韓國 컴퓨터情報學會 論文誌
第14卷 第1號, 2009. 1.

2009-14-1-2-2

관심영역 코딩을 위한 기울기 정보 기반의 빠른 마스크 생성 기법

박 순 화*, 서 영 건**, 이 부 권*, 강 기 준*, 김 호 용***

A Slope Information Based Fast Mask Generation Technique for ROI Coding

Sun Hwa Park*, Yeong Geon Seo**, Bu Kweon Lee*, Ki Jun Kang*, Ho Yong Kim***

요 약

JPEG2000에서 동적 관심영역 코딩을 지원하기 위해서는 빠른 ROI 마스크 생성이 제공되어야 한다. 기존의 관심영역 부호화에서는 모든 픽셀을 순차적으로 탐색하여 관심영역을 판별한 후에 ROI 마스크를 생성하므로 많은 처리시간을 요구하였다. 제안한 방법은 하나의 코드블록 내에 네 모서리 부분의 픽셀을 탐색하고, 이 정보를 기반으로 ROI와 배경의 경계를 찾아내기 위해 가장자리를 탐색한다. 탐색 후 얻어진 결과는 ROI 분포정보와 가장자리와 경계부분이 만나는 지점인 두 점의 좌표로 구성된다. 얻어진 두 정보는 인코더로 전송되어 빠른 ROI 마스크를 얻도록 지원된다. 제안한 방법은 기존의 방법과 비교했을 때 품질은 큰 차이가 없지만, 탐색 시간과 마스크 생성시간에서 우수함을 보였다.

Abstract

To support dynamic Region-of-Interest(ROI) in JPEG2000, a fast ROI mask generation is needed. In the existing methods of ROI coding, after scanning all the pixels in order and discriminating ROI, an ROI mask has been generated. Our method scans 4 pixels of the corners in one code block, and then based on those informations, scans the edges from the corners to get the boundaries of ROI and background. These informations are consisted of a distributed information of ROI and two coordinates of the pixels, which are the points the edges and the boundaries meet. These informations are transmitted to encoder and supported for fast ROI mask generation. There were no great differences between the proposed method and the existing methods in quality, but the proposed method showed superiority in speed.

▸ Keyword : JPEG2000, ROI, ROI Mask, Implicit, Maxshift

• 제1저자 : 박순화 교신저자 : 서영건
• 투고일 : 2008. 10. 21, 심사일 : 2008. 10. 22, 게재확정일 : 2008. 12. 12.
* 경상대학교 컴퓨터과학과, 컴・정보통신연구원 ** 경상대학교 컴퓨터교육과,컴・정보통신연구원
*** 영진전문대학 컴퓨터정보기술계열
※ 본 연구는 2007년도 경상대학교 학술진흥지원 사업의 지원으로 이루어 졌음.

Ⅰ. 서 론

세상에는 많은 정보들이 존재한다. 이 정보를 얼마나 빠르고 정확하게 분석 수집하여 정보로 이용하고, 또한 이것을 저장하고, 전송하는 것은 매우 중요한 일이 되었다. 지금 컴퓨터에 이용되는 원시 데이터 중에서 가장 많은 양을 차지하는 것은 영상 데이터이다. 영상은 특히 다양한 응용 분야에서 이용되고 있지만[1], 데이터 량이 많다는 특성으로 인해 제한점을 많이 갖고 있다. 이 제한점을 극복하려면 데이터 량을 줄이는 것과, 먼 곳으로 오류 없이 빠르게 전송하는 것이다. 이런 분야는 이미 많은 연구가 되어 왔고[2,3], 최근에는 많은 데이터 량 중에서 특정 부분만 미리 빠르게 볼 수 있게 하는 관심 영역(ROI : Region of Interest) 부호화가 생겨나게 되었다.

ISO/IEC의 JTC1/SC29/WG1에서는 JPEG2000이라는 새로운 정지영상 압축 표준을 발표하여[4,5], 다양한 사용자의 요구 사항을 충족시킬 수 있게 되었다. JPEG2000의 대표적인 특징으로는 무손실/손실 압축, 무손실 코딩에의 내포된 손실, 화소 정확성과 해상도에 의한 점진적인 전송, 비트 에러 그리고 관심영역 부호화 등이 있다[6,7]. 특히 관심영역 부호화는 영상 내의 관심 영역을 배경보다 먼저 전송하여 사용자가 볼 수 있게 할 수 있으며, 낮은 압축률로 배경보다 고품질로 영상을 저장하는 것을 말한다. 이렇게 하면, 사용자 입장에서 원하는 부분을 먼저 볼 수 있으며, 그리고 고품질의 영상으로 볼 수 있다. 또한 저비트율의 통신 환경에서는 전체 영상을 모두 받지 않고 원하는 관심영역만 볼 수도 있게 한다[8-15].

ROI 부호화 방법은 언제 ROI를 지정하느냐에 따라서 정적 ROI와 동적 ROI로 나뉜다. 정적 ROI 방법은 이미지 인코딩 과정에서 ROI 마스크를 생성한 후 웨이블릿 계수 단위로 우선적 처리하는 방법이다. 이 방법은 인코딩 시에 ROI가 이미 결정되어 압축되는데, 일반적으로 이미지 전송은 압축 후에 필요에 의해 수행되기 때문에 ROI 코딩 시간이 이미지 전송 시간에 직접적으로 영향을 미치지는 않는다. 표준에서는 Maxshift[9]와 Scaling based[10] 방법을 제안하고 있으나, 이를 보완하여 나온 Maxshiftlike[11], BbBShift [12], GBbBShift[13], PSBShift[14], HBShift[15] 등의 비표준 방법들도 있다.

동적 ROI 방법은 인코딩된 비트스트림의 일부를 사용자에게 전송한 후, 사용자가 관심영역을 지정하면, 그 때 ROI가 지정된다. 이 방법에는 표준에서 제안하고 있는 묵시적(Implicit)[9] 방법이 있으며, 이를 보완한 비표준 방법으로 수정된 묵시적(Modified Implicit)[16], Fast ROI Transcoding[8], Flexible and Dynamic[17], Prioritized[18] 등이 있다.

이렇게 동적 관심영역 지정은 실시간 상태에서 이루어지기 때문에, 관심영역 정보가 빠르게 판별되어 인코더로 전송되어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 한 코드 블록내의 계수를 전부 탐색하지 않고 일부만 탐색하여 개략적인 정보를 이용해 빠르게 ROI 마스크를 생성하는 기법을 제안한다. 개략적인 정보는 코드블록의 가장자리에 걸쳐 있는 ROI와 배경간의 경계를 빠르게 탐색한 후, 탐색된 두 가장자리의 위치를 직선으로 연결하여 한쪽은 배경영역, 다른 한쪽은 ROI 영역으로 간주한다. 이렇게 하면, 기존의 방법보다는 정밀성은 다소 떨어지지만, 처리 속도 면에서는 아주 빠르다는 것을 실험으로 확인하였다

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. 이것은 점진적 이미지 전송 방법보다 압축률과 전송시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 효율적인 메모리 관리 등으로 인해 보다 빠른 이미지 서비스가 가능하다[19].

ROI 마스크 생성은 사용자가 원 이미지를 보고 ROI 모양을 정의하면, 이미지 도메인에서의 이진 ROI 마스크를 생성하고, 생성된 ROI 마스크는 IDWT(Inverse DWT)를 이용하여 웨이블릿 도메인에서의 ROI 마스크를 생성한다. 이렇게 구한 ROI 마스크 정보에 의해 ROI 웨이블릿 계수 단위로 중요도에 따라 업 스케일링함으로서 우선적 처리를 한다. 이처럼 계수 스케일링 기반의 ROI 코딩 방법은 대부분 정적 ROI에 속한다. 대부분의 응용 분야에서는 ROI 서비스를 위해 정적 ROI 코딩 방법으로도 충분히 가능하다. 하지만 인코딩 과정에서 ROI를 모른다면, 디코딩 과정에서 ROI 모양 정보를 받아서 ROI 코딩을 한다. 이 처럼 디코더 과정에서 ROI 모양을 정의한 후 ROI 코딩하는 방법을 동적 ROI 코딩이라고 한다[8, 9, 16, 17, 18]. 그림 1은 동적 ROI 코딩 과정을 나타내고 있다.

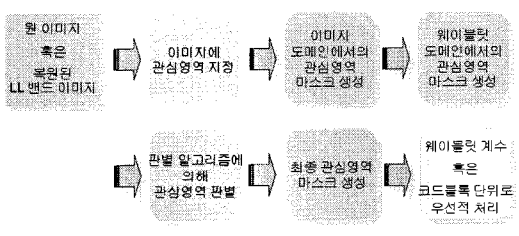

그림 1. 제안한 관심영역 마스크 생성 과정
Fig. 1. The block diagram of the proposed method

동적 ROI 코딩 과정은 ROI 코딩이 되어 있지 않은 압축된 비트 스트림으로부터 기본적인 압축 정보와 LL 밴드 내용을 추출하여 디코더로 전송한다. 사용자는 복원된 LL 밴드 내용을 보고 ROI를 정의하고 이 정보를 인코더로 전송한다. 인코더에서는 ROI 코드블록 혹은 ROI 패킷을 판별하여 최종 ROI 마스크를 생성한 다음에 ROI 코드블록이나 패킷을 ROI 중요도에 따라 우선순위를 할당하여 ROI 코딩을 하고, 마지막으로 재구성된 이미지를 출력한다.

2.2 Maxshift ROI 코딩

Maxshift방법[9]은 양자화된 계수 중에 ROI 계수와 배경 계수를 구분하여, 배경 계수 중에서 가장 큰 계수 값, s을 구한 다음, ROI 계수를 s보다 높은 비트-평면에 이동시키는 방법으로서 JPEG2000 Part1 표준이다. 식(1)은 s을 구하는 수식이고, 식(2)는 ROI 처리 후의 계수, $a'(u,v)$를 구하는 수식이다.

$$s \geq \max(M_b) \quad \cdots\cdots (1)$$

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

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 s값만 가지게 되므로 코딩 효율이 좋다. 단점은 ROI가 모두 복원될 때까지 배경을 얻을 수 없다. 즉 ROI 중요도 조절이 불가능하다. 또한 다수 ROI 지원이 어렵다.

2.3 묵시적 ROI 코딩

이 방법[9]은 EBCOT 기반의 코딩 방법으로서 디코딩 시에 ROI를 정의하여 코딩하는 동적 ROI 코딩 방법이고, JPEG2000 Part1 표준이다. EBCOT에서 각 품질 레이어는 코드블록들(혹은 패킷, 프리신트)의 임베디드 비트 스트림으로부터 임의의 공헌도를 포함한다. 따라서 우선처리는 각 코딩 패스에서 손실률을 조절한 후, PCRD(Post-Compression Rate-Distortion) 최적화 알고리즘을 다시 수행한다. 전체 손실 최소화에 의해서 코드블록 공헌도를 할당하기 때문에, 묵시적 ROI는 손실 감소와 ROI가 일치하도록 코드블록 공헌도를 할당한다. 식(3)은 손실 계산방법을 나타낸다.

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

식(3)에서 W_{ROI}은 가중치이고, $D_j^{n_i}$은 n_i에서의 가중 MSE 손실이고, w_b은 B_j을 포함하는 서브밴드의 가중치이고, B_j은 j번째 코드블록이고, $a(u,v)$은 계수이고, $\hat{a}(u,v)$은 n_i으로 양자화된 계수이고, n_i은 절단점을 의미한다.

이 방법의 장점은 복잡도가 낮아 구현이 쉽고, 비트-평면 이동을 하지 않는다. 단점은 코드블록단위로 ROI가 지정되기 때문에 다각형 모양만 지원하다. 또한 ROI 코드블록 안에 포함된 배경 계수도 ROI 처리를 함으로서 ROI 코딩 성능이 떨어진다.

2.4 수정된 묵시적 ROI 코딩

수정된 묵시적 ROI[16]는 알고리즘 복잡도 없이 ROI 코드블록에 포함된 배경 계수의 우선권을 줄여 묵시적 방법을 보안한 방법이다. ROI 코드블록 내의 배경 계수의 우선권 조절은 배경 계수의 k LSB만큼 절단하는 방법으로 실현된다. 식(4)는 ROI 처리 전의 ROI 코드블록내의 계수인 $a(u,v)$을 우선권 조절 후의 계수인 $\bar{a}(u,v)$로 변환하는 식이다.

$$\bar{a}(u,v) = \begin{cases} sign[a(u,v)] \left\lfloor \frac{|a(u,v)|}{2^k} \right\rfloor 2^k, & BG \text{ 계수} \\ a(u,v), & ROI \text{계수} \end{cases} \quad \cdots\cdots (4)$$

매개변수 k는 인코더에서 지정되며, 조정이 가능하다. k 값이 클수록 ROI 코드블록내의 배경 계수의 우선권이 낮아진다. 장점은 계수 단위로 ROI 처리가 가능하며, 전체 ROI 전송이 묵시적 ROI 방법보다 약 24% 속도가 빠르다는 것이다. 그리고 ROI 크기가 작을수록 무손실 재구성 비트율도 낮아진다. 단점은 ROI 코드블록에 포함된 k LSB의 절단 때문에, 무손실 ROI 코딩 방법과는 호환되지 않는다.

본 연구에서 개략적인 ROI 정보를 빠르게 얻기 위하여 코드블록의 네 모서리의 정보를 이용하며, 모서리로부터 가장자리를 탐색하여 ROI와 배경을 분리하는 직선을 구한다. 직선 정보는 인코더로 전송되어 빠르게 ROI 계수를 분리해 내고 ROI 계수는 우선처리 되어 다시 클라이언트로 전송되도록 한다.

III. 경계 정보 기반 ROI 마스크 생성

본 연구는 그림 2의 구조를 가지고 있으며, 사용자에 의해 지정된 ROI는 ROI 분포 정보와 기울기 정보가 서버로 전송된다. 기울기 정보는 ROI와 배경을 구분하는 가장자리의 두 점으로 구성된다. 서버는 ROI 기울기 정보를 기반으로 ROI 마스크를 생성하여 EBCOT 코딩하여 ROI가 포함된 이미지를 구성한다.

3.1 관심영역 마스크

사용자가 보는 관점에서의 마스크는 이미지 도메인에서의 마스크이며 ROI에 포함되는 마스크 정보는 식(5)와 같이 구성된다. 값이 1이면 ROI에 해당되는 픽셀을 의미하고 0이면 배경이 된다.

$$M(x,y)=\begin{cases}1, & \text{관심영역}\\ 0, & \text{배경}\end{cases} \quad \cdots\cdots (5)$$

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 3에서 웨이블릿 도메인에서의 ROI 마스크는 각 분해 레벨에서 서브밴드 안에 ROI 코드블록, 배경 블록, 부분 배경 계수를 포함하는 ROI 블록으로 구성된다.

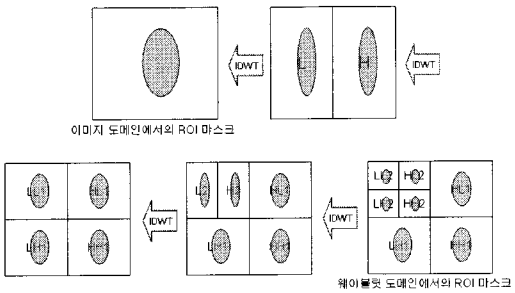

그림 3. 관심영역 마스크 변환
Fig. 3. Conversion of Region-Of-Interest mask

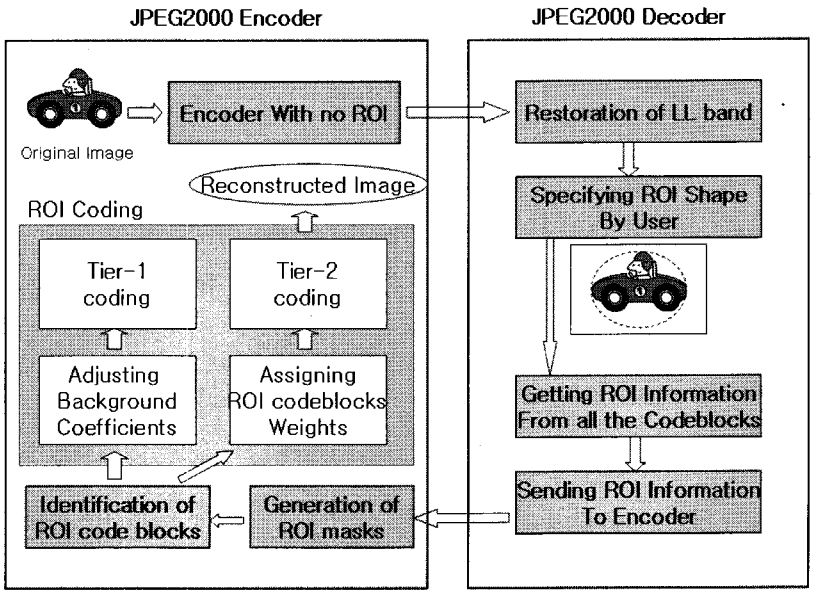

그림 2. 제안된 기법이 포함된 JPEG2000 구성
Fig. 2. JPEG2000 construction with proposed method

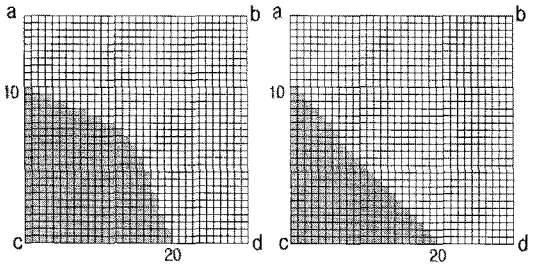

그림 4. ROI 표시와 마스크영역
Fig. 4. Specifying ROI and region of mask

3.2 ROI 영역 표시

관심영역은 하나의 코드블록(32X32) 내에서 어떤 픽셀이 ROI에 속하는지 배경에 속하는지를 가려내는 것이다. 이 영역을 가장 정확하게 표시하는 기법은 수정된 묵시적 관심영역 코딩 방법인데 이 방법은 모든 픽셀을 탐색하므로 너무 많은 시간을 소비한다. 사용자의 관심영역의 표시는 실시간으로 이루어져야 하는데, 약간의 품질을 떨어뜨리더라도 빠른 코딩이 필요하게 되었다. 이를 위해 개략적인 ROI와 배경을 구분하기 위해 직선으로 그 경계를 구분하기로 한다. 직선은 그림 4와 같이 약간의 품질 저하가 발생하지만, 32X32 블록은 그리 크지 않으므로 사용자의 관점에서는 그리 문제가 되지 않는다. 그림 4의 첫 번째 그림의 회색 부분은 사용자가 지정한 ROI영역이며, 두 번째 그림은 원래의 ROI 영역을 본 연구에서 직선으로 구분한 ROI영역을 표시한다. 그리고 사용자는 큰 이미지에서 관심영역을 표시하기 위해서는 타원(또는 원) 또는 네모를 그려 사용하게 된다. 타원인 경우, 32X32 블록으로 표시되면 거의 직선에 가깝게 표현되고, 네모인 경우에는 모서리부분만 품질 저하가 일어나게 된다.

표 1. ROI 분포에 따른 탐색 순서
Table 1. Searching Order with ROI distribution

a b c d	ROI분포	탐색순서	ROI 위치
0 0 0 0		모두 배경	
1 1 1 1		모두 ROI	
0 0 0 1		c→d, b→d	오른쪽
0 0 1 0		a→c, c→d	왼쪽
0 0 1 1		a→c, b→d	아래
0 1 0 0		a→b, b→d	오른쪽
0 1 0 1		a→b, c→d	오른쪽
0 1 1 0		제외	
0 1 1 1		a→b, a→c	오른쪽
1 0 0 0		a→b, a→c	왼쪽
1 0 0 1		제외	
1 0 1 0		a→b, c→d	왼쪽
1 0 1 1		a→b, b→d	왼쪽
1 1 0 0		a→c, b→d	위
1 1 0 1		a→c, c→d	오른쪽
1 1 1 0		c→d, b→d	왼쪽

3.3 ROI 코드블록의 ROI 정보 추출

본 연구에서는 이와 같은 기본 원리를 적용하여 표 1과 같이 한 블록의 각 모서리를 a, b, c, d로 표시하고 각 모서리의 값이 1이면 ROI 영역, 0이면 배경영역으로 표시한다. 각 네 모서리의 값에 따라, 가장자리를 탐색하여 ROI와 배경영역의 경계점을 탐색한다. 경계점이 탐색되면, 인코더로 전송되는 마스크 정보는 22비트로 다음과 같이 구성된다.

○ ROI 분포 정보(2비트)
- 00 : 모두 배경
- 11 : 모두 ROI
- 01 : 직선 기준으로 왼쪽 또는 위쪽 부분 ROI
- 10 : 직선 기준으로 오른쪽 또는 아래쪽 ROI

○ 경계점 두 점 (X_1, Y_1)(X_2, Y_2) (20 비트)
- 각 경계점의 값은 0-31의 값이므로 각 5비트

표의 탐색 순서에서 "제외"로 되어 있는 것은 한 블록 내에 ROI가 나누어져 있는 경우는 실제로 불가능하기 때문에 제외한다. 그림 4에서 a=b=d=0이고 c=1 이므로 가장자리를

따라서 탐색 순서는 a→c와 c→d 방향으로 탐색한다. 탐색 후의 두 점은 (0, 10)과 (20, 31)로 주어지고, ROI분포 정보는 "01"이 된다. 탐색을 위한 자료구조는 다음과 같다.

```
SCAN record
      BYTE   direct ; /* 방향   */
      BYTE   start, end ; /*시작점, 끝점*/
END ;
SCAN_ORDER record
     SCAN first_scan ;
       SCAN second_scan ;
END ;
```

구조체의 초기화는

```
scan_order[14] = {{{X,c},{Y,d}},{Y,a},{X,d}},
  {{Y,a},{Y,d}},{{X,a},{Y,d}},{{X,a},{X,d}},
  {{0,0},{0,0}},{{X,a},{Y,c}},{{X,a},{Y,c}},
  {{0,0},{0,0}},{{X,a},{Y,d}},{{X,a},{X,d}},
  {{Y,a},{Y,d}},{{Y,a},{X,d}},{{X,c},{Y,d}}}
```

여기서, direct는 X또는 Y 값을 가지는데, 탐색 방향이 X축 또는 Y축을 의미하며, start는 시작 모서리 위치, end는 끝 모서리 위치를 의미한다. 클라이언트 영역의 마스크 테이블(mt[32][32])로부터 마스크 정보를 구하는 알고리즘은 다음과 같다.

```
GetMaskbitFromMT(&a, &b, &c, &d) ;
id = a<<3 | b<<2 | c<<1 | d ;
if (id == 0) current_cb = 0 ;
else if (id == 15) current_cb = 15 ;
else if (id == 6 || id == 9)
       current_cb = UNDEFINED ;
else {
 첫 번째 스캔에서 방향 X이면
   모든 0 <= i < 32 에 대해서
      방향 a→b나 c→d로 경계점 i를 구한다.
 첫 번째 스캔에서 방향 Y이면
   모든 0 <= i < 32 에 대해서
      방향 a→c나 b→d로 경계점 i를 구한다.
 두 번째 스캔에서 방향 X이면
   모든 0 <= j < 32 에 대해서
      방향 c→d로 경계점 j를 구한다.
 두 번째 스캔에서 방향 Y이면
   모든 0 <= j < 32 에 대해서
      방향 a→c나 b→d로 경계점 j를 구한다.
} // of else
```

이 알고리즘이 수행되고 나면, i(첫 번째 가장자리 인덱스), j(두 번째 가장자리 인덱스)와 current_cb(ROI 분포정보)을 얻고, 이로부터 ROI 마스크 정보 22비트를 구하여 인코더로 전송한다.

3.4 ROI 마스크 생성

디코더로부터 얻어진 ROI 마스크 정보를 이용하여 최종 ROI 마스크 테이블을 만들어 EBCOT과정을 통하여 ROI 영역은 우선 처리되어 디코더로 전송되도록 해야 한다. 이 과정은 신속히 처리되어야 하며, 불필요한 계수는 탐색할 필요가 없게 만들어야 한다. 본 연구에서 사용되는 기법은 ROI와 배경을 구분하여 ROI 부분만 정확하게 탐색하여 1로 설정한다.

먼저 두 점을 지나는 일차 방정식을 구하고 이 식을 기준으로 왼쪽(위쪽) 또는 오른쪽(아래쪽) 만을 탐색하여 ROI 영역으로 지정한다. 그림 4의 예에서 얻어진 경계 부분의 방정식은 $y = 1.05x + 10$ 이며, 왼쪽 부분이 ROI가 된다. 그림에서는 경계선의 기울기가 ⊖로 보이지만, 모서리 a 부분에서의 인덱스가 0이므로, x 축 기준으로 180도 회전시켜야 일반적인 2차원 평면이 될 수 있다. 그래서 기울기가 ⊕가 된다. ROI 영역만 탐색하기 위해서는 기울기가 ⊕ 또는 ⊖ 인지를 구분하여 탐색해야 하며, ROI 영역이 왼쪽에 있는지 오른쪽에 있는지도 구분하여 탐색해야 한다. 이런 네 가지 경우를 고려하여 최적의 탐색 알고리즘은 다음과 같다. 여기서 a는 경계 직선의 기울기이며, b는 y절편이다.

○ ROI 분포 코드가 01(왼쪽)이며 기울기가 ⊕인 경우

```
0 <= x <= min(31, (b-31)/a)인 x 에 대하여
  max(0,ax+b) <= y <= min(31, ax+b)인 y에 대해
    mask[y][x] = 1 ;
```

○ ROI 분포 코드가 01(왼쪽)이며 기울기가 ⊖인 경우

```
0 <= x <= min(31, (-b)/a)인 x에 대해
  max(0,ax+b) <= y <= min(31, ax+b)인 y에 대해
    mask[y][x] = 1 ;
```

○ ROI 분포 코드가 10(왼쪽)이며 기울기가 ⊕인 경우

```
max(0, (-b)/a) <= x <= 31인 x에 대해
  0 <= y <= min(31, ax+b)인 y에 대해
    mask[y][x] = 1 ;
```

○ ROI 분포 코드가 10(왼쪽)이며 기울기가 ⊖인 경우

```
max(0, (b-31)/a) <= x <= 31인 x에 대해
  min(31, ax+b) <= y <= 31인 y에 대해
   mask[y][x] = 1 ;
```

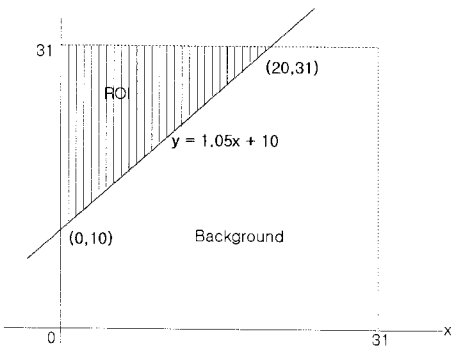

그림 5 그림 4의 예
Fig. 5 Example of Fig. 4

이 알고리즘에서는 마스크 테이블의 32X32 영역 내에서 ROI 영역만을 탐색하여 1로 설정하도록 계산되어야 하기 때문에 x, y의 인덱스 값 계산이 네 가지 경우로 나누어서 계산되었다. 그림 5는 코드가 01이며 기울기가 ⊕인 경우인 그림 4의 예를 보인 것이다. x가 가질 수 있는 값의 범위는 0~31이나, 그림에서 보듯이 20을 초과하는 범위는 수행할 필요가 없다. 그래서 x는 0에서 20까지의 값만 처리한다. 여기서 20은 31=1.05x+10의 식에서 x=21/1.05, 즉, (b-31)/a로부터 얻어진다. y의 범위도 x와 마찬가지로 0~31이나 그림에서 10 미만은 의미가 없다. y는 x=0일 때이므로, y는 10, 즉, (ax+b)에서 시작한다. y의 값도 ⊖가 될 수 있으므로 y는 0 이상의 값만 갖도록 설정된다.

IV. 실험 및 평가

실험은 Maxshift 방법, 묵시적 방법, 수정된 묵시적 방법, 제안한 방법을 이용하여, PSNR과 ROI 마스크 생성 시간들을 비교한다. 동일한 실험 조건을 위해 묵시적 방법, 수정된 묵시적 방법, 제안한 방법에서 W_{ROI}의 값은 4096로 설정하였으며, 수정된 묵시적 방법과 제안한 방법에서 k의 값은 5로 설정하였다. 관심영역의 모양은 타원이며, 위치는 이미지의 중앙 부분으로 하였다. 관심영역의 크기는 전체 이미지의 25%이다. Lenna 영상과 Ultrasound 영상을 사용하였다.

표 2. 다양한 방법의 ROI PSNR 비교
Table 2. Comparison of ROI PSNR in different methods

코딩방법 / 비트율	묵시적	Maxshift	수정된 묵시적	제안한 방법
0.0625	24.200	27.885	24.668	24.616
0.125	27.299	30.289	28.383	28.208
0.25	30.919	33.876	32.617	32.455
0.5	35.897	39.014	38.288	38.110
1.0	43.230	47.733	46.312	46.129

4.1 화질 평가

기존 ROI 부호화 방법들은 마스크 생성을 위해 모두 순차 탐색을 하는 반면에, 제안한 방법은 그림 5와 같이 일부 마스크 정보만 탐색한다. 본 논문에서는 PSNR을 사용하여 객관적 화질 평가를 하였다. 샘플당 n 비트의 길이를 가지는 이미지를 위한 PSNR은 식(6)과 같고

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{(2^n-1)^2}{MSE} \quad \cdots\cdots (6)$$

MSE는 식(7)과 같다.

$$MSE = \frac{\sum(\hat{x}-x)^2}{A} \quad \cdots\cdots (7)$$

여기서 x는 원 화소 값을 의미하고, $\hat{x}$은 재구성된 화소 값을 의미하고, A는 ROI를 의미하고, 따라서 ROI PSNR은 ROI의 R-D 성능을 측정하여 구할 수 있다. 〈표 2〉는 Ultrasound 이미지에 대한 각 비트율에서 ROI의 PSNR을 나타내고 있다.

4.2 ROI 마스크 생성 시간 비교

기존 ROI 부호화 방법들은 마스크 생성을 위해 모두 순차 탐색을 하는 반면에, 제안한 방법은 표 3과 같이 일부 마스크 정보만 탐색한다. Maxshift 방법과 수정된 묵시적 방법은 모든 픽셀을 탐색하고, 묵시적 방법은 최악의 경우에 모든 픽셀을 탐색하지만, 첫 번 탐색에서 ROI로 판정되면 그 코드 블록이 모두 ROI 블록으로 간주되므로 1회에 탐색이 끝날 수도 있다.

반면에 제안된 방법은, 우선 모서리 네 점을 먼저 탐색하므로 4회, 두 변을 따라 탐색하므로 평균 16X2회 탐색을 하게 된다. 표 3은 디코더에서 ROI 정보를 얻기 위해 탐색하는 시간을 나타내고 있다.

표 3. 다양한 방법의 평균 탐색 시간
Table 3. Mean scan times

(n : 32)

코딩방법 / 탐색횟수	Maxshift	묵시적	수정된 묵시적	제안방법
배경 코드블록	n^2	n^2	n^2	4
ROI 코드블록	n^2	1	n^2	4
배경과 ROI가 섞인 코드블록	n^2	$n^2/2$	n^2	4 + n

표 4는 ROI 마스크 생성 시에 소요되는 시간을 표현하고 있다. 제안된 방법은 ROI 영역을 구분하기 위해 1차원 방정식으로 표현되어 있으므로 인덱스 값의 변화를 정확하게 ROI 영역 내에서만 움직이도록 되어있다. ROI 정확도는 아무래도 모든 영역을 탐색하여 하나의 계수 범위까지 마스크를 표현해 주는 Maxshift와 수정된 묵시적 방법이 가장 좋다. 하지만, 제안된 방법은 전부를 탐색하지 않고도 거의 비슷한 ROI 마스크를 얻을 수 있다.

표 4. 다양한 방법의 마스크 생성 시간
Table 4. Mean mask generation times of different methods

코딩방법 / 탐색횟수	Maxshift	묵시적	수정된 묵시적	제안방법
배경 코드블록	0	0	0	0
ROI 코드블록	n^2	n^2	n^2	n^2
배경과 ROI가 섞인 코드블록	n^2	n^2	n^2	$n^2/2$

V. 결론 및 향후과제

기존의 ROI 부호화에서의 ROI 마스크 생성 방법은 마스크 생성을 위해 많은 탐색 과정을 거친다. 이로 인해 많은 시간이 걸리는 문제와 ROI 주위에 있는 배경을 ROI으로 판별하는 문제 때문에 효율적인 부호화가 어렵다. 이러한 문제점들을 개선하여 ROI와 배경을 구분하는 데 개략적인 직선 정보를 이용하였다. 직선 정보는 네 모서리를 우선 탐색하고, 이 정보를 기반으로 코드 블록의 가장자리 두 방향을 탐색하여 배경과 ROI의 경계의 두 점을 얻는다. 이 방법은 코드 블록의 탐색 시간을 줄여줄 뿐 아니라, 인코더에서 마스크 테이블을 생성하는 시간을 반으로 줄여줄 수 있다. 또한 다른 기법에 비해 본래의 ROI 모양과 근접한 ROI 마스크 테이블을 얻을 수 있다. 본 연구는 향후 자동 ROI 탐색 기능을 갖춘 우선적 전송기술에 접목시켜 사용자에게 훨씬 더 좋은 서비스를 구현하는 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] M. Rabbani and R. Joshi, "An Overview of The JPEG2000 Still Image Compression Standard," Signal Processing, Vol. 17, pp. 3~48, 2002.

[3] Junichi Hara, "An Implementation of JPEG 2000 Interactive Image Communication System," ISCAS 2005, Vol. 6, pp. 5922~5925, May 2005.

[4] Jaehan In, Shahram Shirani, and Faouzi Kossentini, "On RD Optimized Processive Image Coding Using JPEG," IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 8, No. 11, Nov. 1999.

[5] 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

[6] ISO/IEC International Standard 15444-1, ITU Recommendation T. 800, *"JPEG2000 Image Coding System,"* 2000.

[7] 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.

[8] Kong H-S, Vetro A., Hata T. and Kuwahara N., *"Fast Region-of-Interest Transcoding for JPEG2000 Images"*, Mitsubishi Electric Reseerch Laboratories, Inc., Dec. 2005.

[9] Martin Boliek, Charilas Christopoulos, "JPEG 2000 Part I Final Committee Draft Version 1.0," ISO/IEC JTC 1/SC

29/WG 1 N1646R, March 2000.
[10] Martin Boliek, Eric Majani, J. Scott Houchin, James Kasner and Mathias Larsson Carlander, "JPEG 2000 Part II Final Committee Draft," ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 1 N2000, Dec. 2000.
[11] R.Grosbois, D.Santa-Crus and T.Ebrahimi, "New Approach to JPEG2000 Compliant ROI Coding," Proc. of the SPIE 46th, Aug. 2001.
[12] Z. Wang, A. C.Bovik and Fellow, "Bitplane-by-Bitplane Shift(BbBShift) – A Suggestion for JPEG2000 Region of Interest Image coding", IEEE Signal Processing Letters, Vol. 9, No. 5, May 2002.
[13] Zhou Wang, Serene Banerjee, Brian L. Evans and Alan C. Bovik, "Generalized Bitplane-by-Bitplane Shift Method for JPEG2000 ROI Coding," IEEE ICIP, pp. 81~84, Sep. 2002.
[14] Lijie Liu and Guoliang Fan, "A New JPEG2000 Region-of-Interest Image Coding Method : Partial Significant Bitplanes Shift," IEEE Signal Processing Letters, Vol. 10, No. 2, Feb. 2003.
[15] 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.
[16] 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.
[17] Rene Rosenbaum, Heidrun Schumanm, "Flexible, Dynamic and Compliant Region of Interest Coding in JPEG2000," IEEE ICIP pp. 22~25, Sep. 2002.
[18] V. Sanchez, A. Basu, and M. K. Mandal, "Prioritized region of interest coding in JPEG2000," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 14, No. 9, Sep. 2004.
[19] Joel Askelof, Mathias Larsson and Charilaos Christopoulos, "Region of Interest Coding in JPEG2000," Signal Processing: Image Communication 17, pp. 105-111, 2002.

저 자 소 개

박 순 화

1996년 진주산업대학교 전산 학사
2000년 경상대학교 컴퓨터과학 석사
2005년 경상대학교 컴퓨터과학과 박사 수료
관심분야 : JPEG2000, 데이터 압축

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

이 부 권

1972년 경상대학교 농경제학 학사
1978년 미시건주립대학 대학원 시스템 공학전공 석사
2001년 경남대학교 컴퓨터과 박사
1980년~현재 경상대학교 컴퓨터과학과 교수
관심분야: 시뮬레이션, 멀티미디어, 원격교육

강 기 준

2000년 경상대학교 컴퓨터과학과
2002년 경상대학교 교육대학원 컴퓨터 교육과
2007년 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사
관심분야 : JPEG2000, MPEG,

김 호 용

1985년 울산대학교 전산과
1987년 숭실대학교 전산과 석사
1991년~1995년 현대자동차(주)
1996년~현재 영진전문대학 컴퓨터정보기술계열 조교수
관심분야 : DB, 데이터 압축