

양방향 반올림 필터를 이용한 MRWD 기반 객체영역 우선 전송기법

*류태경 · **강경원 · **류권열 · ***권기룡 · *문광석 · *김문수
 *부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부(E-mail :rreac@hanmail.net)
 **위덕대학교 컴퓨터멀티미디어공학부
 ***부산외국어대학교 전자컴퓨터 공학과

Object Region Prior Transmission Method based on MRWD Using Bidirectional Round Filter

*Tae-Kyung Ryu, **Kyung-Won Kang, **Gwon-Yeol Ryu, ***Ki-Ryong Kwon, *Kwang-Seok Moon, *Moon-Soo Kim

*Division of Electronic, Computer and Telecommunication Eng., Pukyong National University

**Division of Computer and Multimedia Engineering, Uiduk University

***Department of Electronic and Computer Eng. Pusan Univ. of Foreign Studies

요약

일반적으로 영상내의 중요한 정보는 객체 영역에 많이 포함되어 있다. 객체 영역 우선 전송 방법은 영상의 전 영역에 대해 동일한 중요도로 전송하는 일반적인 점진적 부호화 방법과는 달리 객체 영역만을 우선적으로 부호화하여 전송하기 때문에 짧은 시간 내에 원 영상을 보다 빨리 파악할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 양방향 반올림 필터를 이용한 MRWD기반 객체 영역 우선 전송 기법을 제안한다. 제안한 방법은 양방향 반올림 필터에 의해 객체 영역을 추출한 후, MRWD를 이용하여 부호화를 수행하므로, 객체 영역의 웨이블릿 계수들을 우선 전송함으로써 매우 낮은 비트율에서 영상내의 중요 정보를 파악할 수 있다. 따라서, 인터넷 상에서 사용자가 영상을 검색할 경우 보다 빨리 원하는 정보를 파악할 수 있어 검색 시간과 검색 효율을 개선시킬 수 있다.

I. 서론

최근 멀티미디어 정보에 대한 요구와 사용이 증대함에 따라 영상 데이터의 효율적인 처리 및 전송은 매우 중요한 현안으로 대두되고 있다. 그러나 멀티미디어 정보의 대부분을 차지하는 영상 데이터는 정보량이 많기 때문에 큰 저장 공간과 넓은 전송 대역폭을 필요로 한다. 이러한 이유로 웹 상에서 다양한 영상과 비디오를 짧은 시간 내에 효율적으로 전송하여 검색하는 것은 매우 중요하다. 기존의 영상 전송 기법들은 주로 DCT(discrete cosine transform)를 기반으로 한 계층적 피라미드 구조나 벡터 또는 스칼라 양자화기를 이용한다. 이 방법들은 점진적으로 영상을

전송하고 블록 단위를 기반으로 하기 때문에 낮은 비트율에서 블록킹(blocking effect)현상이 발생하는 단점이 있다 [1-2]. 이를 보완하기 위해 블록킹 현상이 발생하지 않고 계산량이 적은 웨이블릿 변환을 기반으로 한 점진적 영상 전송 기법이 제안되었다.

웨이블릿 변환기반 방법 중에는 EZW(embedded zerotree wavelet)[3]와 MRWD(morphological representation of wavelet data)[4] 등의 임베디드(embedded) 부호화 기법이 있다. 이 방법들은 주어진 영상이 매우 낮은 비트율에서 압축될 경우에도 좋은 화질을 유지할 수 있는 장점이 있고, 점진적 전송에 적합한 부호화 방법이다.

본 논문에서는 양방향 반올림 필터[5]를 이용하여 객체 영역을 추출하여 MRWD 부호화의 점진적 전송 기법을 이용한 우선 전송 기법을 제안한다. 제안한 방법은 웨이블릿 영역에서 양방향 반올림 필터를 이용하여 객체 영역을 추출한 후, 추출된 영역에 대해서 MRWD를 이용한 객체 영역 우선 전송을 수행한다. 따라서 적은 전송 데이터 양만으로 사용자가 원하는 정보를 인식하여, 불필요한 정보인 경우 전송 중단을 통해 검색 시간과 검색 효율을 개선시킬 수 있어, 인터넷 검색에 효과적으로 사용할 수 있다.

II. MRWD 웨이블릿 기반 부호화

2.1. 웨이블릿 계수의 통계적 특성

웨이블릿 변환된 계수들은 계수들 가운데 크기가 큰 값을 갖는 계수는 다른 큰 값을 갖는 계수들과 공간적인 위치에서 인접한 위치에 존재 할 확률이 높다. 작은 값을 가지는 경우에서도 같다. 서로 다른 서브밴드들 간에도 의존

성이 존재하는 특징을 가진다[6]. 이러한 웨이브릿 계수의 통계적인 특징을 이용하여 어떤 주어진 임계값과 관련해서 유효도(significance)맵을 계산하고 이후에 예측 맵(prediction map)을 정의하고 각 계수에 대해서, 부모가 유효하다면 자손 역시 유효한 것으로 예측하고 그렇지 않을 경우에는 유효하지 않은 것으로 예측한다. 그림 1은 flower영상을 양자화 할 경우 각 양자화 레벨간의 유효계수의 존재와 유효계수 인근에 유효계수가 나타날 확률이 높다는 것을 보여 준다.

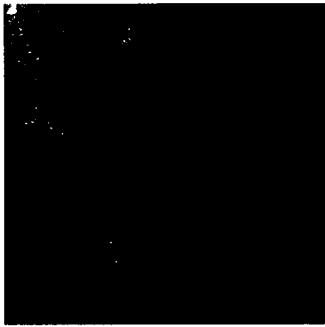


그림 1. flower 영상을 양자화 한 경우

2.2. 양자화

MRWD 방법은 웨이브릿변환 하여 영상을 부대역들로 분해한 후 생성된 웨이브릿 계수들을 식 (1)과 같이 Taubman[7]의 임베디드 양자화기 $\{Q_0 \dots Q_{n-1}\}$ 를 통해 양자화 한다[4].

$$Q_i(x) = \begin{cases} z & |x| < T/2^{i+1} \\ p & T/2^{i+1} \leq x < T/2^i \\ n & -T/2^{i+1} < x \leq -T/2^i \end{cases} \quad (1)$$

$i = 0, \dots, n-1$ 이며 양자화 레벨을 나타낸다. T 는 웨이브릿 변환된 전체 대역들에서 부호화 되어지는 계수 가운데 절대값이 가장 큰 계수값이다. 이 양자화기를 각 웨이브릿 계수에 연속적으로 적용하게 되면 원래 영상으로 수렴한다. 이 양자화기는 전체 웨이브릿 계수들 가운데 절대값이 가장 큰 값(T)을 고려하여 i 에 따라 각 Q_i 에 z (zero), p (positive)와 n (negative)을 생성한다. z 는 무효 계수이며, p 와 n 은 유효계수이다. 각 양자화 단계에서 유효계수인 p 와 n 에 모폴로지의 확장연산을 적용하여 클러스터 형태로 추출함으로써 부가정보의 양을 줄이고 부호화시에 발생하는 복잡성을 줄일 수 있다.

2.3 모폴로지

중요계수를 클러스터의 형태로 추출하기 위해서는 모폴로지가 사용된다. 모폴로지는 보존해야할 영상의 특성을 잘 보존하고 잡음과 같이 제거해야 할 데이터를 효과적으로 제거할 수 있는 방법이다. 모폴로지 연산은 집합론에 근거

하여 영상을 단순하게 하며, 필수적인 영상의 형태 정보를 보존하고 불필요한 요소들을 제거할 수 있다. 모폴로지 연산 가운데 확장연산은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 이진 또는 그레이 스케일 영상인 집합 S 와 형태소(structuring element) B 에 확장연산을 적용하여 $S \oplus B$ 로 나타내면,

$$S \oplus B = \{c \in E^2 : c = a + b, \text{ for some } a \in S, b \in B\} \\ = \left\{ \bigcup_{a \in S} B_a \right\} \quad (2)$$

E 는 유클리디안 평면을 나타내고, B_a 는 B 를 a 만큼 평행이동 한 것이다.

MRWD 방법은 양자화된 계수들은 웨이브릿 계수의 통계적인 특성을 이용하여 클러스터 형태로 유효계수를 전송하기 위하여 양자화 된 계수들 가운데 p 와 n 의 값을 갖는 유효계수들을 효율적으로 부호화하기 위하여 3x3의 크기를 갖고 원점이 중심에 있는 형태소를 사용하여 확장연산이 적용된다. 모폴로지를 적용하여 코드화 되어진 계수들에 적응 산술부호화(adaptive arithmetic coding)를 적용하여 무손실 부호화한다[8].

III. 제안한 MRWD기반 객체영역 우선전송 기법

인터넷 상에서 영상을 검색하고자 할 경우 전체 영상에서 사람의 얼굴이나 특정 사물 등, 그 영상의 특징을 잘 나타낼 수 있는 정보만을 우선적으로 전송한다면 적은 양의 전송 데이터만으로도 원하는 영상인지 여부를 보다 빠른 시간 내에 판단하여 원하지 않는 영상이면 전송을 중단하고 다른 영상을 검색할 수 있어 검색 시간을 효율적으로 단축시킬 수 있다. 객체영역을 추출하고 불필요한 배경 영상을 제거하기 위해서 분해된 웨이브릿 영상을 2진 영상으로 변환 한 후, 레벨 1의 고주파 대역인 HL_1 , LH_1 , HH_1 영역에 대하여 논리합을 적용한 후, 이 영역에 대해 양방향 반올림 필터를 적용하여 객체 영역을 추출한다[5]. 양방향 반올림 필터는 우측 하단 방향과 좌측 상단 방향으로 2번에 걸쳐 필터링을 수행한다. 필터링 과정은 3x3 마스크 내의 화소 중, 1의 값을 갖는 화소의 수가 5개 이상이면 반올림을 수행한 것과 같이 마스크 내의 모든 화소의 값을 1의 값으로 설정하고, 마스크내의 화소 중, 1의 값을 갖는 화소의 수가 5개 미만이면 마스크 내의 모든 화소의 값을 0의 값으로 설정한다. 양방향 반올림 필터의 이동은 수평 방향과 수직 방향으로 2 화소씩 이동하면서 적용한다. 우측 하단 방향으로 수행되는 필터링에 의해 생성된 결과 영상은 대각선 방향으로 화소 값이 1의 값으로 채워지는 특징이 있으므로, 좌측 상단 방향으로 수행되는 필터링에 의해 생성된 결과 영상은 그 반대의 특징을 갖는다. 따라서 최종적으로 추출되는 객체 영역은 이 두 결과의 논리곱을 수행함으로써 얻을 수 있다.

```

// N×N 크기의 원영상 B, 각 필터링 결과 영상 B1, B2
// B(i, j) : 이미지 B의 (i, j) 화소 값

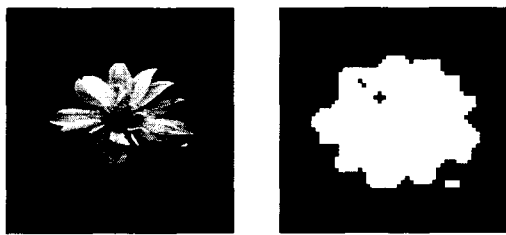
B1 = B2 = B // 영상 B의 내용을 B1, B2에 복사

// 좌측 상단에서 우측 하단으로 진행
for ( i=0 ; i<N; i+=2)
  for ( j=0 ; j<N; j+=2)
    num_one = 0; // num_one : filter window 내의 1의 수
    for ( l=0 ; l<3 ; l++)
      for ( m=0 ; m<3 ; m++)
        if (B1(i+l, j+m) == 1)          num_one ++;
    for ( l=0 ; l<3 ; l++)
      for ( m=0 ; m<3 ; m++)
        if (num_one >= 5)              B1(i+l, j+m) = 1
        else                            B1(i+l, j+m) = 0

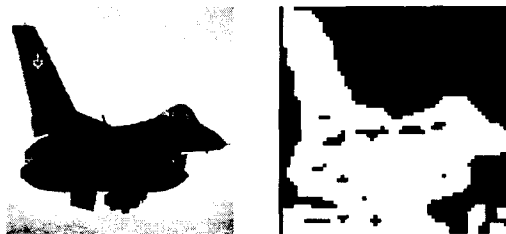
// 우측 하단에서 좌측 상단으로 진행
for ( i=N-1 ; i>=0; i-=2)
  for ( j=N-1 ; j>=0; j-=2)
    num_one = 0; // num_one : filter window 내의 1의 수
    for ( l=0 ; l<3 ; l++)
      for ( m=0 ; m<3 ; m++)
        if (B2(i-l, j-m) == 1)          num_one ++;
    for ( l=0 ; l<3 ; l++)
      for ( m=0 ; m<3 ; m++)
        if (num_one >= 5)              B2(i-l, j-m) = 1
        else                            B2(i-l, j-m) = 0

for ( i=0 ; i<N; i+=2)
  for ( j=0 ; j<N; j+=2)
    B(i, j) = B1(i, j) AND B2(i, j)
    
```

그림 2. 양방향 반올림 필터 알고리즘



(a) 꽃 영상 (Th=8)



(b) 비행기 영상 (Th=5)

그림 3. 양방향 반올림 필터에 의해 추출된 영상

그림 2는 제안한 양방향 반올림 필터에 의해 객체를 추출하는 방법을 흐름도로 나타낸 것이다. 그림 2에서와 같

이 원 영상이 B인 경우, 좌측 상단에서 우측하단으로 필터링 된 결과 영상은 B1에 저장이 되며, 우측 하단에서 좌측 상단으로 필터링 된 결과는 B2에 저장이 된다. 최종적으로 양방향 반올림 필터에 의해 생성되는 결과 영상은 논리곱에 의해 B에 저장이 된다. 그림 3은 양방향 반올림 필터를 이용하여 추출한 객체 영상을 나타낸 것이다. 여기서 Th는 2진 영상으로 변환할 때 사용된 임계값 (threshold)을 의미한다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서는 512×512 크기의 인터넷 상의 임의의 영상에 대해 적용하였다. 실험에는 도비치의 9-7 쌍직교 웨이브릿 필터를 사용하여 입력 영상을 5번 웨이브릿 분해하였다[9]. 영상의 화질을 평가하는 객관적인 평가의 척도로 식(3)과 같이 원영상과 복원영상의 MSE에 대한 평균값을 이용한 PSNR을 사용하였다. 여기서 $f(x, y)$ 는 원영상의 화소, $\tilde{f}(x, y)$ 는 복원영상의 화소이다. 그리고, X 는 영상의 가로축 화소 수를 의미하며, Y 는 세로축 화소 수를 의미한다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{255^2}{MSE} \right] \text{ [dB]} \tag{3}$$

$$MSE = \frac{1}{X \cdot Y} \sum_{y=1}^Y \sum_{x=1}^X [f(x, y) - \tilde{f}(x, y)]^2$$

표. 1. 기존의 방법과 제안한 방법의 PSNR 비교

Method		MRWD (dB)	Proposed method (dB)
		Input image /Bitrate(bpp)	
flower	0.001	15.90	18.75
	0.005	21.98	23.01
	0.01	24.34	24.58
plane	0.001	16.50	16.92
	0.005	22.19	22.79
	0.01	24.51	24.68

표 1은 원영상을 5번 웨이브릿 분해한 후, 기존의 영상 전체를 전송하는 방법과 제안한 객체 영역에 해당된 부분의 우선 전송하는 방법의 PSNR 결과를 비교하였다. 기존의 객체 영역에 해당되는 부분에 대해서만 결과를 비교할 경우, 꽃 영상인 경우에는 0.001 bpp에서 2.85 dB, 0.005 bpp에서 1.03 dB 그리고 0.01 bpp에서 0.24 dB가 향상되었다. 비행기 영상인 경우에는 0.001 bpp에서 0.42 dB, 0.005 bpp에서 0.60 dB 그리고 0.01 bpp에서 0.17 dB가 향상되었다. 즉, 제안한 방법은 중요하지 않은 배경 영

역에 해당되는 정보를 전송하지 않기 때문에, 기존의 전체 영상과 비교하면 동일한 비트율에서 화질이 향상됨을 알 수 있었다. 그림 4와 그림 5는 꽃 영상과 비행기 영상에 대해서 표 1에 제시한 0.001 bpp, 0.005 bpp와 0.01 bpp의 비트율에서 기존의 방법과 제안한 방법에 의해 복원된 영상을 비교한 것이다.

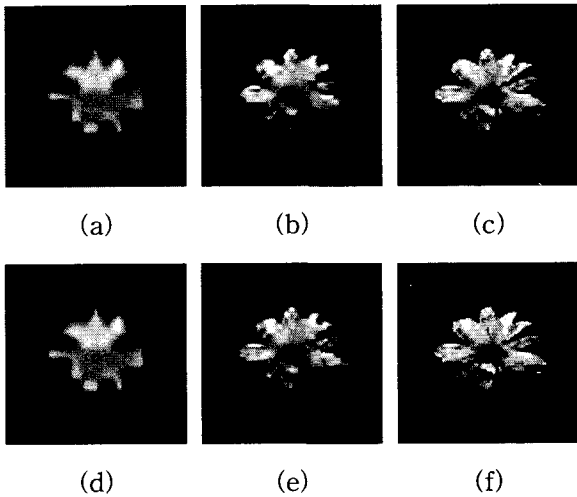


그림 4. 기존의 방법과 제안한 방법의 비교(꽃)
 (a) 기존의 방법 0.001bpp (b) 기존의 방법 0.005bpp
 (c) 기존의 방법 0.01bpp (d) 제안한 방법 0.001bpp
 (e) 제안한 방법 0.005bpp (f) 제안한 방법 0.01bpp

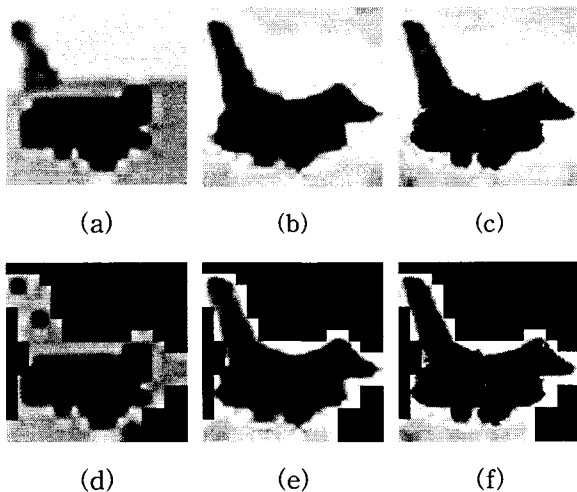


그림 5. 기존의 방법과 제안한 방법의 비교(비행기)
 (a) 기존의 방법 0.001bpp (b) 기존의 방법 0.005bpp
 (c) 기존의 방법 0.01bpp (d) 제안한 방법 0.001bpp
 (e) 제안한 방법 0.005bpp (f) 제안한 방법 0.01bpp

본 논문에서는 양방향 반올림 필터를 이용한 MRWD기반 객체 영역 우선 전송 기법을 제안하였다. 제안한 방법은 양방향 반올림 필터를 이용하여 객체를 추출한 후, 이 객체 영역에 대해서 우선적으로 MRWD 부호화를 통해 전송함으로써, 기존의 전 영역을 대상으로 전송하는 부호화 방법보다 객체 영역에 해당하는 복원 영상의 화질이 동일한 비트율에서 향상되었다.

제안한 부호화 방법은 인터넷을 검색할 경우 객체를 추출하여 추출된 객체를 나머지 배경 영역보다 우선적으로 전송함으로써 원영상을 빨리 판별할 수 있어 원하지 않는 영상이면 전송을 중단하고 다른 영상을 검색할 수 있기 때문에 검색 시간을 효율적으로 단축될 수 있으므로 인터넷 사용자가 폭주할 경우에 발생하는 병목현상을 완화시켜 인터넷 검색에 효과적으로 적용할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC JTC1 CD 10918, "Digital compression and coding of continuous-tone still image," ISO, 1993.
- [2] ISO/IEC JTC1 CD 11172, "Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media up to 1.5 Mbits/s," ISO, 1992.
- [3] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelets coefficients," *IEEE Transactions Signal Processing*, vol. 41, pp. 3445-3462, Dec. 1993
- [4] S. Servetto, K. Ramchandran, and M. Orchard, "Image Coding Based on Morphological Representation of Wavelet Data," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 8, no. 9, pp. 1161-1174, Sep. 1999.
- [5] 강경원, 문광석, "양방향 반올림 필터를 이용한 객체 우선 전송 기법", 한국 신호처리 · 시스템 학회 논문지 제 3권 4호, pp. 1-6, 2002년 10월
- [6] J. Woods and S. O'Neal, "Subband coding of images," *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, vol. 34, no. 5, pp. 1278-1288, Oct. 1996
- [7] D. Taubman and A. Zakhor, "Multirate 3-D Subband Coding of Video," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 3, no. 5, pp. 572-588, Sep. 1994.
- [8] I. H. Witten, R. M. Neal, and J. G. Cleary. "Arithmetic Coding for Data Compression," *Commun. ACM*, vol. 30, pp. 520-540, June 1987.
- [9] S. Mallat, "A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation," *IEEE Transactions Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 11, pp. 674-693, 1989.

V. 결론