

## 피사계 심도가 낮은 이미지에서 웨이블릿 기반의 자동 ROI 추출 및 마스크 생성

박순화\*, 서영건\*\*, 이부권\*, 강기준\*, 김호용\*\*\*, 김형준\*, 김상복\*

### An Automatic ROI Extraction and Its Mask Generation based on Wavelet of Low DOF Image

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

#### 요 약

본 논문에서는 웨이블릿 변환된 고주파 서브밴드들의 에지 정보를 이용하여 관심 객체 영역을 고속으로 자동 검출해주는 새로운 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법에서는 에지정보를 이용하여 블록단위의 4-방향 객체 윤곽 탐색 알고리즘(4-DOBS)을 수행하여 관심객체를 검출한다. 전체 이미지는 64X64 또는 32X32 크기의 코드 블록으로 먼저 나누어지고, 각 코드 블록 내에 에지들이 있는지 없는지에 따라 관심 코드블록 또는 배경이 된다. 4-방향은 바깥쪽에서 이미지의 중앙으로 탐색하고, 피사계 심도가 낮은 이미지는 중앙으로 갈수록 에지가 발견된다는 특징을 이용한다. 에지를 모두 발견하면 내부의 이미지 블록은 모두 관심영역으로 간주하고, 이 블록들은 빠르게 마스크되어 서버로 전송되어 동적 ROI를 제공한다. 이는 기존 방법들의 문제점이었던 복잡한 필터링 과정과 영역병합 문제로 인한 높은 계산 복잡도를 상당히 개선시킬 수 있었고, 블록 단위의 처리로 인하여 실시간 처리를 요하는 응용에서도 적용 가능 하였다.

#### Abstract

This paper suggests a new algorithm automatically searching for Region-of-Interest(ROI) with high speed, using the edge information of high frequency subband transformed with wavelet. The proposed method executes a searching algorithm of 4-direction object boundary by the unit of block using the edge information, and detects ROIs. The whole image is splitted by 64X64 or 32X32 sized blocks and the blocks can be ROI block or background block according to taking the edges or not. The 4-directions search the image from the outside to the center and the algorithm uses a feature that the low-DOF image has some edges as one goes to center. After searching all the edges, the method regards the inner blocks of the edges as ROI, and makes the ROI masks and sends them to server. This is one of the dynamic ROI method. The existing methods have had some problems of complicated filtering and region merge, but this method improved considerably the problems. Also, it was possible

• 제1저자 : 박순화 교신저자 : 서영건

• 투고일 : 2009. 2. 115, 심사일 : 2009. 2. 16, 게재확정일 : 2009. 3. 11.

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

\*\*\* 영진전문대학 컴퓨터정보기술계열

※ 본 연구는 2008년도 경상대학교 광대역연구개발 활성화를 위한 연구과제 지원비를 받아 수행되었음.

to apply to an application requiring real-time processing caused by the process of the unit of block.

▶ Keyword : ROI(Region-Of-Interest), ROI Mask, Low-DOF(Depth Of Field) image, Wavelet

## I. 서론

많은 이미지 중에서 중요한 부분을 사람이 일일이 검색하는 일은 많은 노동력을 필요로 한다. 대부분의 중요 부분은 이미지의 중앙에 있다는 점을 이용하여 자동으로 중요 부분을 찾을 수 있다면 좋을 것이다. 영상처리 분야에서 사용자의 도움 없이 자동으로 영상에서 주제가 되는 관심 영역(Region Of Interest : ROI)을 추출하는 문제는 굉장히 어렵거나 까다로운 문제이다. 왜냐하면 영상에서 의미있는 관심 객체의 판단은 사람마다 다른 주관적인 요소이기 때문이다. 따라서 일반적으로 사용자는 자신의 인지 정보를 이용하여 영상 내 의미있는 관심 물체 영역을 직접 수동으로 정하는 방법으로 영상의 의미 있는 관심 영역을 추출 하였다.

그러나 최근에는 영상의 물리적인 특성을 이용하여 사용자의 도움 없이 자동으로 영상의 주제가 되는 관심 영역을 추출하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다(1)-(4). 특히 영상에서 촬영자가 자신의 의도를 포커스 정보를 이용하여 영상의 주제가 되는 관심영역을 표현하는 경우, 또는 낮은 피사계 심도 영상(Low-Depth of Field, Low-DOF)의 경우에 포커스 유무만 판단할 수 있다면 사용자의 도움 없이 주제가 되는 관심영역을 추출할 수 있다. 여기에서 낮은 피사계 심도 영상이란, 관심영역에만 포커스를 주어 관심영역은 선명한 화질로 표현이 되는 반면, 배경 영역은 흐릿한 영역으로 영상을 표현하는 방법으로 영상에 인위적인 깊이 감을 표현하는 사진 촬영 기법 중의 하나이다. 이것은 촬영자의 의도를 보는 이들이 더 잘 이해 할 수 있도록 해줄 뿐만 아니라 일반 영상에 비해 사용자의 도움 없이 의미 있는 관심영역을 정확하게 추출 할 수 있는 단서를 제공한다(5). 따라서 본 연구에서는 낮은 피사계 심도 영상을 이용하여 영상의 주제가 되는 관심 객체를 정확하고 빠르게 검출 할 수 있게 해주는 알고리즘을 제안 하였다.

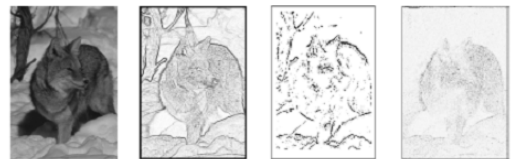
[4]의 관심영역 추출 방법은 상하좌우 네 방향에서 중앙으로 탐색하여 처음 에지가 발생되면 그 위치를 기준으로 사각형의 ROI를 추출하였다. 이 방법은 빠르게 접근할 수는 있으나 ROI의 모양이 사각형이므로 배경영역인 부분도 많이 ROI로 추출되는 단점이 있다. 그래서 제안된 알고리즘은 빠른 처리를 위해 블록 단위의 관심 영역 추출 알고리즘을 사용 하였으나, 픽셀단위로의 추출도 가능하다. 제안된 4-방향 객체 윤

곽검색 알고리즘을 사용하여 관심 객체를 추출하였을 경우 기존 기법(1)-(4)의 문제점 이었던 영역 병합 문제와 높은 계산 복잡도 문제를 상당히 개선시킬 수 있었다. 또한 블록단위의 처리로 인하여 실시간 처리를 요하는 응용에서도 빠른 검출 성능을 보였다.

## II. 관련연구

### 2.1 관심영역 부호화

웨이블릿 변환은 사람이 사물을 바라볼 때 먼저 전체적인 윤곽을 파악하고 차츰 자세한 부분에 집중한다는 사실을 그대로 반영하고 있기 때문에 영상처리에 적합하다. 웨이블릿 변환은 영상을 다해상으로 분할 가능하게 하며, 분해된 각 대역은 원 영상에 비하여 분산 값이 크게 줄어들기 때문에 영상 부호화가 용이하다(6). 또한 JPEG2000에서도 관심영역을 표준으로 지원해 주기 때문에 관심영역의 추출과 마스크 생성의 과정을 통하여 사용자에게 훨씬 더 좋은 서비스를 제공하는 연구도 진행되고 있다(7)-(8).



(a)원이미지 (b)canny (c)Tsai (d)DWT  
그림 1 에지 검출 기법들

Fig. 1 The methods for searching edges

그림 1은 웨이블릿 변환된 고주파 서브밴드와 전통적인 에지 검출방법 중 canny 에지 검출방법과 Tsai 에지 검출방법을 비교 하였다. 피사계 심도가 낮은 영상의 경우 전통적인 에지 검출방법들 보다 웨이블릿 변환후의 고주파 서브밴드들에서 포커스된 관심영역의 객체만이 더욱 뚜렷하게 나타나는 것을 알 수 있다. 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 스케일링함으로써 우선적 처리를 한다. 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.

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 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 기법에도 사용되지만 압축과는 상관없는 곳에서도 추출은 사용된다. 하지만 대부분은 JPEG2000 이미지에서 사용자에게 유연성을 제공하기 위해 지원된다.



그림 2 lenna 1차 웨이블릿 변환  
Fig. 2 lenna wavelet 1-decomposition

ROI의 추출은 영상의 에지를 이용하여 일반적으로 추출하며, 웨이블릿 변환을 이용하므로 주로 LH, HL, HH 밴드의 정보를 이용한다. [1]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. 일반적으로 관심영역은 영상의 가장자리가 아닌 중앙에 위치할 가능성이 크다. 그림 2는 lenna 영상을 1차 웨이블릿 변환한 것이다. [4]는 그림 3과 같이 상하좌우 네 방향에서 중앙으로 탐색하여 ROI를 찾는다.

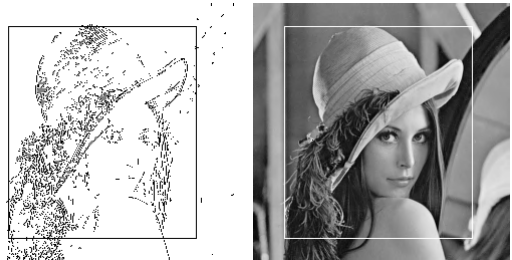


그림 3 [4]에서 ROI 추출 영역  
Fig. 3 An extracted ROI in [4]

## 2.3 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 코드블록 우선적 처리는 각 코딩 패스에서 손실률을 조절한 후, PCRD(Post-Compression Rate-Distortion) 최적화 알고리즘을 다시 수행한다. 전체 손실 최소화 에 의해 코드블록 공헌도를 할당하기 때문에, ROI는 손실 감소와 ROI가 일치하도록 코드블록 공헌도를 할당한다. (식 1)은 손실 계산방법을 나타낸다.

$$D_j^{n_i} = \begin{cases} W_{ROI} w_b \sum_{u,v \in B_j} (\hat{a}^{n_i}(u,v) - a(u,v))^2, & ROI \text{ codeblock} \\ w_b \sum_{u,v \in B_j} (\hat{a}^{n_i}(u,v) - a(u,v))^2, & \text{그외} \end{cases} \dots \dots \dots (1)$$

(식1)에서  $W_{ROI}$ 는 ROI 가중치이고,  $D_j^{n_i}$ 는  $n_i$ 에서의 가중 MSE 손실이고,  $w_b$ 는  $B_j$ 를 포함하는 서브밴드의 가중치

이고,  $B_j$ 는  $j$ 번째 CB이고,  $a(u, v)$ 는 웨이블릿 계수이고,  $\hat{a}(u, v)$ 는  $n_i$ 로 양자화된 웨이블릿 계수이고,  $n_i$ 는 절단점을 의미한다.

### III. ROI 추출과 우선적 처리

이 장에서는 사용자의 개입 없이 이미지에서 자동으로 의미 있는 관심 객체 영역을 빠르게 추출 하는 자동 관심 객체 추출 알고리즘을 제안하고 그 ROI를 우선 처리하는 기법을 논한다.

#### 3.1 고주파 서브밴드들을 이용한 에지 추출

웨이블릿 변환된 웨이블릿 계수들을 이용하여 관심 객체의 에지 정보를 추출하기 위하여, 가로, 세로, 대각선 에지정보를 담고 있는 LH, HL, HH의 고주파 서브밴드들의 웨이블릿 계수 값을 이용하였다. 웨이블릿 변환된 고주파 밴드들의 합은 다음 식과 같다.

$$\hat{S}(x, y) = S_l^{LH}(x, y) + S_l^{HL}(x, y) + S_l^{HH}(x, y) \dots (2)$$

여기에서  $l$ 은 웨이블릿 분해 레벨을 의미하며,  $S$ 는 서브밴드이며,  $\hat{S}$ 은 고주파 서브밴드들의 합에 의해 새롭게 만들어진 테이블이다. 높은 분해 레벨의 고주파 에지 정보를 이용하는 경우 노이즈에 민감할 뿐만 아니라, 블록단위의 처리에 적용할 경우 적은 에지 정보로 인하여 관심영역이 크게 추출 될 수 있다. 물론 임계값 조정이나 블록의 사이즈를 적게 하여 어느 정도의 조정은 가능 하나 처리 효율이 저하될 수 있다. 따라서 여기서는 1 또는 2 분해 레벨의 고주파 서브밴드들을 이용하였다.

위의 (식2)에 의해 구해진 고주파 테이블 값의 범위는 영상에 따라 결과 값이 다양하므로 각 픽셀에 대한 값을 [0, 255]의 값으로 정규화 한다. 이 값들에 임계값을 주어 에지 영상을 추출하였다. 임계값은 영상 특징에 따라 적절하게 조절하는 경우 더 나은 에지 영상을 구할 수 있었다. 그림 3의 (a)는 1차 웨이블릿 변환한 lenna 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.

#### 3.2 잡음 제거와 4-방향 객체 윤곽 탐색

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 4의 (b)는 잡음 제거 후의 에지를 표현한 것이며, (식 3)은 잡음 제거 조건이다. 그림에서 화살 표시된 점이 잡음으로 간주된다.

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

에지 추출 결과 이미지에서 관심 객체 영역을 검출하기 위하여 4-방향 객체 윤곽 탐색 알고리즘(4-DOBS: 4-Direction Object Boundary Search)을 제안한다. 제안된 4-DOBS 알고리즘은 빠른 검출 성능을 위해 에지 추출 결과 이미지를 블록 단위로 나눈 다음, 상하좌우 방향에서 객체의 윤곽 블록을 찾기 위한 검색 알고리즘이다. 즉, 좌 방향에서 객체 윤곽 블록을 찾기 위한 탐색을 시작하여 처음으로 임계값을 넘어서는 에지 블록을 만나면 그 블록을 좌 방향의 에지 윤곽으로 결정한 후 다시 다음 블록 라인을 계속 탐색한다. (식 4)는 에지 정보량에 따른 임계값으로 윤곽 블록을 판별하는 수식이다.

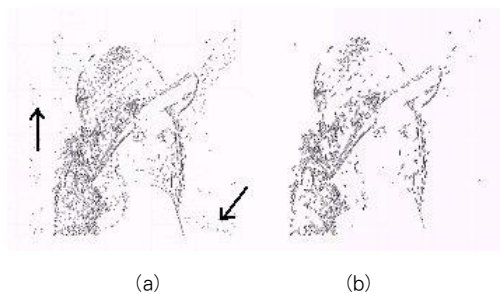


그림 4 에지 표현과 잡음제거  
Fig. 4 Edge Presentation of lenna and noise reduction

$$MB(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } edge\ block(x,y) \geq T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

이렇게 상하좌우 방향으로 객체 윤곽 에지 탐색이 모두 이루어지면 다음 그림 5와 같은 결과가 나타난다. 그림 4는 블록의 사이즈를 64×64크기로 객체 윤곽 탐색 알고리즘을 수행한 결과이다.

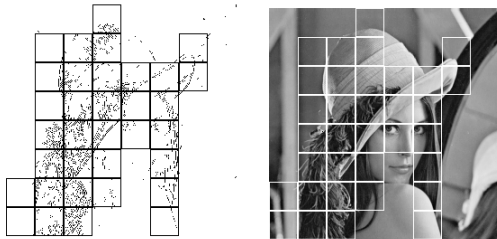


그림 5 4-DOBS에 따른 블록 판별 결과  
Fig. 5 The results of discriminating the blocks by 4-DOBS

표 1은 네 방향 중 TOP\_DOWN으로 스캔하여 에지 블록을 찾아내는 알고리즘이다. TouchMat[][]는 각 블록이 에지에 속하는지 배경에 속하는지 에지 내부에 속하는지를 나타낸다. 초기치는 0이며, 한번이라도 탐색되면 1, 에지이면 2로 설정되고, 최종 ROI는 TouchMat에서 0과 2를 가진 블록으로 간주된다.

여기서 x는 수평해상도, y는 수직해상도이다, threshold는 1.03이다. 이는 현재 3라인과 이전 3라인의 검은 픽셀수를 합한 것이 3% 많은 경우를 의미한다. 다음은 위 알고리즘에 의해 탐색된 블록 중에서 TouchMat가 1인 블록이지만 에지에 싸여 있는 블록도 ROI로 설정해야 된다. 이는 1인 블록 중에서 사방으로 0이나 2 블록으로만 구성된다면 ROI로 간주한다.

표 1 에지 블록 찾기 알고리즘  
Table 1 An algorithm searching 4 edges

```

TouchMat[][] = 0 ;
for direct of all image scanning in 4 directions
for l=0, x, step=BLOCK_SIZE {
for i=MARGIN, y, step=1 { (*when TOP_DOWN*)
for j=1, l+BLOCK_SIZE, 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) {
    
```

```

TouchMat[i/BLOCK_SIZE][l/BLOCK_SIZE]=2;
break ;
}
TouchMat[i/BLOCK_SIZE][l/BLOCK_SIZE]=1;
}
}
    
```

### 3.3 ROI 코드블록의 우선처리

관심영역은 코드블록 단위로 하나의 이미지를 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

ROI 블록에 해당하는 꼭짓점 (x1, y1), (x2, y2)가 구하여 졌으므로 이 공간 내에 속하면 ROI로 지정하고 속하지 않으면 배경으로 지정한다. EBCOT에서는 각 서브밴드를 코브 블록으로 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.

$$\bar{a}(u,v) = \begin{cases} sign[a(u,v)] \left[ \frac{|a(u,v)|}{2^k} \right] 2^k, & \text{배경계수} \\ a(u,v), & \text{ROI 계수} \end{cases} \quad (5)$$

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

사용자의 도움 없이 자동으로 관심 객체를 추출하는 알고리즘을 후백의 낮은 피사계 심도 영상에 적용하였다.

4.1 실험 방법

입력영상의 해상도는 512×512이다. 웨이블릿 변환 시 사용된 필터는 D-9/7필터를 사용하였으며 에지 검출을 위한 임계값은 100또는 110을 사용하였다. 블록 사이즈는 64×64와 32×32를 이용하였다. 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. 본 실험의 영상은 그림 6와 같고, 영상은 ROI의 크기가 다르게, 다른 특징들을 갖도록 선택하였다.



그림 6 실험 영상 (a)taehee (b)persimmon (c)yeona (d)plane  
Fig. 6 Experimental Images

실험에 사용된 모든 영상은 흑백 영상이고, taehee 영상과 persimmon 영상은 1 레벨 분해, yeona과 plane 영상은 2 레벨 분해한 영상을 사용하였다. 각 최종 분해 레벨의 LH, HL, HH 밴드만이 본 연구의 ROI 결정에 사용되었다. 표 2에 실험에 사용된 영상의 특징을 나타내고 있다.

표 2 실험에 사용된 각 영상의 특성  
Table 2 Environments of each image used for experiments

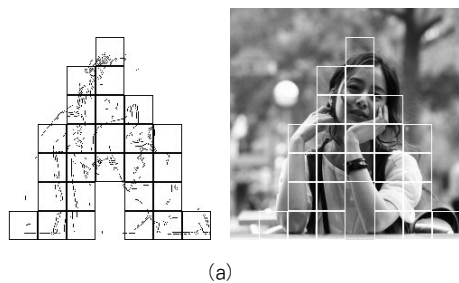
영상 비트율(bpp)	taehee	persimmon	yeona	plane
0.2	1분해레벨 64X64		2분해레벨 32X32	

0.4		1분해레벨 64X64		2분해레벨 32X32
0.8			2분해레벨 32X32	
1.2	1분해레벨 64X64	1분해레벨 64X64		2분해레벨 32X32

4.2 ROI 추출 위치

각 영상은 분해 레벨이 틀리므로 ROI가 결정되는 크기도 다르다. 각 영상에서 결정된 에지 분포와 ROI의 위치는 그림 7, 8과 같고, 그림 6은 분해레벨 1, 그림 8은 분해레벨 2에서 실험하였다. 그림에서 왼쪽 영상은 에지 분포를 보이고, 오른쪽 영상은 각 분해 레벨에서 선택된 ROI의 위치를 보이고 있다. plane 영상에서 일반적으로 인간이 보는 관점에서는 비행기 부분만 ROI 영역으로 잡히길 원하지만, 산 영역도 관심영역으로 잡혀질 수 있음을 보이고 있다. 표 1은 그림 6, 7에서 실험에 사용된 영상의 비트율, 분해레벨, 코드블록의 크기를 나타낸다. 그림 6의 (b)는 0.2bpp 비트율로 압축한 결과 이므로 에지가 뚜렷이 나타나지 않아 ROI를 얻기에는 무리가 있다. 이는 압축을 많이 함으로써 에지 부분이 사라졌기 때문이다. 하지만 (d)처럼 확연히 드러나는 Low-DOF 이미지인 경우는 압축률을 높여도 충분히 ROI를 얻을 수 있었다.

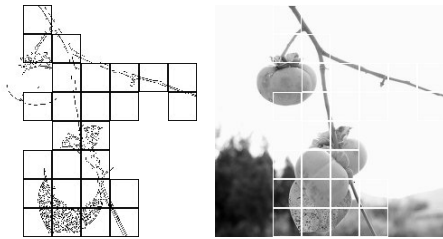
압축률이 크면 에지가 적게 나타나므로 ROI영역이 정확하게 잡히지 않을 수 있으나, 본 연구에서 제안한 방법으로 찾은 ROI는 대체로 정확하게 결정된다.



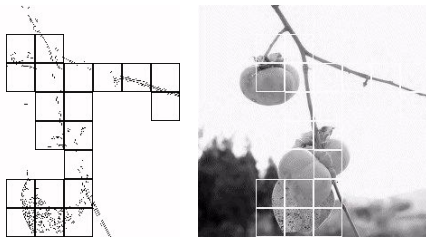
(a)



(b)

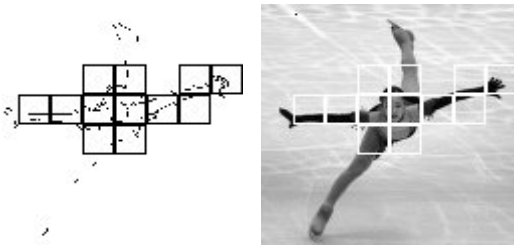


(c)

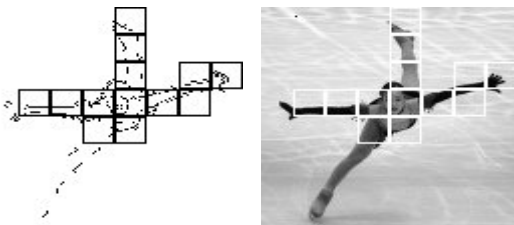


(d)

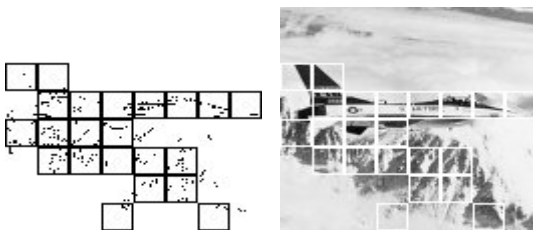
그림 7 에지 분포와 ROI위치  
((a)1.2bpp (b)0.2bpp (c)0.8bpp (d)0.2bpp)  
Fig. 7 Edge Distributions and their ROI regions



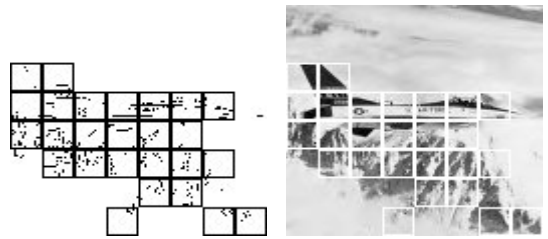
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 8 에지 분포와 ROI위치  
((a)1.2bpp (b)0.4bpp (c)0.8bpp (d)0.2bpp)  
Fig. 8 Edge Distributions and their ROI regions

### 4.3 화질 평가

실험을 위해 PSNR를 사용한 객관적 화질 평가는 다음 식 6과 같고, 이 식은 샘플 당  $n$  비트의 길이를 가진다.

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

식 6의 MSE는 식 7과 같다.

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

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

표 3 각 영상의 비트율에 따른 PSNR  
Table 3 PSNRs by each bit rate of 4 images

비트율(bpp) 처리방법	영상	taehee	persim mon	yeona	plane	
	0.2	no ROI	28.34	28.99	29.89	26.96
with ROI		제안방법	28.01	28.51	29.84	26.87
		(4)방법	28.03	28.55	29.88	26.87
0.4	no ROI	32.09	32.84	33.59	30.82	
	with ROI	제안방법	31.87	32.67	33.48	30.72
		(4)방법	31.89	32.70	33.49	30.72
0.8	no ROI	37.08	38.66	39.61	35.39	
	with ROI	제안방법	36.87	38.35	39.53	35.23
		(4)방법	36.91	38.33	39.54	35.24
1.2	no ROI	41.24	42.01	43.10	39.11	
	with ROI	제안방법	41.09	41.90	43.00	39.00
		(4)방법	41.13	41.95	43.05	39.02

표 3에 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 부분이 사용자의 관심영역이므로 이 영역을 우선적으로 볼 수 있으므로 사용자에게는 훨씬 더 좋은 서비스가 될 수 있다. 또한 [4] 방법과의 비교에서는 제안 방법과 차이가 거의 없다. 그러나 제안 방법은 더 구체적인 ROI를 탐색하므로 ROI 영역을 보는 사용자에게는 더 좋은 화질로 느껴진다.

## V. 결론 및 향후과제

기존 객체 추출 방법들은 객체를 정확하게 추출 하는 것이 목표였기 때문에 객체 추출 방법과 시간은 부호화 과정과 무관하게 진행되어 졌다. 그러나 사용자의 요구가 다양해지면서 실시간에 가깝게 자동으로 관심 객체를 추출 해줄 수 있는 새로운 방법들이 필요하게 되었다.

본 연구는 낮은 피사체 심도 영상에 대하여 웨이블릿 변환을 이용한 블록 기반의 새로운 자동 관심 객체 추출 알고리즘을 제안하였다. 제안된 4-방향 객체 윤곽 탐색 알고리즘을 이용하여 빠르게 관심 객체 영역을 추출 할 수 있어, 기존 기법들의 복잡한 필터사용과 계산 복잡도 문제, 영역 병합 문제 그리고 실시간 응용 적용 문제점들을 개선하여 빠른 관심 영역 추출이 가능하였다. 뿐만 아니라 관심 객체가 하나 이상인 경우에서도 검출 성능이 우수 하였다. 향후 연구 과제로는 낮은 피사체 심도 영상이 아닌 일반 영상에 적용 시 배경이 평활한 경우에는 객체 검출 성능이 우수한 반면 복잡한 배경에서는 객체를 추출하기 어렵다는 한계를 가지고 있다. 이것을 개선하기 위한 다양한 방법들의 시도와 연구가 계속 되어질 것이다.

## 참고문헌

[1] O. T. Chen and C. C. Chen, "Automatically Determined Region of Interest in JPEG 2000," *Multimedia, IEEE Trans*, Vol. 9-7, pp.1333-1345, Nov. 2007.  
 [2] C. Kim, "Segmenting a low-depth-of-field Image Using Morphological Filters and Region Merging," *IEEE Trans, Image Processing*, Vol.14-10, pp. 1503-1511, Oct. 2005.

[3] C. S. Won, K. Pyun and R. M. Gray, "Automatic Object Segmentation in Images with low depth of Field," 2002 International Conf. Image Processing. Vol. 3-24-28, pp. 805-808, June 2002.  
 [4] 박재홍, 서영건, 김상복, 강기준, 김호용, "JPEG2000에서 ROI의 자동 추출과 우선적 처리," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제13권 5호, 127-136쪽, 2008년 11월  
 [5] D. M. Tsai and H. J. Wang, "Segmenting Focused Objects in Complex Visual Images," *Pattern Recognition Letters*. vol. 19, pp. 929-940, 1998.  
 [6] A. Graps, "An Introduction to Wavelets," *Computational Science & Engineering, IEEE Vol. 2-2*, pp. 50-61, Summer 1995.  
 [7] 강기준, 서영건, "JPEG2000의 관심영역 부호화를 위한 적응적인 관심영역 마스크 생성 방법," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제12권 5호, 39-47쪽, 2007년 11월.  
 [8] 강기준, 이점숙, 김현주, "A Performance Evaluation of Factors Influencing the ROI Coding Quality in JPEG2000", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제11권 4호, 197-206쪽, 2006년 1월.  
 [9] J. Z. Wang, J. Li and R. M. Gray, "Unsupervised Multiresolution Segmentation for Images with low depth of Field," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Trans.*, Vol. 23, pp. 85-90, Jan. 2001.  
 [10] B. Zoran and S. Andreja, "Face Detection Approach in Neural Network Based Method for Video Surveillance," *Neural Network Applications in Electrical Engineering, NEUREL* 2006. pp. 44-47, Sep. 2006.  
 [11] R. L. Joshi, H. Jafarkhani, J. H. Kasner, T. R. Fischer, N. Farvardin, M. W. Marcellin, and R. H. Bamberger, "Comparison of Different Methods of Classification in Subband Coding of Images," *IEEE Trans. Image Processing*, Vol. 6-11, pp. 1473-1486, Nov. 1997.  
 [12] Y. Yoo, A. Ortega and B. Yu, "Image Subband Coding using Context-based Classification and Adaptive Quantization," *IEEE Trans. Image Processing*, Vol. 8-12, pp. 1702-1715, Dec, 1990.

**저 자 소개**



**박 순 화**

1996년 진주산업대학교 전산학사  
 2000년 경상대학교 컴퓨터과석사  
 2005년 경상대학교 컴퓨터과학과 박사 수료  
 관심분야 : JPEG2K, 데이터압축



**서 영 건**

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



**이 부 권**

1972년 경상대학교 농경제학사  
 1978년 미시건주립대학 대학원 시스템 공학전공 석사  
 2001년 경남대학교 컴퓨터과박사  
 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 응**

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



**김 형 준**

1987년 부산대학교 계산통계학과  
 1989년 숭실대학교 전산과 석사  
 1989년~현재 : 국방과학연구소  
 관심분야 : JPEG2000, CIM, MPEG 21, 원격교육



**김 상 복**

1989년 중앙대학교 전자공학 박사  
 1984년~현재 경상대학교 컴퓨터 과학과 교수  
 2001년~현재 경상대학교 컴퓨터 정보통신연구소원  
 관심분야 : 멀티미디어통신, 영상인식, 보안