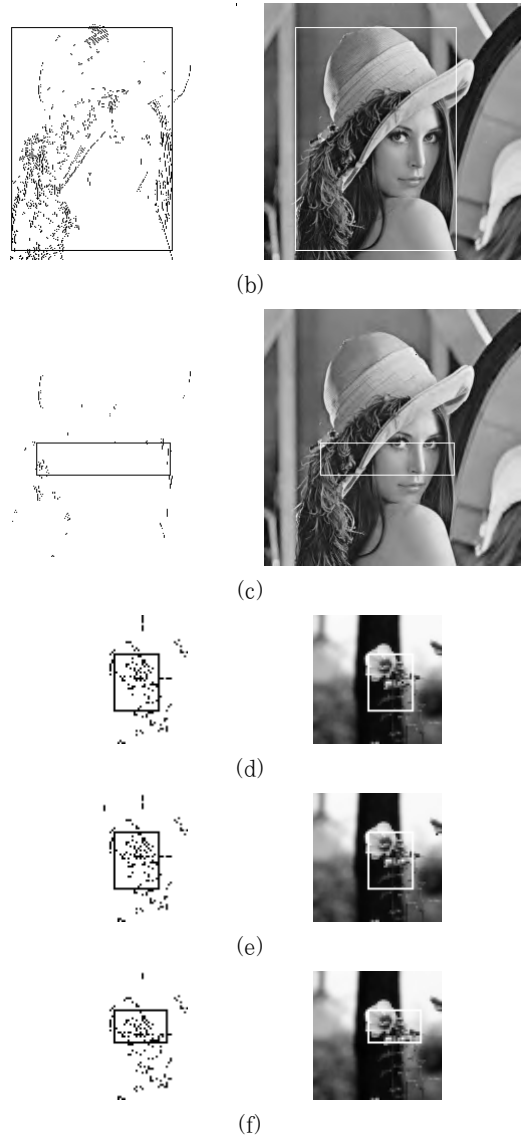
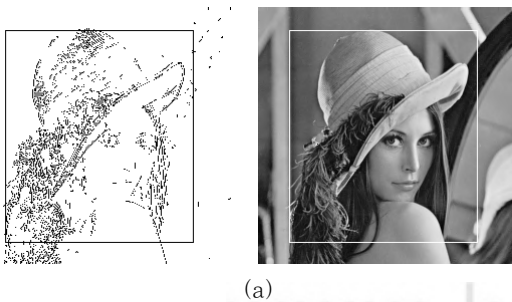


그림 13 에지 분포와 ROI위치, lenna((a)0.8bpp, (b)0.4bpp (c)0.2bpp), flower2((d)0.8bpp, (e)0.4bpp (f)0.2bpp)  
Fig. 13 Edge Distribution and ROI region

그림 13은 lenna와 flower2 영상에서 0.8bpp, 0.4bpp, 0.2bpp로 압축했을 때의 ROI 영역을 나타낸다. 압축률이 크면 에지가 적게 나타나므로 ROI영역이 정확하게 잡히지 않을 수 있으나, 본 연구에서 제안한 방법으로 찾은 ROI는 대체로 정확하게 결정된다. 그림에서 lenna 영상은 1 레벨 분해한 256X256 영상에서 ROI를 찾은 것이고, flower2 영상은 3 레벨 분해한 56X56 영상에서 ROI를 찾은 것이다.

### 4.3 화질 평가

본 논문의 PSNR을 사용한 객관적 화질 평가는 다음 식과 같고, 이 식은 샘플 당 n 비트의 길이를 가진다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(2^n - 1)^2}{MSE}$$

MSE는 다음과 같다.

$$MSE = \frac{\sum (\hat{x} - x)^2}{A}$$

여기서  $x$ 는 원 화소 값을 의미하고,  $\hat{x}$ 은 재구성된 화소 값을 의미하고,  $A$ 는 ROI를 의미한다.

표 1 각 영상의 비트율에 따른 PSNR  
Table 1 PSNRs by each bit rate of 4 images

비트율(bpp) \ 영상		lenna	flower1	flower2	plane
0.2	no ROI	27.200	29.890	29.992	26.956
	with ROI	27.103	29.646	29.856	26.870
0.4	no ROI	31.143	33.300	33.478	30.820
	with ROI	30.928	33.284	33.444	30.723
0.8	no ROI	36.108	39.355	39.642	35.387
	with ROI	36.002	39.347	39.547	35.234
1.2	no ROI	40.345	42.919	43.129	39.110
	with ROI	40.232	42.902	43.009	39.002

표에 보인 PSNR을 보면 ROI를 가진 것이나 ROI 갖지 않은 것의 화질의 차이는 아주 미미하게 나타났다. ROI를 갖게 되면 ROI를 우선처리하기 위하여 ROI부분을 거의 손실을 주지 않기 때문에 전체 화질은 떨어질 수도 있다. 하지만 ROI 부분은 배경에 비해 좋은 화질을 가지므로 충분히 좋은 기법이라 할 수 있다.

## V. 결론 및 향후과제

일반적으로 JPEG2000 인코딩에서는 사용자가 일일이 수동으로 자신의 관심영역을 지정하여 압축 저장하는 방법을 제안하고 있으나, 특정 환경에서는 자동적으로 관심영역을 지정하여 인코딩하거나, ROI가 없는 파일에서 ROI를 자동적으로

생성하여 클라이언트에 전송하는 기법이 요구 되었다. 본 연구에서는 웨이블릿 변환된 계수들의 집합인 HL, LH, HH 밴드의 계수를 이용하여 영상의 에지를 찾아내고 이를 바탕으로 관심영역을 찾아내고 이를 우선 처리하는 기법을 제안하였다. 우선처리 되는 ROI는 사용자에게 우선적으로 보이게 되며, 사용자 만족도가 증가하게 된다. 반면에 전체적인 화질은 떨어지게 된다. 실험에서 보았듯이 전체적인 화질은 거의 차이가 없이 본 기법을 사용할 수 있었다. 본 연구는 에지가 확연히 들어나야 원하는 관심영역을 찾을 수 있다는 단점이 있다. 즉, 낮은 비트율로 압축되었다거나 분해 레벨이 많은 경우에는 정확한 ROI를 찾지 못할 수도 있다. 추후에는 이를 개선하기 위한 노력이 필요할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Ned Kock, "Media Richness or Media Naturalness? The Evolution of Our Biological Communication Apparatus and Its Influence on Our Behavior Toward E-Communication Tools", IEEE Transactions on Profession Communication, Vol. 48, No. 2, Jun. 2005
- [2] Jaehan In, Shahram Shirani, and Faouzi Kossentini, "On RD Optimized Processive Image Coding Using JPEG", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 8, No. 11, November 1999
- [3] Ahn, C.B., Kim, I.Y., Han, S.W., "Medical Image Compression Using JPEG Progressive Coding", Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, 1993 IEEE Conference Record, pp.1336~1339, Nov. 1993
- [4] ISO/IEC Int'l Standard 15444-1, ITU Recomm. T.800, "JPEG2000 Image Coding System", 2000
- [5] Charilas Christopoulos, Athanassios Skodras, and Touradj Ebrahimi, "The JPEG2000 Still Image Coding System : An Overview", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 46, No. 4, pp.1103~1127, Nov. 2000
- [6] Kong H-S, Vetro A., Hata T. and Kuwahara N., "Fast Region-of-Interest Transcoding for JPEG2000 Images", Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc., Dec. 2005

- [7] LI-BAO ZHANG, KE WANG, "New Approach for JPEG2000 Region of Interest Image Coding : Hybrid Bitplane Shift", Proceedings of the Third International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Shanghai, pp.26~29, Aug. 2004
- [8] H. Yang, M. Long and H. M. Tai, "Region-of-Interest Image Coding Based on EBCOT", IEE Proceedings-Vision, Image, and Signal Processing, Vol. 152, pp.590~596, Oct. 2005
- [9] Oscar T. -C. Chen and Chih-Chang Chen, "Automatically-Determined Region of Interest in JPEG2000", IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 9, No. 7, pp.1333-1345, Nov. 2007
- [10] Y. B. Chen and Oscar T.-C. Chen, "Robust Fully-Automatic Segmentation Based on Modified Edge-Following Technique", ICASSP, 2003
- [11] Chih-Chang Chen and Oscar T.-C. Chen, "Region of Interest Determined by Perceptual-Quality and Rate-Distortion Optimization in JPEG2000", ISCAS, pp.869-872
- [12] Hao-Song Kong, Anthony Vetro, Toshihiko Hata and Naoki Kuwahara, "Fast Region-of-Interest Transcoding for JPEG2000 Images", IEEE, pp.952-955, 2005
- [13] Fei Wang, Jishang Wei, Naning Zheng, Shaoyi Du and Bin Gao, "Automatic ROI Selection for JPEG2000 Compression of Remote Sensing Images", IEEE International Conference on Semantic Computing, pp.615-621, 2007

**저 자 소개**



**박 재 흥**

1978년 충북대 수학교육과  
 1989년 중앙대 대학원 전산과(박사)  
 1983년~현재 경상대 컴퓨터과학과 교수  
 관심분야 : 소프트웨어 공학, 테스트, 소프트웨어 신뢰성



**서 영 건**

1987년 경상대학교 전산과 학사  
 1997년 숭실대학교 전산과 박사  
 1989년~1992년 삼보컴퓨터  
 1997년~현재 경상대학교 컴퓨터교육과 부교수  
 2001년~현재 경상대학교 컴퓨터정보통신연구소원  
 관심분야 : 멀티미디어통신, 영상인식, 원격교육



**김 상 복**

1989년 중앙대학교 전자공학과 박사  
 1984년~현재 경상대학교 컴퓨터과학과 교수  
 2001년~현재 경상대학교 컴퓨터정보통신연구소원  
 관심분야 : 멀티미디어통신, 영상인식, 보안



**강 기 준**

2000년 경상대학교 컴퓨터과학과  
 2002년 경상대학교 교육대학원 컴퓨터교육과  
 2007년 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사  
 <관심분야> JPEG2000, MPEG,



**김 호 용**

1985년 울산대학교 전산과  
 1987년 숭실대학교 전산과 석사  
 1990년~1991년 한국과학기술원  
 1991년~1995년 현대자동차(주)  
 1996년~현재 영진전문대학 컴퓨터정보기술계열 조교수  
 <관심분야> 데이터베이스, 데이터 압축