

# 임베디드 부호화 기법을 이용한 점진적 관심영역 부호화

정회원 최호중\*, 강의성\*\*, 다나카 도시히사\*\*\*, 고성 제\*\*

## Progressive Region of Interest Coding Using the Embedded Coding Technique

Ho-Joong Choi\*, Eui-Sung Kang\*\*, Toshihisa Tanaka\*\*\*, Sung-Jea Ko\*\* *Regular Members*

### 요 약

영상 내에서 중요한 내용을 포함하고 있는 관심영역 (region of interest: ROI)을 나머지 영역보다 우선적으로 전송하는 점진적 관심영역 부호화 방법은 웹 검색이나 영상 데이터베이스 시스템에 유용하게 사용될 수 있다. 관심영역 부호화 방법은 전 영역을 동일한 중요도로 전송하는 일반적인 점진적 부호화 (progressive coding) 방법과는 달리, 특정 영역을 우선적으로 부호화하여 전송하기 때문에 짧은 시간 내에 매우 적은 양의 수신된 비트스트림을 가지고 원영상의 내용을 파악할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문에서는 비트율 제어와 점진적 전송 기술을 적용하기 용이한 임베디드 부호화 방법을 이용한 점진적 관심영역 부호화 방법과, 원영상에 대한 관심영역의 위치정보를 효율적으로 전송하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 웹 검색이나 영상 데이터베이스 시스템 등의 응용 분야에 효과적으로 적용할 수 있음을 실험 결과를 통하여 확인하였다.

### ABSTRACT

In image coding applications such as web browsing and image database searching, it is very useful to quickly view a small portion of the image with higher quality. Region of interest (ROI) coding technique provides the capability to reconstruct the ROI in advance of decompressing the rest of the image, with a smaller number of transmitted bits compared to the case where the entire image is treated with the same priority. In this paper, a progressive ROI coding method using the embedded coder is presented, and an efficient transmission method for the ROI information. Experimental results show that the proposed progressive ROI coding technique can be effectively used for image coding applications such as web browsing and image database searching system.

### I. 서 론

제한된 전송 대역폭 (bandwidth)을 갖는 네트워크 상에서 웹 검색이나 영상 데이터베이스 검색 등을 효율적으로 수행하기 위해서는 높은 압축률뿐만 아니라, 전송되는 비트스트림 (bitstream)에 따라 수신

측에서 영상의 화질을 향상시킬 수 있는 점진적 전송 (progressive transmission)이 중요하다. 웨이블릿 변환에 의해서 얻어진 웨이블릿 계수 중에서 큰 값을 갖는 웨이블릿 계수들은 작은 값을 갖는 계수들에 비해서 원래 영상에 포함되어 있는 정보를 더 많이 가지고 있다. 따라서, 크기가 큰 웨이블릿 계수들을 작은 값을 갖는 웨이블릿 계수보다 먼저 부

\* 삼성전자 정보기술평판 storage 사업부

\*\* 고려대학교 전자공학과

\*\*\* 동경공업대학교 전기전자공학과

논문번호: 99350-0830, 접수일자: 1999년 8월 30일

호화하여 전송함으로써 점진적 부호화 방법을 손쉽게 구현할 수 있다. 또한, 압축된 비트스트림으로부터 원영상을 복원하는 경우에, 비트스트림 전체를 수신하지 않고 비트스트림의 일부만을 이용하여 영상을 복원할 수 있고, 비트스트림이 수신됨에 따라서 점진적으로 영상의 화질을 높일 수 있는 임베디드 부호화 (embedded coding) 방법은 정확한 비트율 제어 (rate control)가 가능하기 때문에 대역 제한된 네트워크 상에서의 영상 전송에 효과적으로 사용될 수 있다<sup>[14]</sup>. 인터넷과 같은 네트워크 상에서 영상 검색이나 의료 영상 전송 (telemedicine) 등의 응용에서는 전체 영상 중에서 중요한 특징을 포함하고 있는 특정 영역을 우선적으로 전송할 수 있는 기능은 매우 유용하다. 사용자가 전체 영상을 모두 수신하지 않고 영상의 일부분만을 보고 검색하고자 하는 영상인지 아닌지를 확인할 수 있다면, 계속해서 전송 받을 것인지, 아니면 전송을 중단하고 다른 영상을 검색할 것인지를 빨리 판단할 수 있으므로 영상 검색 시간을 줄일 수 있다. 전체 영상에서 사용자가 관심을 가질 만한 대표적인 특징을 가지고 있는 영역을 관심영역 (region of interest: ROI)이라고 하는데, 관심영역 부호화 방법은 웹 검색, 영상 데이터베이스 검색, 의료영상 전송 등의 응용에서 네트워크 트래픽 (network traffic)이 폭주하여 영상의 전송 속도가 느려질 경우나, 좁은 대역폭을 갖는 네트워크 상에서 영상을 효과적으로 검색하는 경우에 유용하게 사용될 수 있다<sup>[5], [6]</sup>.

기존에 제안된 관심영역 부호화기에서는 웨이블릿 변환 영상에서 큰 값을 갖는 웨이블릿 계수들 먼저 전송하기 위해서 관심영역 내의 계수들을 왼쪽 비트천이 (left bit-shifts)시킴으로써 관심영역이 나머지 영상 (rest of image)보다 먼저 전송될 수 있도록 하였다<sup>[5]</sup>. 그러나, 이 방법은 계수값의 확장으로 인한 메모리의 낭비를 가져올 뿐만 아니라, 임베디드 부호화 방법에서의 연속근사양자화 (successive approximation quantization: SAQ) 과정에서 관심영역 외의 영역에 대해서도 부호화 심볼을 할당되므로 중복성 (redundancy)가 발생한다.

본 논문에서는 관심영역을 선택적으로 부호화하는 방법과 관심영역 정보를 효과적으로 전송하기 위한 방법을 제안한다. 제안한 부호화기는 관심영역만을 선택적으로 부호화함으로써, 관심영역이 전송될 때 나머지 영상에 대한 정보는 포함되지 않게 해서 부호화 효율이 저하되는 것을 방지할 수 있고, 관심영역 내의 웨이블릿 계수들을 비트천이 하지

않아도 되므로 메모리의 사용을 줄일 수 있다. 관심영역은 1로 나머지 영상은 0으로 지정하여 이진 영상 (binary image)을 생성한 후, 이 영상에 간단한 이진 영상 압축 방법 [7]을 적용함으로써, 관심영역의 위치정보를 효과적으로 전송할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 제안한 관심영역 부호화기로 사용한 개선된 임베디드 부호화 방법 [3]에 대해서 설명하고, III 장에서는 기존의 관심영역 부호화기에 관하여 살펴본 후, 본 논문에서 제안하는 점진적 관심영역 부호화기와 효과적인 관심영역 위치정보 전송에 관해서 설명한다. IV 장에서 제안하는 방법에 대한 실험 결과들 서술하고, 마지막으로 V 장에서 결론을 맺는다.

## II. 개선된 EZW 부호화

Shapiro는 웨이블릿 변환 영상이 가지고 있는 제로트리 (zerotree) 구조와 연속근사양자화를 이용하여 비트스트림이 어떠한 위치에서 끊기더라도 복원할 수 있는 임베딩 특성 (embedding property) [1]을 갖는 EZW 부호화 방법을 제안하였다. 이 방법은 원하는 비트율로 영상을 정확히 전송할 수 있는 비트율 제어 (rate control)가 가능할 뿐만 아니라, 연속근사양자화에 의해서 크기가 큰 웨이블릿 계수들을 우선적으로 전송하기 때문에 점진적 전송기법을 쉽게 구현할 수 있다는 장점이 있다<sup>[1]</sup>. 이와 같은 임베디드 부호화기는 비트스트림 전체를 수신하지 않고 비트스트림의 일부만을 이용하여 영상을 복원할 수 있으므로 관심영역 부호화기에 적합하다. 본 논문에서는 EZW의 연속근사양자화 과정에서 고주파 대역을 반복적으로 스케닝함으로써 발생하는 중복성을 줄임으로써 같은 비트율에서 우수한 성능을 보이는 개선된 EZW 부호화기 [3], [4]를 관심영역 부호화기에 사용한다. 본 장에서는 이러한 개선된 EZW 부호화기에 관해서 설명한다.

입력 영상을  $N$ 번 웨이블릿 변환하면,  $HL_1, LH_1, HH_1, \dots, HL_N, LH_N, HH_N, LL_N$ 의  $3N+1$ 개의 대역을 얻을 수 있다.  $HL_i, LH_i, HH_i$ 의 각 대역에 존재하는 웨이블릿 계수들 중에서 크기가 가장 큰 계수의 절대치들  $t_{3i-2}, t_{3i-1}, t_{3i}$ 라고 하자. 이때,  $1 \leq i \leq N$ 이다. 그리고, 가장 낮은 주파수 대역인  $LL_N$  내의 계수 중에서 가장 큰 계수값을  $t_{3N+1}$ 이라고 하면, 각 대역 내에서 가장 큰 크기를 갖는 웨이블릿 계수들의 집합을  $M$ 은 다음과 같

이 구성된다.

$$M = \{t_k; k=1, 2, \dots, 3N+1\} \quad (1)$$

그림 1처럼 입력 영상을 3 번 웨이블릿 변환했을 때, 각 대역에 대한 계수들의 최대치가 그림과 같다면, 최대계수집합  $M = \{10, 15, \dots, 60, 120\}$  과 같이 구성된다. 그리고, 연속근사양자화를 위한 초기 임계치는 다음과 같은 식으로 주어진다.

$$T_1 = 2^{\lfloor \log_2 L \rfloor} \quad (2)$$

여기서,  $L$  은 모든 웨이블릿 계수 중에서 가장 큰 값을 나타내며,  $\lfloor x \rfloor$  는  $x$  를 넘지 않는 최대의 정수를 의미한다.  $i$  번 째 연속근사양자화 과정에서  $t_k \geq T_i$  를 만족하는 대역을 significant subband (SS),  $t_k < T_i$  를 만족하는 대역을 insignificant subband (IS)라고 하고, SS 대역 중에서 IS와 접해 있는 영역을 marginal subband (MS)라 한다. 그림 1에서 음영있게 표시된 부분이 SS이며, 나머지 대역들은 IS이다. 그리고, SS 중에서 굵은 선으로 둘러싸인 대역이 MS를 나타낸다.

EZW에서는 연속근사양자화 과정에서 각 웨이블릿 계수에 대해서 POS, NEG, IZ, ZTR 중의 하나 외 심볼을 할당하는데, 계수가 significant이면 1을 할당하고, insignificant이면 0을 할당한다. 이때, 계수가 significant인 경우는, 계수의 부호를 나타내기 위해서 1비트가 부가적으로 요구되며, 계수가 insignificant인 경우에는 그 계수에 대한 descendant가 significant한지 아닌지를 나타내기 위해서 1비트가 부가적으로 필요하게 된다. 결국, EZW 부호화 기에서의 POS, NEG, IZ, ZTR을 11, 10, 01, 00으로 나타낼 수 있다.

그림 1을 살펴보면 MS 내의 모든 계수들에 대한 descendant들은 모두 IS에 속해 있음을 알 수 있다. 이러한 특징을 이용하면 부호화 과정에서 계수들에 할당되는 비트를 줄일 수 있다. 그림 1에서 ㉑로 표시되어 있는 계수들은 significant한 계수를 의미하는데, EZW에서는 ㉑의 descendant인 계수 ㉒들을 부호화해야 하지만, 개선된 방법에서는 IS 내의 계수들은 모두 insignificant하다는 것을 알고 있으므로 부호화할 필요가 없다. 그리고, EZW에서는 insignificant 계수 (IZ, ZTR)들에 대해서 2 비트가 필요한 반면에, 이 방법에서는 MS 내의 계수들은 descendant가 모두 insignificant하다는 것을 알고 있으므로, descendant에 significant한 계수의 존재여부

를 나타내기 위한 부가적인 1 비트가 필요하지 않다. 즉, MS 내의 insignificant 계수들을 1 비트로 부호화할 수 있다.

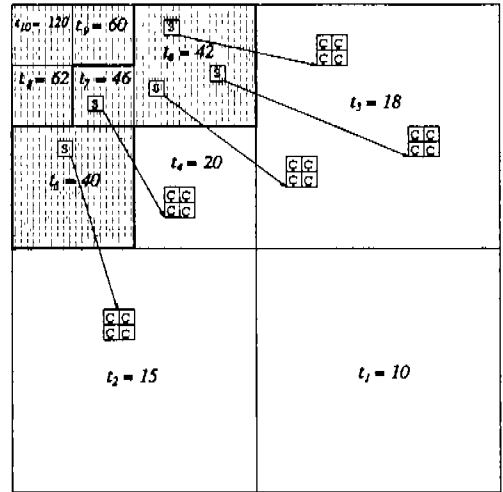


그림 1. 대역 선택적 스캐닝 및 비트 할당.

### Ⅲ. 관심영역 부호화

인터넷에서 영상을 검색할 때 전체 영상에서 사람의 얼굴이나 특정 사물 등, 그 영상의 특징을 잘 나타낼 수 있는 영역을 사용자에게 우선적으로 전송한다면, 적은 양의 비트스트림만으로 원영상 내의 특정 영역을 복원하여 그 영상이 원하는 영상인지 아닌지를 판단할 수 있다. 원하지 않는 영상인 경우에 수신측의 사용자는 수신을 중단하고 다른 영상을 검색함으로써 영상을 검색하는데 소요되는 시간을 줄일 수 있다. 이 때, 영상의 대표적인 특징을 나타내는 영역을 관심영역이라고 한다. 본 장에서는 기존에 제안된 관심영역 부호화 방법에 대해서 설명한 후, 본 논문에서 제안한 점진적 관심영역 부호화 방법을 소개한다. 그리고 관심영역 부호화를 위해서 본 논문에서 사용한 위치정보의 부호화 방법에 대해서 설명한다.

#### 1. 기존의 관심영역 부호화 방법

웨이블릿 변환에 의해서 얻어진 웨이블릿 계수들 중에서 큰 값을 갖는 계수들은 작은 값을 갖는 계수들에 비해서 원영상에 포함되어 있는 정보를 더 많이 가지고 있다. 웨이블릿 기반의 임베디드 부호화는 연속근사양자화를 통하여 큰 계수값을 가지는 웨이블릿 계수들이 먼저 전송될 수 있도록 함으

로써 낮은 비트율에서도 우수한 화질을 보인다. 그림 2(a)는 영상에 대한 관심영역을 나타내고, (b)는 이 영상을 웨이블릿 변환한 것을 나타낸다. 기존의 관심영역 부호화 방법에서는 그림 2(b)와 같이 지정된 관심영역에 대한 웨이블릿 계수들에 대해 왼쪽 비트천이 (left bit-shift)를 수행하여 큰 값을 가지게 함으로써 관심영역이 우선적으로 전송될 수 있도록 한다. 왼쪽 비트천이의 정도를 S라고 할 때, 관심영역으로 지정된 웨이블릿 계수들의 값은 원래 계수값의  $2^S$  배가 된다<sup>[5]</sup>.

관심영역 왼쪽 비트천이 방법은 S가 클수록 관심영역 계수가 큰 값을 가지게 되므로, 연속근사양자화 과정에서 관심영역이 나머지 영역에 비해서 우선적으로 전송되어 높은 화질을 유지하게 된다. S를 작은 값으로 설정하면, 관심영역의 화질은 그다지 우수하지는 않지만, 주어진 비트율에서 S가 큰 값을 갖는 경우보다 전체적인 영상의 화질이 우수하게 된다. 그러므로, 관심영역과 나머지 영상의 중요도를 비교하여 균형 (trade-off)을 맞춰줄 필요가 있다.

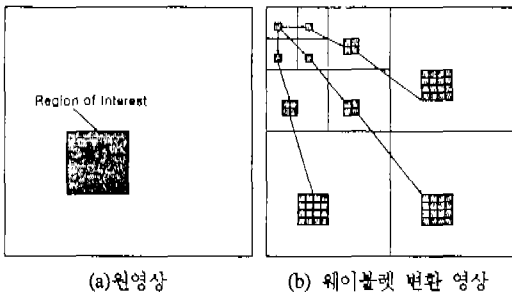


그림 2. 관심영역과 웨이블릿 변환 영상.

2. 제안하는 점진적 관심영역 부호화

앞 절에서 다룬 기존의 왼쪽 비트천이 방법에서는 비트천이로 인한 오버플로우 (overflow)를 방지하기 위해서 충분한 크기의 precision을 갖는 메모리를 사용해야 한다. 따라서, 관심영역에 대해서 높은 화질이 요구될수록 많은 메모리가 필요하게 된다. 뿐만 아니라, 관심영역외 계수들이 왼쪽 비트천이되어 계수들이 큰 값을 가지게 되면 연속근사양자화 과정 위한 임계값 또한 큰 값을 가지게 된다. 이 결과로 관심영역이 아닌 나머지 계수들은 연속근사양자화 과정에서 임계값이 충분히 작아질 때까지 ZTR 심볼로 반복적으로 부호화되므로 부호화 효율이 떨어지게 된다. 이러한 단점을 개선하기 위해서 부호화된 비트스트림을 재배열 (rearrangement)하는

방법을 고려할 수도 있는데, 이 경우에는 부호화된 결과를 버퍼에 저장해두었다가, 부호화가 끝난 후에 재배열하여 전송해야 하므로, 지연이 발생한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 위와 같이 비트천이로 인한 부가적인 메모리가 필요하지 않으며, 재배열로 인한 지연이 발생하지 않는 방법을 제안한다. 제안한 방법에서는 관심영역 정보를 이용하여 관심영역과 나머지 영역에 대해서 부호화 과정을 선택적으로 적용한다. 부호화를 위해서는 관심영역 정보를 먼저 전송한 후, 그림 2(b)의 관심영역에 대한 계수들을 개선된 EZW 방법을 이용하여 부호화한다. 그리고 나서, 관심영역에 대한 부호화가 끝나면 나머지 영역에 대해서 부호화한다. 다음은 제안한 관심영역 부호화 알고리즘이다. 여기에서 변수 I는 관심영역의 화질을 얼마나 좋게 할 것인지결정하는 변수이다.

Step 1. Initialization:

$$R = I, T_i = 2^{\lceil \log_2 L \rceil}, \text{ transmit ROI information;}$$

Step 2. ROI Processing:

for ( R > 0 ) do:

for each entry (i,j) in the ROI do:

Encoding with respect to  $T_i$ ;

end

$$R = R - 1;$$

$$T_i = T_i / 2;$$

end

$$R = I, T_i = 2^{\lceil \log_2 L \rceil};$$

Step 3. non-ROI Processing:

for each entry (i,j) except for the ROI do:

Encoding with respect to  $T_i$ ;

end

$$R = R - 1;$$

$$T_i = T_i / 2;$$

Step 4.

Until the total bit budget is exhausted do:

for each entry (i,j) of all coefficients do:

Encoding with respect to  $T_i$

end

$$T_i = T_i / 2;$$

end

관심영역을 지정하지 않은 일반적인 점진적 부호화는 매우 낮은 비트율에서 영상을 전혀 식별할 수 없는 경우가 대부분이지만, 관심영역 부호화 방법에서는 낮은 비트율에서도 지정한 관심영역에 대해서는 높은 화질을 얻을 수 있다.

3. 관심영역의 위치정보 전송 방법

웨이블렛 계수들 각각에 대한 모든 위치를 전송하기 위해서는 수많은 위치 정보가 필요하게 된다. 웨이블렛 변환 영상의 특성을 이용하면, 적은 양의 위치 정보를 가지고, 웨이블렛 변환 영상 내의 모든 관심영역을 나타낼 수 있다. 그림 2(b)에서 LL 대역 내의 계수들은 나머지 계수들에 대한 parent에 해당하므로, LL 대역의 계수들에 대한 위치 정보를 전송하면 모든 관심영역에 대한 위치정보를 표현할 수 있다. 그림 3(a)는 LL 대역의 계수 중에서 관심 영역에 해당하는 위치는 1, 그리고 나머지 영역은 0으로 나타낸 이진 영상이다. 제안한 방법에서는 ROI 정보를 나타내는 이진 영상을 부호화하기 위해서 coordinate data compression (CDC) 알고리즘을 이용하였다<sup>7)</sup>. CDC 알고리즘에서는 영상을 래스터 스캔 (raster scan)하면서 다음과 같은 규칙에 의해서 부호화 한다.

- 규칙 1. 영상의 각 행 (row)이 모두 0이면, 0을 할당한다.
- 규칙 2. 각 행에 1인 값이 하나라도 존재하면, 1을 할당하고,  $b = \lceil \log_2 W \rceil$  개의 비트를 이용하여 1이 존재하는 위치를 나타낸다. 여기서,  $W$ 는 행의 길이를 나타낸다.
- 규칙 3. 1이 여러 개 있을 경우에는  $b = \lceil \log_2(W-c) \rceil$  개의 비트를 이용하여 1의 위치를 나타낸다. 이때,  $c$ 는 바로 전에 부호화된 1의 위치이다.
- 규칙 4. 각 행에 있는 모든 1의 위치를 부호화했다면, 그 행의 나머지가 모두 0임을 나타내기 위해서 0을 할당한다.

그림 3(b)는 위와 같은 CDC 알고리즘에 의해서 그림 3(a)에 나타난 ROI 정보를 부호화 결과이다. 그림에서 0, 2, 3, 4, 5, 7 행의 모든 값들은 0이므로, 규칙 1에 의해서 0이 할당된다. 1 행의 경우는 1이 존재하므로, 규칙 2에 의해서 1을 할당하고, 그 위치를 나타내기 위해서 010을 할당한다. 그리고, 1이 더 이상 존재하지 않으므로, 규칙 4에 의해서 0

을 할당한다. 6 행의 경우는 1이 2 개 존재하는 경우로서, 1이 존재함을 나타내기 위해서 우선 1을 할당하고, 첫 번째 1의 위치를 표시하기 위해서 100을 할당한다. 그리고 나서, 행의 나머지 부분에 또 다른 1이 존재함을 나타내기 위해서 1을 할당하고, 그 위치를 규칙 3에 의해서 00을 할당한다. 이때 두 번째 1의 위치가 101이 아닌 이유는 바로 전에 부호화된 1을 기준으로 한 위치이기 때문이다. 이와 같은 방법을 이용하면 그림 3(a)와 같은 ROI 정보를 19 bit로 나타낼 수 있다.

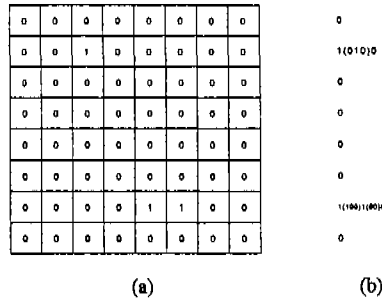


그림 3. ROI 영상: (a) ROI 이진영상, (b) 부호화 결과.

IV. 실험 결과

본 논문에서는 쌍직교 웨이블렛 필터 (biorthogonal wavelet filter)인 Daubechies 9/7 필터를 사용하여 입력 영상을 6번 웨이블렛 분해하였으며, II장에서 설명한 개선된 임베디드 웨이블렛 부호화에 기반을 둔 관심영역 부호화기를 웨이블렛 변환 영상에 적용하였다.

그림 4는 일반적인 점진적 부호화 방법과 제안된 관심영역 부호화 방법에 대한 화질을 비교한 것이다. 그림에서 왼쪽 영상들은 일반적인 점진적 부호화에 의한 것이고, 오른쪽 영상들은 제안한 방법에 의한 것으로서, 웨이블렛 변환 영상에서 LL 대역의 두 화소를 관심영역으로 지정하고  $l$ 는 10으로 설정했을 때의 실험결과이다. 그림 4(a), (b)를 비교해 볼 때, (a)에서는 영상을 식별할 수 없지만, 그림 4(b)에서는 매우 낮은 비트율임에도 불구하고 영상 내의 '82'라는 숫자를 식별할 수 있음을 볼 수 있다. 만약 사용자가 이와 같은 영상을 웹 상에서 전송받을 경우에, (b)의 영상이 사용자가 원하는 영상이라면 영상을 계속 전송 받고, 그렇지 않다면, 전송을 중단하고 다른 영상을 검색할 수 있다. 이와 같이, 제안한 관심영역 부호화는 원하는 영상을

검색하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있는데, 특히 대역폭이 좁은 네트워크 환경이나 네트워크 트래픽이 많을 때 효과적으로 이용될 수 있다. 그리고, 비트율이 높아짐에 따라서, 두 방법의 화질이 거의 동일함을 그림 8(c)-(f)에서 확인할 수 있다. 그림 5는  $I$  값을 다르게 설정했을 경우의 비트율에 따른 PSNR로써 두 방법에 대한 성능을 비교한 것이다. 그림에

서 볼 수 있는 바와 같이, 비트율이 아주 낮은 경우에는  $I$ 의 값이 클수록 전체 영상의 화질이 낮아지지만, 사용자가 중요시하는 관심영역의 화질은 높아지게 된다. 그리고, 비트율이 높아짐에 따라서  $I$ 에 값에 관계없이 비슷한 화질을 갖는 것을 확인할 수 있다.

그림 6과 7은 제안한 방법에서 관심영역의 크기를 다르게 설정했을 때의 화질과, 이에 해당하는 PSNR 결과를 나타낸다. 이 실험에서는  $I$ 는 10으로 설정했다. 그림 6의 왼쪽에 위치한 영상들은 LL 대역 내의 화소 중에서 2 화소를 관심영역으로 지정한 경우이며, 오른쪽 영상들은 4 화소를 지정한 경우이다. 실험 결과, 관심영역의 크기가 클수록 관심영역을 복원하는데 비트가 많이 할당되므로, 전체적인 화질은 떨어지지만 상대적으로 넓은 관심영역을 우수한 화질을 갖도록 할 수 있음을 볼 수 있다.

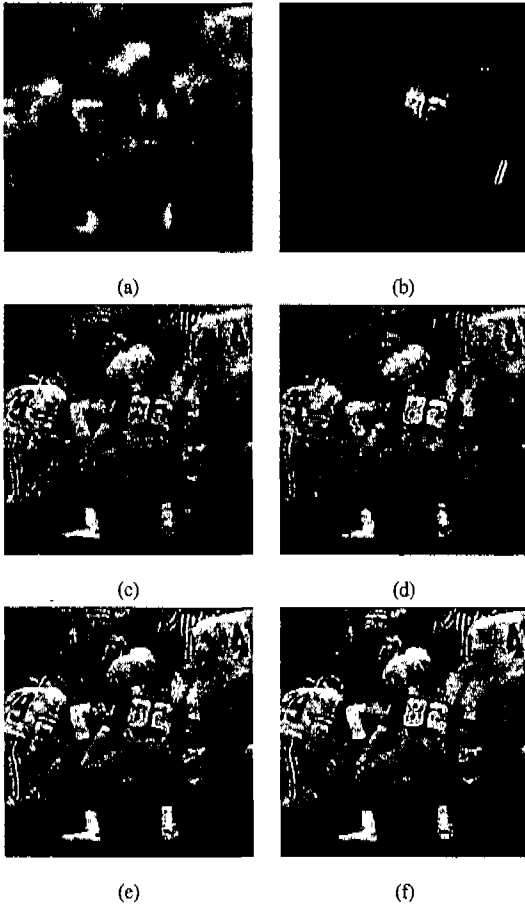


그림 4. Football 영상에 대한 화질 비교 (왼쪽 영상 : 일반적인 점진적 부호화기, 오른쪽 영상 : 관심영역 부호화기): (a)-(b) 0.005bpp, (c)-(d) 0.05bpp, (e)-(f) 0.1bpp.

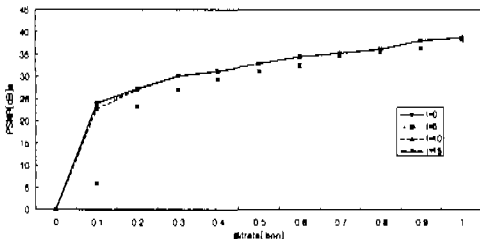


그림 5.  $I$  값에 따른 Football 영상의 PSNR

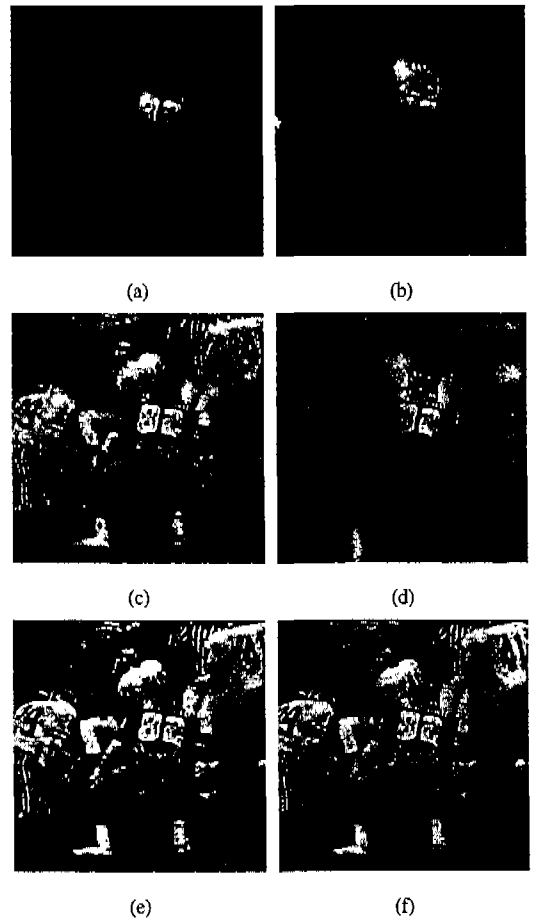


그림 6. 관심영역의 크기에 따른 화질 비교 (왼쪽 영상: 화소 수 2, 오른쪽 영상: 화소 수 4): (a)-(b) 0.005bpp, (c)-(d) 0.05bpp, (e)-(f) 0.1bpp.

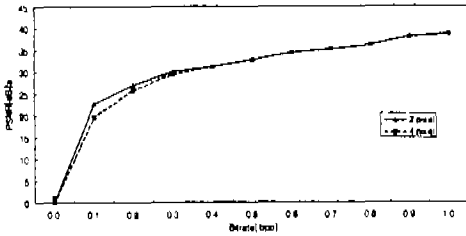


그림 7. 관심영역의 크기에 따른 Football 영상의 PSNR.

실험에서 볼 수 있듯이 낮은 비트율에서  $I$ 가 크고, 관심영역의 크기가 상대적으로 작을수록 관심영역에 대한 화질이 우수하지만, 전체 영상의 화질이 떨어진다. 따라서, 영상의 특징을 잘 나타낼 수 있는 영역을 관심영역으로 선택하고, 낮은 비트율에서 영상의 내용을 용이하게 판별할 수 있도록  $I$  값을 설정할 필요가 있다.

V. 결론

본 논문에서는 개선된 EZW 부호화 방법을 이용하여 사용자가 관심 있는 특정 영역을 우선적으로 부호화하여 전송하는 점진적 관심영역 부호화 방법을 제안하였다. 이 방법은 낮은 비트율로 전송된 비트스트림을 복원하더라도 원영상의 내용을 판별할 수 있으므로, 제한된 대역폭을 갖거나 트래픽이 심한 네트워크 상에서 사용자가 영상을 검색하는데 용이하게 사용할 수 있다. 제안한 방법은 기존의 방법과 비교했을 때, 적은 양의 메모리가 요구될 뿐만 아니라, 비트스트림을 재배열함으로써 발생하는 지연이 생기지 않는다는 장점이 있다. 또한, ROI 위치정보를 전송하는데 있어서 이진영상을 부호화하는데 사용되는 CDC 방법을 적용함으로써, 계산량 및 부호화 효율 측면에서 전체적인 부호화 성능을 떨어뜨리지 않도록 하였다. 제안한 방법은 웹 검색, 영상 데이터베이스 시스템, 의료 영상 전송 등에 효과적으로 적용할 수 있다.

참고 문헌

[1] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients," *IEEE Trans. Signal Processing*, vol. 41, no. 12, pp. 3445-3462, Dec. 1993.  
 [2] Said and Pearlman, "A new, fast, and efficient image codec based on set partitioning in

hierarchical tree," *IEEE Trans. CSVT*, vol. 6, pp. 243-250, June. 1996.  
 [3] E.-S. Kang, T. Tanaka, and S. -J. Ko, "Improved embedded zerotree wavelet coder," *Electronics Letters*, vol. 35, no. 9, pp. 705-706, Apr. 1999.  
 [4] 강의성, 이태형, 다나카 도시히사, 고성제, "다중 임계치룰 이용한 대역 선택적 임베디드 웨이블릿 부호화," *한국통신학회 논문지*, 제24권, 제4B호, pp. 707-714, Apr. 1999.  
 [5] E. Atsumi and N. Farvardin, "Lossy/Lossless region-of-interest coding based on set partitioning in hierarchical trees." *ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 N792*, Mar. 1998. Geneva, Switzerland.  
 [6] A. Signoroni and R. Leonardi, "Progressive ROI Coding and Diagnostic Quality for Medical Image Compression." *Proceedings of the Visual Communications and Image Processing '98 - Part 1*, 674-685, Jan. 1998.  
 [7] S. A. Mohamed and M. M. Fahmy, "Binary image compression using efficient partitioning into rectangular region," *IEEE Trans. Communication*, vol. 43, no. 5, pp. 269-275, May. 1995.

최 호 중(Ho-Joong Choi)

1997년 2월: 한국외국어대 제어계측공학과 (공학사)  
 1999년 8월: 고려대학교 전자공학과(공학석사)  
 현재: 삼성전자 정보기술총괄 storage 사업부 연구원  
 <주관심 분야> 멀티미디어, DSP

강 외 성(Eui-Sung Kang) 정희원

1991년 2월: 고려대학교 전자공학과(공학사)  
 1995년 2월: 고려대학교 전자공학과(공학석사)  
 1999년 8월: 고려대학교 전자공학과 (공학박사)  
 현재: 고려대학교 전자공학과 Post-Doc.  
 <주관심 분야> 멀티미디어 통신, 영상신호처리, 영상 압축

Toshihisa Tanaka

1997년 3월: 동경공업대학 전기전자공학과 (공학사)  
 1997년 9월~1998년 8월: 고려대학교 교환 대학원생  
 현재: 동경공업대학 전기전자공학과 석사과정  
 <주관심 분야> 영상 처리, 영상압축

고 성 제(Sung-Jea Ko)           정회원  
1980년 2월 : 고려대학교 전자공학과(공학사)  
1986년 5월 : State Univ. of New York at Buffalo,  
              전기 및 컴퓨터공학과(공학석사)  
1988년 8월 : State Univ. of New York at Buffalo,  
              전기 및 컴퓨터공학과(공학박사)  
1981년 8월~1983년 12월 : 대한전선 중앙 연구소  
                          연구원  
1988년 8월~1992년 5월 : The Univ. of Michigan  
                          Dearbon, 전기 및 컴퓨터 공학과 조교수  
1992년 3월~현재 : 고려대학교 전자공학과 교수  
1996년 11월 : IEEE APCCAS best paper award  
1997년 12월 : 대한전자공학회 해동논문상 수상  
1999년 11월 : 한국통신학회 LG 학술상  
                  IEEE Senior member, IEE member  
<주관심 분야> 신호 및 영상 처리, 영상 압축 및  
                  통신, 멀티미디어 통신  
E-mail:sjko@dali.korea.ac.kr