

JPEG2000 이미지의 에지 분포를 이용한 ROI 마스크 생성과 자동 관심영역 추출

서영건*, 김희민**, 김상복*

요약

오늘날 컴퓨터와 통신 기술의 발달로 멀티미디어(이미지 데이터)는 다양한 응용 분야에서 사용되고 있다. 여기에 가장 널리 사용되고 있는 JPEG2000은 관심영역(ROI) 기술을 제공한다. ROI의 추출은 사용자에게 우선적으로 보여져야 하기 때문에 빠르게 수행되어야 하고 큰 이미지에서 자동적으로 추출되어야 한다. 이를 위해, 본 연구는 JPEG2000의 코드 블록 내에 있는 에지 분포를 이용하여 ROI의 자동 추출과 우선적 처리에 관한 방법을 제안한다. 먼저 에지 추출을 위한 처리와, 다음으로 에지 정보를 이용해 ROI를 자동적으로 추출한다. 그리고, 추출된 ROI 블록을 이용하여 ROI를 그룹핑 하고, ROI 블록의 마스크를 생성한다. 이후에는 양자화를 하고 우선적 처리를 하는 ROI 코딩을 하고 EBCOT를 실행한다. 제안 방법의 유효성을 보이기 위하여 JPEG2000에서 사용되는 다른 ROI 추출 기법들과 비교하고 ROI 코딩을 하지 않는 기법과 ROI 코딩이 포함된 기법 간의 PSNR을 평가하여 품질을 비교한다.

키워드: JPEG2000, 웨이블릿 변환, ROI, EBCOT

A Generation of ROI Mask and An Automatic Extraction of ROI Using Edge Distribution of JPEG2000 Image

Yeong Geon Seo*, Hee Min Kim**, Sang Bok Kim*

Abstract

Today, caused by the growth of computer and communication technology, multimedia, especially image data are being used in different application divisions. JPEG2000 that is widely used these days provides a Region-of-Interest(ROI) technique. The extraction of ROI has to be rapidly executed and automatically extracted in a huge amount of image because of being seen preferentially to the users. For this purpose, this paper proposes a method about preferential processing and automatic extraction of ROI using the distribution of edge in the code block of JPEG2000. The steps are the extracting edges, automatical extracting of a practical ROI, grouping the ROI using the ROI blocks, generating the mask blocks and then quantization, ROI coding which is the preferential processing, and EBCOT. In this paper, to show usefulness of the method, we experiment its performance using other methods, and executes the quality evaluation with PSNR between the images not coding an ROI and coding it.

Keywords : JPEG2000, Wavelet transform, ROI, EBCOT

1. 서론

※ Corresponding Author: Sang Bok Kim

Received : July 14, 2015

Revised : August 25, 2015

Accepted : August 29, 2015

* Gyeongsang University Computer Science,
Graduate School of CCBM

** Gyeongsang University Computer Science

Tel: +82-55-772-1392

오늘날 컴퓨터와 통신 기술의 발달로 인하여 멀티미디어 데이터의 활용은 여러 응용 분야 전반에 걸쳐 활용되고 있다. 특히 정보 전달 수단으로서 효과가 뛰어난 영상 정보는 의료진단, 웹 검색, 영상 데이터베이스, 컴퓨터 통신 등 광범위한 응용 분야에서 활용되고 있다[1]. 이런 영

email: sbkim@gnu.ac.kr

상 정보는 많은 데이터양을 가지므로 영상을 처리하고 전송하는데 많은 시간과 높은 대역폭을 요구된다[2]. 따라서 사용자가 짧은 응답시간을 요하는 경우나 3G 모바일 폰과 같은 저대역폭 네트워크에서는 대용량의 영상 정보를 고품질에서 실시간으로 전송 및 복원하여 보여준다는 것은 어려움이 따른다. 이를 개선하기 위해 효율적인 압축과 전송 방법들에 대한 연구들이 계속되어 왔다[2-7]. 그 중에서도 전체 영상을 전송 및 복원하기보다는 영상의 일부 특정 영역을 우선적 처리하여 먼저 보여 주는 방법이 제안되었다. 여기에서 특정 영역이란 사용자 측면에서 볼 때 우수한 화질을 보장하면서 먼저 전송되어 우선적으로 보기를 원하는 영역을 말하며 JPEG2000 정지 영상 압축 표준에서는 관심영역(Region of interest : ROI)이라고 한다.

본 연구는 JPEG2000의 코드블록내의 에지 분포를 이용하여 관심영역의 자동추출과 우선적 처리에 관한 연구이다. 제안된 관심영역 자동 추출 기법은 관심영역과 배경영역의 분할을 위해서 이미지의 에지 정보를 이용한다. 이 에지 정보의 추출은 JPEG2000 코딩 과정 내의 DWT(Discrete Wavelet Transform)에서 만들어진 고주파 서브밴드들을 이용하기 때문에 기존 방법들과 달리 특정 값 추출을 위한 특별한 필터링 과정을 거치지 않는다. 제안된 관심영역 자동 추출 과정은 4단계로 구성되어 있다. 1단계는 DWT에서 만들어진 고주파 서브밴드를 이용하여 에지 추출하는 단계이다. 2단계는 첫 단계에서 추출된 에지 정보를 이용하여 추출할 관심영역 블록을 찾는다. 에지의 합이 특정 값보다 크면 관심영역 블록으로 설정한다. 3단계는 앞 단계에서 추출된 관심영역이 오목 다각형 형태이면 블록 다각형 형태로 최종 관심영역을 블록 결정하는 단계이며 마지막 4단계는 관심영역 마스크 생성하고 전체 웨이블릿 도메인으로 관심영역 마스크 정보를 변환하는 과정으로 이루어져 있다.

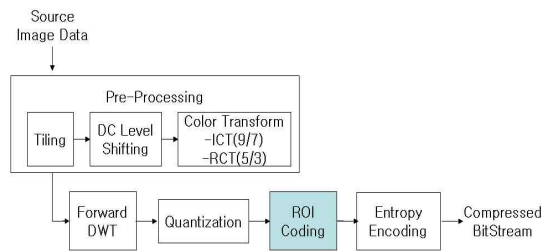
2. 관련 연구

2.1 관심영역의 개요

US 관심영역 코딩 방법은 JPEG2000의 주요 특징 중 하나로 이미지 내의 관심영역을 배경보

다 더 나은 품질로 빠르게 처리하는 기술로서 이미지내의 특정 영역이 다른 영역보다 높은 중요성을 가지는 경우 적용할 수 있다. (그림 1)은 JPEG2000에서 관심영역을 처리하는 흐름도이다. 이 과정 중에 관심영역은 옵션으로써 꼭 있어야 할 과정은 아니다. 하지만 특정 응용 프로그램에서 필요하다면 유용하게 쓰일 수 있는 기법으로써, JPEG2000에서는 코딩 방법만 표준으로 제공하고 관심영역을 추출하는 방법은 제공하지 않는다. 그래서 본 연구에서는 JPEG2000에서 유용하게 쓰일 수 있는 관심영역 자동 추출 기법을 개발하는 것이다.

(그림 1) JPEG2000에서 ROI 코딩



(Figure 1) ROI Coding in JPEG2000

(그림 2)는 0.125bpp에서 관심영역 영상과 점진적인 영상으로 재구성된 "Lenna" 영상을 나타낸다. 이와 같이 저비트율에서 점진적인 영상은 영상 전체가 흐릿하게 보이지만 관심영역 영상은 관심영역인 얼굴부분을 고품질로 볼 수 있다. 관심영역 영상 전송은 점진적 영상 전송보다 압축률과 전송시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 효율적인 메모리 관리가 가능하여 사용자의 다양한 요구에 응할 수 있다. 관심영역 코딩의 특징은 저비트율에서 고화질 관심영역을 볼 수 있고, 관심영역 비트율과 전체 영상 비트율의 조정이 가능하며, 서로 다른 중요도에 따라 다중 관심영역을 지원한다. 또한 인코딩 시에 관심영역을 정의하여 코딩하는 정적 관심영역뿐만 아니라, 디코딩 시에 압축된 비트 스트림으로부터 관심영역을 추출하여 코딩을 하는 동적 관심영역도 지원한다[8, 9].

(그림 2) 점진적인 이미지와 ROI 이미지



(Figure 2) Progressive Image and ROI Image

2.2 관심영역 자동추출 기법

관심영역 자동 추출은 사람이 직접 관심영역을 지정해야 하나 그렇지 못한 경우에 사용하는 방법이다. 관심영역 자동 추출은 JPEG2000과 같은 데이터 인코딩이 포함된 기법[7, 10-13]에도 사용되지만 압축과는 상관없는 곳에서 추출은 사용된다. 하지만 대부분은 JPEG2000 이미지에서 사용자에게 유연성을 제공하기 위해 지원된다. 일반적으로 관심영역의 추출은 영상의 에지를 이용하여 추출하며 웨이블릿 변환을 이용하므로 가로, 세로, 대각선 에지 정보나 질감과 같은 고주파 컨텐트가 담겨있는 LH, HL, HH 서브밴드의 정보를 이용한다. [7]에서는 세 서브밴드의 계수를 OR하여 계수의 값이 특정 임계치를 초과하면 '1'로 설정하고 그렇지 않으면 '0'으로 설정하여 에지를 찾아내고 그 후 잡음제거 과정을 거친다. 추출된 관심영역의 형태는 임의 모양, 네모, 원을 가질 수 있으며 한 개 이상의 관심영역을 가지는 기법도 있다[10-13].

결정된 관심영역의 위치는 관심영역 마스크 정보로 변환되어 EBCOT에서 처리된다. 관심영역의 우선 처리를 위해서 EBCOT의 각 품질 레이어에서 코드블록의 임베디드 비트 스트림으로부터 임의의 공헌도를 포함하게 한다. 따라서 코드블록 우선처리는 각 코딩 패스에서 손실율을 조절할 수, PCRD 최적화 알고리즘을 다시 수행한다. 전체 손실 최소화에 의해서 코드블록 공헌도를 할당하기 때문에 관심영역은 손실 감소와 관심영역이 일치하도록 코드블록 공헌도를 할당한다. 다음 식은 손실 계산 방법을 나타낸다.

$$D_r^n = \begin{cases} W_{ROI} \cdot w_b \sum_{uv \in B_r} (a^n(u, v) - a(u, v))^2, & ROI \text{ codeblock}_r \\ w_b \sum_{uv \in B_r} (a^n(u, v) - a(u, v))^2, & \text{otherwise}_r \end{cases}$$

D_r^n 은 n 에서 가장 MSE 손실, W_{ROI} 는 관심영역 가중치, w_b 는 B_r 를 포함하는 서브밴드의 가중치, B_r 는 j 번째 코드블록, $a(u, v)$ 는 웨이블릿 계수, $a^n(u, v)$ 는 n 으로 양자화된 웨이블릿 계수, n 은 절단점을 의미한다. 이와 같이 서버에 있는 파일이 사용자에게 빨리 보이게 하기 위해서 빠른 디코딩, 효율적 전송이 필요한데, 본 연구에서는 효율적 전송을 위해 관심영역을 자동으로 추출하여 우선적으로 전송하는 기법을 제안하고 실험하였다. 현재 JPEG2000 관심영역 코딩과 관련된 대부분의 연구들은 관심영역을 어떻게 지정할 것인가에 관련된 연구보다는 DWT 변환된 계수들을 이용하여 최적의 코딩 효율로 이미지를 압축하기 위한 연구가 대부분이다. JPEG2000 표준 및 MPEG2[14]에서도 관심영역을 지정하는 방법은 표준과 별도의 전처리 과정으로 분류되고 있다. 즉, 모든 이미지에 대한 관심영역의 정의가 미리 이루어져야 한다는 가정 하에서 관심영역 코딩 기법을 이용한 관심영역 코딩 성능 향상을 위한 연구들이 대부분이었다. 그러나 실제로 방대한 양의 이미지를 실시간으로 처리해야 하는 경우 일일이 모든 이미지에 사람이 관심영역을 지정한다는 것은 어렵다. 이런 요구를 만족시키기 위한 시도로 등장한 것이 단일 모양과 크기를 가지는 자동 관심영역 기법이다[7].

2.3 단일 모양과 크기를 가지는 기법

대부분의 관심영역은 중앙에 있다는 것에 착안한 방법이다. 이 방법은 실제로 관심영역을 자동 추출하기 보다는 관심영역이 있음직한 영역을 기준으로 영역을 고정시키고 고정된 영역 안의 이미지를 관심영역으로 간주하고 우선 처리하는 방법을 제안하였다. 따라서 관심영역이 고정된 영역을 벗어나는 경우 즉, 중앙에 관심영역이 존재하지 않는 경우에는 정확한 관심영역을 표현하지 못할 뿐만 아니라 많은 배경 영역을 관심영역으로 처리한다는 문제점을 가지고 있다.

(그림 3) Maxshift를 사용하여 고정 사각형 ROI 마스크 기법



(Figure 3) Fixed-square ROI mask method by Maxshift

2.4 에지 기반 기법

단일모양과 크기로 관심영역을 자동 추출하는 방법을 개선시켜서 단일모양이지만 임의적인 크기로 관심영역을 추출하는 자동 관심영역 추출 방법이다. 이 방법에서는 이미지의 에지 분포를 이용해서 이미지의 바깥에서부터 중앙방향으로 에지가 임계값을 초과하는 지점을 찾는다. 이렇게 상, 하, 좌, 우의 에지부분을 찾아 사각형 모양의 자동 관심영역 마스크를 생성한다. 이 기법은 관심영역이 중앙이 아니라 모서리에 있어도 원하는 관심영역을 추출할 수 있다. 하지만 화소 단위의 처리 과정으로 인해 관심영역 추출에 소요되는 시간을 길어지게 한다. 임의 모양의 관심영역을 지원하지 못하기 때문에 여전히 많은 배경 부분이 관심영역으로 처리된다는 단점을 가진다.

(그림 4) [15] 방법에서 추출된 ROI



(Figure 4) An ROI extracted in [15]

2.5 기존 기법들의 문제점

자동 관심영역 추출 기법들은 대부분 질감 분

석이나 에지 그리고 객체 분할 기법을 이용한 연구들이다. 이런 기법들은 좋은 코딩 효율을 제공하지만 코딩된 관심영역 이미지의 시각적 품질을 향상시킬 수 있는 적당한 관심영역이 지정되지 못하거나 복잡한 계산 과정으로 인하여 실시간 응용에 적용 가능한 이미지 처리가 어렵다 [7]. 또한 DWT 계수들의 질감 변화만 고려하여 이미지를 분할한 경우는 이미지 전체에 흩어져 있는 관심영역을 만들어 내게 된다. 이미지 전반에 분산된 다중 관심영역은 시각적 품질을 떨어뜨리게 되므로 흩어진 관심영역들을 병합시키는 과정이 필요하게 된다. 그리고 관심영역 자동 추출 과정이 고정된 하드웨어 플랫폼에서 구현하여 코딩 과정과는 무관한 전처리 과정으로 분류되어 시간적 제약 없이 추출되는 것이 대부분이었다. 이렇듯 관심영역 자동 추출에 대한 필요성은 커지지만 실시간 응용에 적용 가능한 빠른 이미지 처리가 가능한 관심영역 자동 추출 기법은 미약한 수준이다. 따라서 관심영역 추출 시간과 관심영역 추출의 정확성을 모두 충족할 수 있는, 즉 이미지의 관심영역을 빠르고 정확하게 자동 추출할 수 있는 방법들에 대한 연구가 요구되고 있다.

3. 코드블록 내의 웨이블릿 계수 분포를 이용한 에지와 ROI 추출

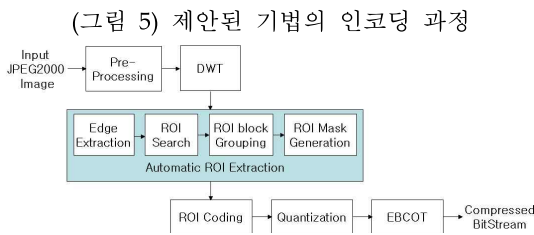
본 장에서는 JPEG2000 이미지에서 관심영역 자동 추출 기법을 제안하고, 효율적 처리를 위한 새로운 기법을 제안한다.

3.1 제안된 방법의 전체 구조

제안된 관심영역 자동 추출기법은 JPEG2000 코딩 과정 내에서 이루어진다. (그림 5)에서 JPEG2000 입력 이미지가 들어오면 JPEG2000 코딩의 전처리 과정으로 타일링, 레벨 시프팅, 컬러 변환의 3가지 과정이 이루어진다. 그 후 DWT과정을 거치면서 LL, HL, LH, HH와 같이 4개의 서브밴드가 만들어지게 된다.

여기에서 고주파 서브밴드들의 특성을 이용하여 관심영역을 자동 추출한다. 1단계는 관심영역을 자동 추출하기 위해서 관심영역과 배경을 나누기 위해 에지를 추출하기 위한 과정으로 DWT 과정에서 만들어진 고주파 서브밴드들에

서 각각의 가로, 세로, 대각선 방향의 HL, LH, HH 서브밴드에서 에지 정보를 추출한다. 2단계는 추출된 에지 정보를 이용하여 실제 관심영역을 자동 추출하는 과정이다. 여기에서는 관심영역 자동 추출을 위하여 새로운 알고리즘을 이용하여 관심영역 블록을 설정한다. 3단계에서는 탐색된 관심영역 블록을 이용하여 관심영역을 그룹핑하고, 4단계에서는 확인된 관심영역 마스크 블록 생성을 한다. 그 후, 양자화, 추출된 관심영역에 대한 우선적 처리인 관심영역 코딩, 그리고 EBCOT 과정을 거쳐 최종적인 코드 스트림을 만들어낸다.



(Figure 5) The encoding processes of the proposed method

3.2 1 단계 : 에지 추출

관심영역을 자동추출하기 위해서는 관심영역과 배경을 나누어야 한다. 이를 위해서 JPEG2000 코딩 내의 DWT 과정을 통하여 나누어진 저주파와 고주파 서브밴드를 이용한다. LL 서브밴드는 일반적으로 이미지의 거의 모든 정보가 담겨있는 저주파 콘텐츠 정보를 가지고, 가로, 세로, 대각선 에지 정보나 질감과 같은 고주파 콘텐츠는 각각 LH, HL, HH 서브밴드에 포함되어 있다. 따라서 DWT 변환된 LH, HL, HH 서브밴드를 이용하여 에지 정보를 추출한다. 즉, 에지추출을 위하여 다음 (식 2)와 같이 가장 높은 분해 레벨의 LL밴드를 제외한 세 개의 밴드의 합을 이용한다.

$$E(x, y) = E_r^{LH}(x, y) + E_r^{HL}(x, y) + E_r^{HH}(x, y)2_r$$

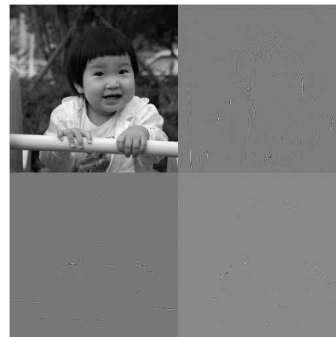
┉ 분해레벨, +는 산술덧셈을 의미한다. 이렇게 합해진 값은 대체로 정규화 분포를 따르므로 이 값을 한 바이트의 값을 가지는 0~255까지의 숫자로 정규화시킨다. 이렇게 하면 모든 영상에

일관성 있는 임계값을 적용시킬 수 있다.

$$edge(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{Normalize}(E(x, y)) < edge_thresh_r \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

edge_thresh 값인 에지 임계값은 다양한 이미지를 가지고 실험한 결과 108일 때 에지가 가장 잘 나타났다. 에지 임계값은 이미지의 특성에 따라 적절한 에지 임계값을 선택할 수 있다. 높은 레벨의 고주파 에지 정보를 이용하여 관심영역을 자동 추출하는 경우에는 적은 에지 정보로 인하여 잡음에 민감할 뿐만 아니라 블록 단위의 처리에서는 정교한 관심영역 추출이 어렵기 때문에 추출된 관심영역이 커지게 된다. 물론 임계값 조정과 블록 크기를 작게 함으로서 어느 정도의 조정은 가능하나 적은 에지 정보는 관심영역 추출 성능과 처리 효율을 저하시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 가장 낮은 분해 레벨의 고주파 서브밴드들을 이용하였다. (그림 6)은 512×512 해상도를 갖는 흑백 영상인 baby1을 1차 웨이블릿 변환한 것이다.

(그림 6) Wavelet decomposition by baby1



(Figure 6) Wavelet decomposition by baby1

(그림 7)은 1차 변환한 baby1 이미지의 HL, LH, HH 서브밴드를 합하여 정규화하여 정규화한 값을 에지 임계치 108 미만의 값을 '1'로 표현하고 그 외의 값을 '0'으로 표현한 영상이다. 검은 점으로 표현한 부분은 에지이며 그 외의 부분은 에지 외의 부분이다.

(그림 7) baby1의 에지 분포



(Figure 7) Edge distribution of baby1

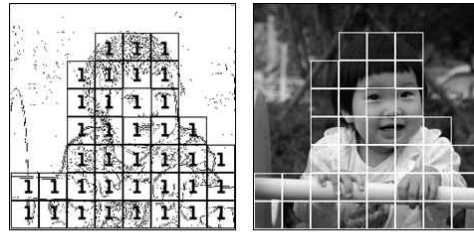
3.3 2단계:에지 분포를 이용한 자동 추출

앞 단계에서 추출된 에지 정보를 이용하여 실제 관심영역을 자동 추출하는 단계이다. 에지 추출 결과 이미지를 32×32이나 64×64 크기의 블록 단위로 분할한 후 위에서 아래로 열 우선으로 스캔하여 관심영역을 찾는다. 블록 내에서는 행 우선으로 스캔하여 임계값을 넘는 블록을 만나면 그 블록을 관심영역 블록으로 결정하고 다음 블록을 스캔을 한다. 에지 정보량에 따른 임계값으로 관심영역 블록으로 판별하는 식은 다음과 같다.

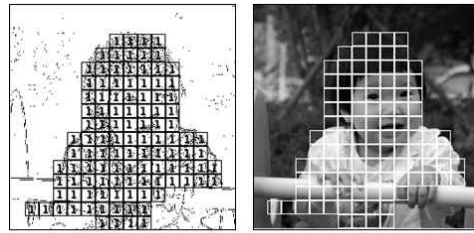
$$ROI_{Block}(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } \sum_{x=0}^{mBlockSize-1} \sum_{y=0}^{mBlockSize-1} edge(x,y) \ge Thresh \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

edge(x, y)는 에지 정보이며, Thresh는 임계값으로 에지 추출 정보량에 따라 적절한 에지 임계값을 선택하는 것이 관심영역 추출 성능을 향상시킬 수 있다. 본 논문에서는 실험에 의하여 64×64인 경우는 55로, 32×32인 경우는 30으로 설정하였다.

(그림 8) baby1에서 얻어진 ROI 블록



(a) 64×64



(b) 32×32

(Figure 8) ROI block search acquired from baby1

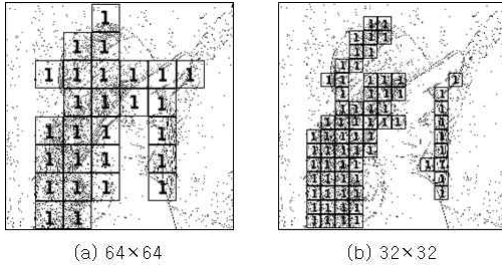
(그림 8)은 블록의 크기를 64×64와 32×32로 본 알고리즘을 수행한 결과이다. 그림에서 '1'로 표시된 것은 블록 내의 에지량이 임계값보다 많은 블록으로 관심영역 블록으로 판별된 것이며 나머지 부분은 배경영역 블록으로 판별된 것이다. 본 알고리즘은 모든 영역을 스캔하므로 블록 크기가 작다고 스캔 횟수를 증가시키지는 않는다. 결과에서 알 수 있듯이 블록 크기가 작을수록 더 정교한 관심영역 추출이 가능하다. 하지만 정보가 적은 블록이나 화소 단위의 처리에서는 에지의 연결이 끊어진 경우 관심영역 추출의 정확성이 떨어질 수 있다.

3.4 3단계:관심영역 블록 그룹핑

일반적으로 인간의 관심영역은 (그림 8)처럼 블록다각형 형태로 나타난다는 점에 착안해서 3 단계에서는 앞 단계에서 자동 추출한 관심영역이 오목다각형 형태로 나타나는 경우 블록다각형 형태로 처리하기 위한 단계이다. 앞 단계를 수행하면 관심영역 블록은 '1'로 표시되고 배경영역 블록을 '0'으로 표시된다. 2단계를 수행하고 (그림 9)처럼 나타난다면 즉, 한 행에서 관심영역 블록 다음 배경영역 블록으로 이루어지다가 다시 관심영역 블록이 나타난다면 이것을 오목다각형으로 간주하고 '0'으로 되어 있는 배경영역 블록을 관심영역 블록으로 바꾼다. 이 때 일

정간격 이상 떨어져 있는 경우는 서로 연관이 없는 관심영역으로 간주하고 그대로 배경영역으로 둔다. 즉 다중 관심영역 처리가 가능하다.

(그림 9) Lenna에서 얻어진 ROI 블록



(Figure 9) ROI block search acquired from Lenna

이 과정은 기존 방법들이 가진 영역 병합 문제나 관심영역 내부 영역에 존재하는 구멍을 채우는 문제를 해결하기 위한 후처리 과정을 거치지 않아도 된다. 그리고 모든 픽셀을 스캔하는 것이 아니라 블록단위로 스캔하므로 간단하고 빠르게 관심영역을 그룹핑하여 시각적 품질을 향상시킬 수 있다.

3.5 4단계: 관심영역 마스크 생성

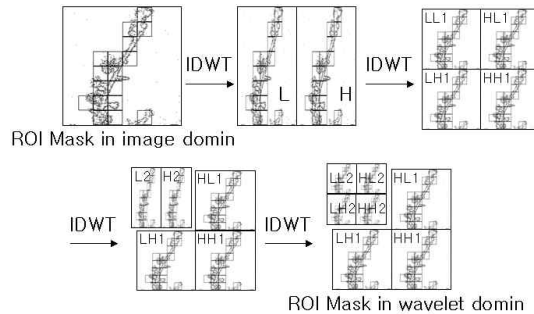
사용자가 보는 관점에서의 마스크는 이미지 도메인에서의 마스크이다. 따라서 관심영역 코딩을 위해서는 앞 단계에서 추출된 최상위 레벨의 관심영역 마스크 정보를 전체 웨이블릿 도메인에서 관심영역 마스크 정보로 변환하는 과정이 필요하다. 이 단계는 이미지 도메인에서의 관심영역 마스크 정보와 IDWT를 이용하여 웨이블릿 도메인에서의 관심영역 마스크를 생성하는 단계이다. 하나의 분해 레벨에서 행이나 열의 웨이블릿 계수들의 원 샘플들을 $X(2n)$ 과 $X(2n+1)$ 로 표시하고, L 서브밴드와 H 서브밴드에 속하는 웨이블릿 계수를 각각 $L(n)$ 과 $H(n)$ 으로 표시한다. 그러면 관심영역 마스크는 $X(2n)$ 과 $X(2n+1)$ 계산에 필요한 $L(n)$ 과 $H(n)$ 을 추적함으로써 구할 수 있다. 5/3 필터에 대한 관심영역 마스크를 추적하기 위한 IDWT는 다음 식과 같다.

$$X(2n) = L(n) - \frac{H(n-1)+H(n)}{4}$$

$$X(2n+1) = \frac{L(n)+L(n+1)}{2} - \frac{H(n-1)+6H(n)-H(n+1)}{8}$$

따라서 $X(2n)$ 의 관심영역 마스크에 있다면 (식 5)에 의하여 $L(n)$, $H(n-1)$, $H(n)$ 의 재구성하기 위해 필요하고, $X(2n+1)$ 의 관심영역 마스크에 있다면 $L(n)$, $L(n+1)$, $H(n-1)$, $H(n)$, $H(n+1)$ 이 필요하다. (그림 10)은 앞 단계에서 추출된 이미지 도메인에서의 관심영역 마스크를 IDWT 과정을 통해 웨이블릿 도메인에서의 관심영역 마스크로 변환되는 과정이다.

(그림 10) ROI 마스크의 변환



(Figure 10) Conversion of ROI mask

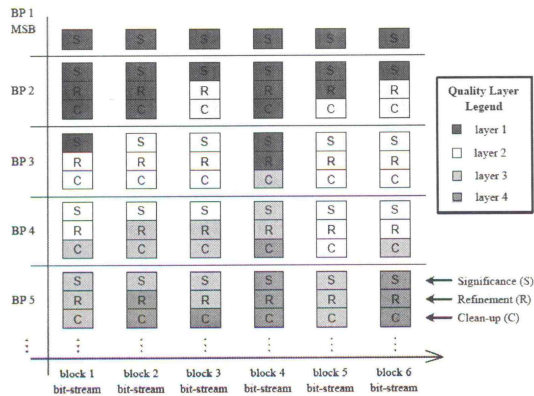
웨이블릿 도메인에서의 관심영역 마스크는 각 분해 레벨의 서브밴드 안에 관심영역 블록, 배경영역 블록, 부분 배경 계수를 포함하는 관심영역 블록으로 구성된다.

3.6 5단계: 관심영역 블록의 우선 처리

4단계의 관심영역 자동 추출 과정 후 생성된 관심영역은 양자화, 관심영역 우선처리, EBCOT 과정을 거쳐서 최종 코드스트림으로 만들어진다. EBCOT 과정에서는 각 서브밴드를 코드블록으로 나누어서 코드블록에 대해 독립적으로 코딩된 임베디드 비트스트림으로부터 최종 비트스트림이 만들어진다. 전체 이미지를 압축한 후에 모든 압축된 코드블록들, 즉 특정 목표 비트율과 왜곡 범위를 만족하기 위해 절단되어야 하는 각 코드블록의 임베디드 비트 스트림 크기를 결정한다. 최종 비트 스트림은 레이어의 집합으로 구성되어 있다. (그림 11)은 레이어에 대한 코드블

록의 공헌도를 나타낸다.

(그림 11) 비트 스트림에 대한 코드 블록 공헌도



(Figure 11) Illustration of code block contributions for bit stream layers

4. 실험 및 평가

4.1 실험 방법

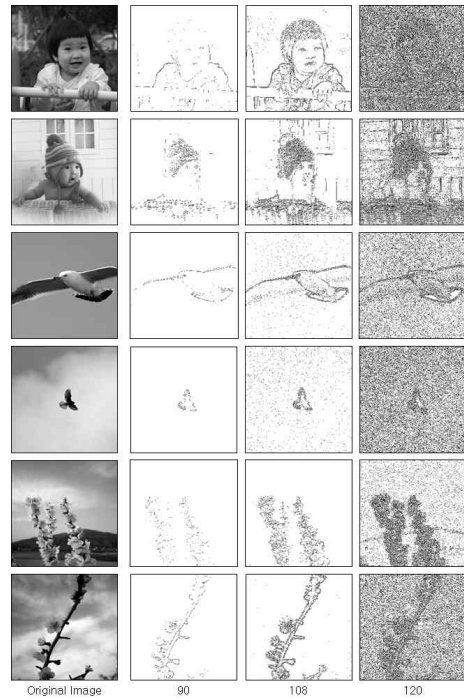
입력 이미지는 모두 흑백이며, 해상도는 512×512이며, 웨이블릿 변환 시 사용된 필터는 D-9/7필터를 사용했으며 블록의 크기는 64×64와 32×32를 이용하였다. 에지 정보 추출을 위한 임계값은 108으로, 관심영역 블록 판별은 블록 내의 에지 분포량에 따라 결정되므로 블록크기에 따라 임계값을 달리 하였다. 64×64은 55로 32×32은 30으로 임계값을 사용하였다.

(그림 12) 실험 이미지



(Figure 12) Experimental images

(그림 13) 각 실험 이미지의 에지 임계치



(Figure 13) Edge thresholds of each JPEG2000 images

(그림 12)는 실험에서 사용된 30개의 이미지 중 본 연구에서 나타낸 이미지이며 (a), (b), (c)는 1 분해 레벨, (d)와 (e), (f)는 2분해 레벨 이미지를 사용한다. 최종 분해레벨의 LH, HL, HH 밴드에서 본 연구의 관심영역을 자동 추출하기 위한 에지를 추출한다. 그리고 제안된 관심영역 자동 추출 방법은 서로 다른 비트율과 분해 레벨에서의 JPEG2000 압축 이미지에 관심영역 코딩을 적용하기 위한 실험도 수행한다. 또한 비트율과 코드블록의 최적의 크기와 분해 레벨의 관계를 실험 결과로 제시하며, 본 논문에서 제안된 방법의 성능 평가를 논한다. 정확한 성능 평가를 위한 객관적 화질 평가로서 PSNR을 측정한다.

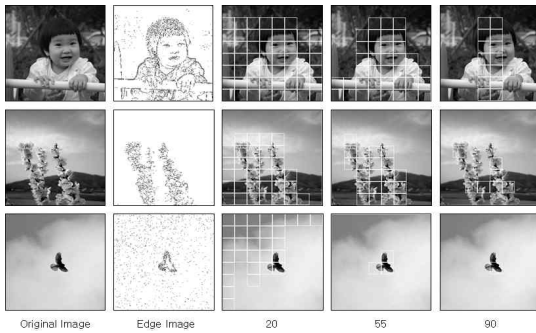
4.2 성능 평가

제안된 방법은 에지 추출 결과에 많은 영향을 받는다. 따라서 적정 임계값 결정이 아주 중요하다. 즉, 관심영역을 충분하게 표현할 수 있는 에지 추출이 이루어져야 한다. (그림 13)은 각각의 JPEG2000 이미지에 90, 108, 120의 임계값을 고주파 서브밴드에 적용했을 때 추출된 에지 결과

들이다. 대부분의 이미지에서 90의 임계값에서는 적은 에지를 나타내 관심영역 추출이 어렵고, 120과 같이 큰 임계값을 선택하면 많은 잡음으로 인하여 관심영역 추출이 어렵다. 실험 결과에서는 100에서 105 사이의 임계값이 적당하며, 본 논문에서는 108을 채택하여 에지를 추출하였다.

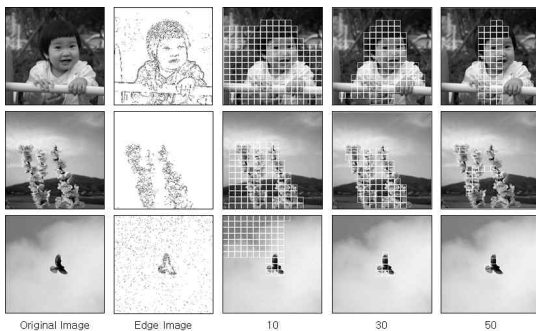
코드블록 내의 에지 분포량에 따라 관심영역 블록을 결정하므로 적정 임계값 결정이 중요하다. (그림 14)는 64×64 코드블록을 사용하여 20, 55, 90의 임계값을 추출된 에지에 적용했을 때 자동 추출된 관심영역 블록이며 (그림 15)는 32×32 코드블록을 사용하여 10, 30, 50의 임계값을 적용했을 때 자동 추출된 관심영역 블록이다. 임계값이 작으면 잡음에 민감해져 많은 배경도 관심영역으로 추출되며, 반대로 임계값이 크면 관심영역이 배경영역으로 인식된다. 실험을 통하여 64×64 코드블록인 경우는 55로, 32×32 코드블록인 경우는 30으로 임계값으로 선택하였다.

(Figure 14) 64X64 블록에서 ROI 마스크 임계치



(Figure 14) ROI mask thresholds in 64X64 block

(Figure 15) 32X32 블록에서 ROI 마스크 임계치



(Figure 15) ROI mask thresholds in 32X32 block

<표 1> 6 이미지의 각 비트율에 대한 PSNR

image method	bit rate	image					
		baby 1	flower1	hawk	baby 2	flower2	gull
0.2	non ROI	28.97	28.34	28.59	28.82	28.52	28.64
	proposed method (with ROI)	28.62	28.01	28.41	28.76	28.29	28.37
0.4	non ROI	32.84	32.48	32.62	32.77	32.45	32.63
	proposed method (with ROI)	32.51	32.14	32.24	32.43	32.08	32.23
0.8	non ROI	38.91	38.24	38.74	38.82	38.46	38.79
	proposed method (with ROI)	37.58	37.04	37.59	37.45	37.13	37.89
1.2	non ROI	43.85	42.67	43.26	43.76	42.88	43.72
	proposed method (with ROI)	41.98	41.18	41.25	41.87	40.89	41.75

<Table 1> PSNRs by each bit rate of 6 images

객관적 실험을 위해 PSNR을 사용한 화질 평가는 다음 식과 같다.

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

여기에서 샘플 당 n비트의 길이를 가지며 MSE는 다음 식과 같다.

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

여기에서 x 는 원 화소 값을 의미하고, \hat{x} 는 재구성된 화소 값을 의미하고, A_r 는 관심영역을 의미한다. <표 1>에서 PSNR을 보면 관심영역 코딩을 한 이미지나 관심영역 코딩을 하지 않은 이미지에서 화질의 차이는 아주 적게 나타난다. 관심영역 코딩을 하게 되면 관심영역에 높은 비트를 할당하기 때문에 관심영역 부분은 무손실이거나 무손실에 가깝게 된다. 관심영역과 배경을 모두 평가하는 전체 화질 평가에서는 관심영역 코딩을 하지 않은 이미지와 비슷하겠지만 사용자의 주된 관심 영역은 우선적으로 고품질로 볼 수 있기 때문에 사용자에게는 시각적으로 더욱 효과적인 서비스가 될 수 있다.

5. 결론

기존 관심영역 추출 방법들은 정확하게 추출하는 것이 목표였기 때문에 관심영역 추출 방법과 시간은 코딩 과정과 무관하게 진행되었다. 그러나 모바일 환경의 등장 등 사용자의 요구가 다양해지면서 실시간 응용에 적용 가능한 빠른 관심영역 자동 추출의 필요성이 대두되었다. 제안된 알고리즘은 비교적 정확하고 빠른 관심영역 추출이 가능할 뿐 아니라 지각적 품질이 높은 관심영역을 빠르게 추출 가능함을 실험을 통하여 보였다. 제안된 방법은 기존 기법들의 복잡한 필터 사용과 높은 계산 복잡도를 해결하였으며 영역 병합과 같은 후처리 과정을 거치지 않아도 되므로 실시간 응용을 위한 빠른 이미지 처리가 가능하다. 그리고 JPEG2000 뿐만 아니라 웨이블릿을 사용하는 다양한 응용에 적용 가능하며 다중 관심영역 추출도 가능하다.

제안된 방법은 블록 크기가 작다고 스캔 횟수가 늘어나지는 않지만 오목 다각형 형태의 관심영역을 볼록 다각형 형태로 변경하는 단계에서는 비교 횟수가 늘어나며 관심영역 그룹핑에 소비되는 시간이 길어진다. 따라서 32×32의 블록 크기에서도 관심영역을 충분히 정교하게 추출이 가능함을 실험을 통하여 보였다.

References

- [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 Professional Communication, Vol. 48, No. 2, 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] A. P. Bradley and W. M. Stentiford, "Visual attention for region of interest coding in JPEG 2000", J. Vis. Commun. Image R. 14, pp.232-250, 2003.
- [4] J. Hara, "An Implementation of JPEG2000 Interactive Image Communication System", ISCAS 2005, Vol. 6, pp.5922-5925, 2005.
- [5] ISO/IEC, ITU-T, "JPEG2000 Image Coding System", ISO/IEC International Standard 15444-1, ITU Recommendation T.800, 2000.
- [6] M. Boliek, C. Christopoulos and E. Majan, "JPEG2000 Part I Final Draft International standard", ISO/IEC JTC1/SC-29/WG1, N1890r, 2000.
- [7] Chen O. T. C. and Chih C. C., "Automatically Determined ROI in JPEG 2000", Multimedia, IEEE Trans, Vol. 9-7, pp.1333-1345, 2007.
- [8] Andrew P. Bradley and Fred W. M. Stentiford, "JPEG2000 and Region of Interest Coding, Digital Image Computing Techniques and Applications, 2002.
- [9] Lee Han Jung, "A Study on Multiple ROI of Image Processing on JPEG2000", The Thesis for Master in Cheonbook University, 2003.
- [10] Y. B. Chen and Oscar T. C. Chen, "Robust Fully-Automatic Segmentation Based on Modified Edge-Following Technique, ICASSP, 2003.
- [11] Chih C. and O. T. Chen, "ROI Determined by Perceptual-Quality and Rate-Distortion Optimization in JPEG2000", ISCAS, pp.869-872, 2011.
- [12] H. S. Kong, A. V. Hata and N. Kuwahara, "Fast Region-of-Interest Transcoding for JPEG2000 Images", IEEE, pp.952-955, 2005.
- [13] F. Wang, J. Wei, N. Zheng, S. Du and B. Gao, "Automatic ROI Selection for JPEG2000 Compression of Remote Sensing Images", IEEE Int'l Conference on Semantic Computing, pp.615-621, 2007.
- [14] S. H. Park and etc., "A Study on Measurement of Object Image Quality by Scanning Type for MPEG-2-based Terrestrial 2HD Service and Application on Experimental Broadcasting", Journal of Digital Contents Society, Vol. 16, No. 2, pp. 275-282, 2015.
- [15] Park J. H., Seo Y. G., Kim S. B., Gang K. J., and Kim H. Y., "An Automatic ROI Extraction and Its Preferential Processing in JPEG2000", Journal of KCSIS, Vol. 13, No. 6., pp.127-136, 2008.



서 영 건

1987년 : 경상대학교 전산과 학사
1997년 : 숭실대학교 전산과 박사
1989년~1992년 : 삼보컴퓨터
1997년~현재 : 경상대학교
컴퓨터과학과 교수

2014년~현재 : 경상대학교대학원 문화융복합학과 교수
2011년~2012년 : UNC-CH, Visiting Scholar
관심분야: Med. Image, IT융복합, Computer Network



김 희 민

2002년 : 경상대학교 정보공학부
2013년 : 경상대학교 융합대학원
(공학석사-멀티미디어학)
2013년~현재 : 경상대학교 컴퓨터
과학과 박사과정 재학

관심분야 : JPEG2000, Medical Imaging, School
Information System



김 상 복

1989년 중앙대학교 전자공학과
박사
1984년~현재 : 경상대학교
컴퓨터과학과 교수
관심분야 : 멀티미디어통신, 보
안
영상인식