

영상압축을 위한 웨이브릿 기반 Best-Basis 알고리즘의 개선에 관한 연구

論文

52D-10-4

A Study on the Improvement of Wavelet-Based Best-Basis Algorithm for Image Compression

安鍾久*·秋亨錫**·朴濟仙***

(Chong Koo An · Hyung Suk Chu · Je Sun Park)

Abstract - In this paper, a best-basis selection algorithm that improves the performance of the coding gains and the computational complexity is proposed. The proposed algorithm limits the computational complexity according to the resolved threshold value and decomposes the parent subbands by using the top-down tree search and the relative energy between the parent subbands and the child subbands. For the experiments of the proposed algorithm, the bit-rates, the peak signal-to-noise ratio (PSNR), and the reconstructed images are presented by using the quad-tree coder. The result of the proposed algorithm is compared to that of DWT algorithm using the quad-tree coder for a set of standard test images. In addition, the result of the proposed algorithm is compared to that of JPEG-2000 algorithm and that of S+P algorithm.

Key Words : wavelet packet transform, quad-tree coder, best-basis algorithm

1. 서론

영상압축을 위한 변환코딩(transform-coding) 기술의 rate-distortion 성능은 비적응적 방법인 일반적인 이산 웨이브릿 변환(standard discrete wavelet transformation:DWT)으로는 한계점을 드러내고 있으며, 필터, 양자화기, 코딩의 기술을 향상시켜 약간의 성능개선을 보이고 있다. 그러나 어떤 영상들에서는 이산 웨이브릿 패킷 변환(discrete wavelet packet transformation:DWPT)을 기반으로 한 적응적 방법들이 괄목할만한 코딩 이득의 향상을 보이고 있다.[1] 이와 같은 적응적 영상압축 알고리즘에서 얻는 이득은 DWT를 기반으로 한 방법과 비교하여 많은 계산량이 필요하다라는 단점을 갖고 있으므로, offline 영상 코딩응용에는 적용이 되더라도 실시간 정지영상 혹은 비디오 압축에서는 많은 문제점을 갖고 있다.

Coifman 과 Wickerhauser는 일련의 orthonormal 기저함수들중에서 임의의 신호에 대한 최적의 기저함수를 선택하는 best-basis 선택 방법을 제안하였다.[2] 그들은 주어진 웨이브릿 패킷 라이브러리에서 특정한 기저함수를 선택하기 위하여 bottom-up tree search를 이용하였고, 한편 information cost function으로 Shannon entropy 함수를 사용하여 함수값을 최소로 줄이는 기저함수를 이용하였다. 여기서 기저함수의 최적성을 위하여 information cost function은

additivity 조건을 만족해야 한다. Ramchandran 과 Vetterli는 이산 웨이브릿 패킷 변환(DWPT)과 양자화의 joint rate-distortion 최적화에 기반한 best-basis 방법을 제안하였다. 이 방법은 기존의 best-basis 방법에 비하여 계산량이 더 많이 필요하다.[3][4] Taswell은 additive cost를 갖는 best-basis 선택방법과는 다른 nonadditive cost를 갖는 near-best-basis 방법들을 제안하였고, top-down 방식과 bottom-up 방식의 차이를 비교하였다. 실험결과에서 보면 top-down tree search와 additive cost function 혹은 nonadditive cost function을 갖는 near-best-basis 선택 방법은 bottom-up tree search와 additive cost function을 갖는 best-basis 선택방법의 성능을 내면서 상대적으로 계산량은 현저히 줄어든 것을 보였다.[5][6]

본 연구에서는 코딩성능을 향상시키는 best-basis 선택 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 실험을 통하여 정해진 기준값에 의하여 알고리즘의 계산량이 제한되고, top-down tree search를 이용하며 주어진 영상에 따라서 자식 서브밴드에서 상대적으로 에너지 분포가 많은 suboptimal base를 선택한다. 여기서 information cost function은 Shannon entropy 함수를 이용하여 실험하였다. 본 연구의 목적은 웨이브릿 패킷 변환의 성능을 알아보는 것이므로 양자화기와 코딩 방법의 최적화는 고려되지 않았고, 쿼드트리 를 이용한 코딩을 적용하여 제안한 알고리즘의 실험을 한 결과로서 비트율과 PSNR을 구하였다. 또한, 표준 영상들에 대하여 실험한 결과를 DWT를 기반으로 쿼드트리를 적용한 결과, JPEG-2000 알고리즘을 적용한 결과, 그리고 S+P 알고리즘을 이용한 결과와 비교하였다.

서론에 이어 2절에서는 웨이브릿 패킷 변환과 best-basis 선택 알고리즘에 관하여 개략적으로 언급하였고, 3절에서는 본 논문에서 제안한 웨이브릿 패킷 알고리즘에 대하여 언급

* 正 會 員 : 蔚山大 工大 電子學科 教授

** 正 會 員 : 蔚山大 工大 電子學科 博士課程

*** 準 會 員 : 蔚山大 工大 電子學科 碩士課程

接受日字 : 2003年 4月 4日

最終完了 : 2003年 8月 20日

하였다. 4절에서는 실험에 대하여 설명하고, 제안한 알고리즘의 실험결과를 비교하였고, 5절에서 결론을 맺었다.

2. 이산 웨이브릿 패킷 변환

이산 웨이브릿 변환은 기저함수의 스케일을 변화시켜 함수의 길이가 가변적인 특성을 가지도록 함으로써 시간 영역 또는 주파수 영역에서 함수의 분해능을 바꿀 수 있도록 하는 변환법을 일컫고, 저주파 성분만을 분해한다. 이산 웨이브릿 기저함수의 다양성과 효율성을 높여 보다 일반화한 함수가 이산 웨이브릿 패킷변환으로서 이산 웨이브릿 변환과 달리 이산 웨이브릿 패킷 변환은 저주파 성분과 고주파 성분을 모두 분해하여 주어진 신호를 표현한다. 크기가 $N = N_1 \cdot N_2$ 인 영상 X 가 주어졌을 때, QMF(quadrature mirror filter)를 이용하여 다른 주파수영역의 성분으로 분할한다. H 를 QMF 저주파 필터, G 를 고주파 필터라 하면, 2차원 영상에 이용되는 필터 F 는 다음과 같이 정의된다.

$$F = (F_0, F_1, F_2, F_3) = (H \otimes H, H \otimes G, G \otimes H, G \otimes G)$$

여기서 F_0 는 영상신호를 수평방향과 수직방향으로 모두 통과시키는 저역통과필터로서 낮은 주파수의 성분으로 구성된 영상신호의 계수들을 표현할 수 있고, F_1, F_2, F_3 는 영상신호의 수평(horizontal), 수직(vertical), 그리고 대각(diagonal) 방향의 에지(edge)를 표현할 수 있는 필터들이다. 이산 웨이브릿 패킷 변환을 위해서는 이와 같은 필터들을 주어진 영상에 반복적으로 적용하여 쿼드트리 구조로 분할한다. octave-band의 트리구조를 갖는 일반적인 웨이브릿 base는 웨이브릿 패킷 base중의 하나로 볼 수 있다. 그림 1은 2-D 이산 웨이브릿 변환을 이용하여 표준영상인 "CLOWN" 영상에 대하여 octave-band의 트리 구조로 나타낸 예를 보였다.[4]

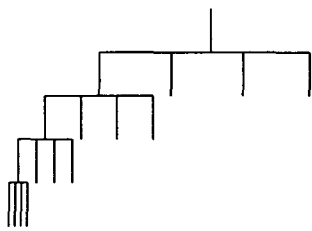


그림 1 CLOWN 영상에 대한 트리구조 (L=4)
Fig. 1 Octave-band tree for the CLOWN image (L=4)

한편, Coifman 과 Wickerhauser는 일련의 orthonormal 기저함수들 중에서 임의의 신호에 대한 최적의 기저함수를 구하는 best-basis 선택 알고리즘을 제안하였다. 그들은 주어진 웨이브릿 패킷 라이브러리에서 특정한 기저함수를 선택하기 위하여 bottom-up tree search를 이용하였고, 한편 information cost function으로는 Shannon entropy 함수를 이용하여 함수값을 최소로 줄이는 기저함수를 이용하였다. 여기서 부모 서브밴드의 cost와 자식 서브밴드들의 cost를

비교하여, 자식 서브밴드들의 cost 합이 부모 서브밴드의 cost와 같거나 크면 부모 서브밴드 밑의 트리 구조를 삭제하고, 작으면 부모 서브밴드의 트리 구조를 자식 서브밴드로 확장시킨다. 그림 2에서 Coifman과 Wickerhauser의 best-basis 웨이브릿 패킷 변환 알고리즘의 순서도를 나타내었고, 그림 3에서는 이 알고리즘을 "CLOWN" 영상에 적용한 트리구조를 보였다.[4]

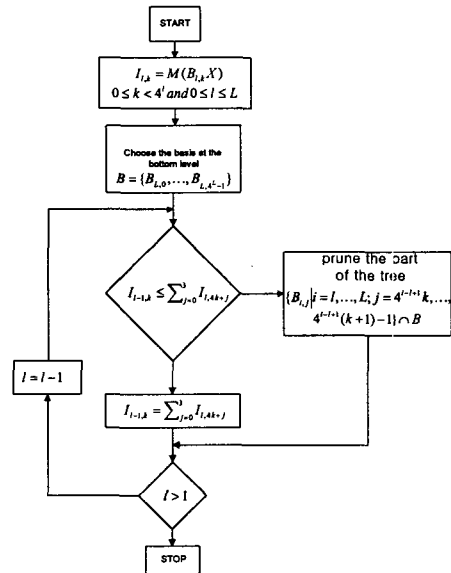


그림 2 Best-basis 웨이브릿 패킷 변환의 순서도
Fig. 2 The flowchart of the best-basis wavelet packet transformation

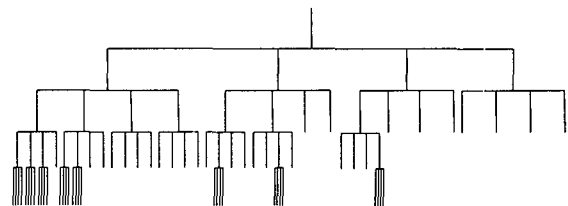


그림 3 "CLOWN" 영상에 대한 Best-basis 웨이브릿 패킷 트리 (L=4)
Fig. 3 Best-basis wavelet packet tree for the Clown image (L=4)

3. 제안한 알고리즘

본 연구에서는 코딩성능을 향상시키는 best-basis 선택 알고리즘의 한 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 실험을 통하여 정해진 기준값에 의하여 알고리즘의 계산량이 제한된다.[4] 계산량 측정은 다음과 같이 하였다.[5][6]

크기 $N = N_1 \cdot N_2$ 의 영상 X 가 주어졌을 때, 웨이브릿 패킷 분할의 최대 레벨 L 은 $L \leq \min(\log_2 N_1, \log_2 N_2)$ 에 의하여 제한되고, 각 레벨 단계에서 분할시 computational

cost C_l 은 각 서브밴드의 화소수에 비례한다.[4]

$$C_l \leq C \cdot 4^{-l} N \quad (0 \leq l \leq L)$$

여기서 l 은 레벨 단계이고, C 는 QMF 저주파, 고주파 필터의 계수의 수에 의해 결정된다. 따라서 M 탭 QMF 필터에 대하여 각 컨벌루션 연산시 필요한 곱셈수는 M 이고, 덧셈수는 $M-1$ 이므로 C 는 $2(2 \times M - 1)$ 로 계산된다.

레벨 L 의 이산 웨이브릿 패킷 변환의 계산량은 식(1)과 같이 측정된다.[4]

$$C_{DWPT} = \sum_{l=0}^{L-1} p_l C_l \quad (1)$$

식 (1)에서 p_l 은 레벨 l 에서 1부터 4^l 개까지의 서브밴드의 수를 나타낸다.

본 연구에서는 식 (1)에서 계산된 값을 4레벨의 octave 서브밴드로 분할하는 DWT일 때의 계산량으로 나누어 웨이브릿 패킷변환에 대한 상대적인 측정을 하여 계산량을 나타내었고, 웨이브릿 패킷 변환은 4레벨의 DWT를 했을 때의 계산량 보다 작을 때까지 분해한다. 여기서 4레벨 이상으로 분해하였을 경우에 얻은 코딩성능이 4레벨까지의 성능과 큰 차이를 보이지 않음을 보였다.[4] 본 연구에서는 트리 구조를 구성할 때 기존의 best-basis 선택 방법에서 이용된 bottom-up 탐색 방법 대신 메모리 사용량이 줄어들고, 계산 시간이 단축되는 top-down 탐색 방법을 적용하였다. 여기서 부모 서브밴드의 cost와 자식 서브밴드들의 cost를 비교하여, 자식 서브밴드들의 cost의 합이 부모 서브밴드의 cost와 같거나 크면 부모 서브밴드 밑의 트리 구조를 삭제하고, 작으면 부모 서브밴드의 트리 구조를 자식 서브밴드로 확장시킨다. 또한 기존의 방법에서는 자식 서브밴드를 모두 확장했지만, 본 연구에서는 확장된 자식 서브밴드들을 에너지 분포 크기에 따라서 정렬하여 자식 서브밴드들 중 상대적인 에너지가 제일 많은 자식 서브밴드만을 그 다음 레벨에서 분해하였다. 이와 같이 상대적인 에너지가 제일 많은 자식 서브밴드만을 분해하였을 경우와 자식 서브밴드를 모두 확장했을 때에 계산량은 많이 줄어들지만 제안한 알고리즘의 코딩성능은 큰 차이를 보이지 않음을 실험을 통하여 확인하였다. 주어진 영상을 각 레벨에서 분할할 때 자식 서브밴드들의 상대적인 에너지 분포를 측정하기 위하여 식 (2)를 이용하였다.

$$e_{l,k} = \frac{E(B_{l,k}X)}{E(B_{l-1, \lfloor k/4 \rfloor} X)} \quad (1 \leq l \leq L; 0 \leq k < 4^l) \quad (2)$$

여기서 X 는 입력영상이고, $B_{l,k}$ 는 선택된 basis를 나타내며 상대적인 에너지 $e_{l,k}$ 를 구하는데 필요한 에너지 E 는 information cost function으로 Shannon entropy 함수를 이용하여 실험하였다. 또한 l 은 레벨단계이고, k 는 서브밴드의 순서를 의미한다.

Shannon entropy 함수, 즉, 영상의 엔트로피 함수, $M_H(y)$ 를 식 (3)에 나타내었다.

$$M_H(y) = - \sum_{y_i \neq 0} y_i^2 \ln y_i^2 \quad (3)$$

여기서 y_i 는 영상을 웨이브릿 패킷 변환한 각 구간의 계수이고, y 는 전 구간의 웨이브릿 패킷 변환 계수를 나타낸다.

위에서 설명한 본 연구에서 제안한 웨이브릿 패킷 알고리즘을 정리하여 그림 4에 순서도로 나타내었다.

본 연구에서 제안한 웨이브릿 패킷 알고리즘과 그림 2의 Coifman 과 Wickerhauser가 제안한 best-basis 선택 알고리즘과의 차이점은 그림 2의 best-basis 선택 알고리즘의 경우 bottom-up 트리 탐색 방법을 이용하고 모든 자식 서브밴드에 대하여 트리 구조를 구성하는 방법이며, 본 연구에서 제안한 알고리즘은 Taswell의 실험에서 확인된 메모리 사용량이 줄어들고, 계산시간이 단축되는 top-down 트리 탐색 방법을 이용하였고 자식 서브밴드들 중에서 가장 많은 에너지를 갖는 자식 서브밴드만을 확장하여 계산량을 줄일 수 있었다.

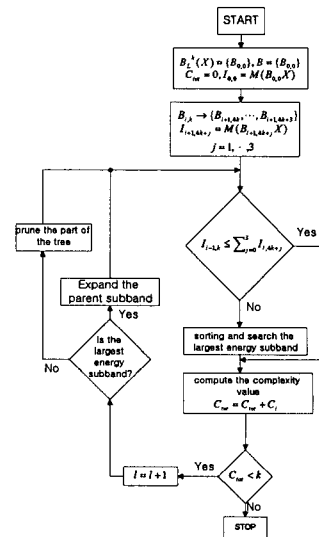


그림 4 제안한 웨이브릿 패킷 알고리즘
Fig. 4 The proposed wavelet packet algorithm

4. 실험 및 결과

본 연구에서는 속도개선 부분에 대한 계산량 비교를 위하여 Clown 영상에 대한 참고논문[2]의 best-basis 선택 알고리즘의 계산량 결과와 제안한 알고리즘의 계산량 결과를 비교하였고, 제안한 알고리즘의 코딩성능 결과의 비교는 기존의 잘 알려진 알고리즘인 JPEG-2000과 S+P알고리즘의 코딩성능 결과와 비교하였다. 또한 본 연구의 목적은 웨이브릿 패킷 변환의 성능을 알아보는 것이므로 양자화기와 코딩 방법의 최적화는 고려되지 않았다. 실험을 위하여 [7]에서 제안했던 코딩 알고리즘을 이용하였다. 이와 같은 코딩 기법은 기존의 쿼드트리 정보를 구하는 것을 변형하여 주어진 임계값에서 중요계수의 위치를 구한 후, EZW(Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients)에

서 제안한 방법으로 중요계수의 절대값과 부호를 결정하고, 적응산술부호화(adaptive arithmetic coding)를 이용하여 비트 스트림으로 전송하게된다.

기존의 best-basis 선택 알고리즘과 제안한 알고리즘의 속도 개선부분에 대한 계산량 비교 실험의 결과는 표 1에서 보였다. 여기서 실험 영상은 512×512 크기의 Clown 영상이고, 10/10탭 QMF 필터를 이용하며, 웨이브릿 패킷 분할은 최대 4 레벨까지 한다.($M=10, L=4$)

표 1 best-basis 알고리즘과 제안한 알고리즘의 계산량 비교 ($M=10, L=4$)

Table 1 The comparison of computational complexity between the best-basis algorithm and the proposed algorithm ($M=10, L=4$)

Clown 영상에 대한 계산량 비교		best-basis 알고리즘	제안한 알고리즘
computation cost ($C_l = C \cdot 4^{-l}N$)		C_0 :9961472	C_0 :9961472
		C_1 :2490368	C_1 :2490368
		C_2 :622592	C_2 :622592
		C_3 :155648	C_3 :155648
각 레벨 단계에서 분할된 서브밴드 수(p_l)		p_0 :1	p_0 :1
		p_1 :4	p_1 :4
		p_2 :16	p_2 :10
		p_3 :64	p_3 :28
$\sum_{l=0}^L p_l C_l$	곱셈 연산수	20971520	16056320
	덧셈 연산수	18874368	14450688
cost 비교 연산수		76	61
정렬(sorting) 연산수		0	26

속도개선 부분에 대한 계산량 비교 실험 결과에서 보면, 제안한 알고리즘과 기존의 best-basis 선택 알고리즘은 각 레벨단계에서의 computational cost는 같았고, 분할된 서브밴드 수는 top-down 탐색 방법을 이용하는 제안한 알고리즘이 bottom-up 탐색 방법을 적용하는 기존의 best-basis 선택 알고리즘과 비교하여 줄어들었다. 여기서 제안한 알고리즘의 계산량은 기존의 best-basis 선택 알고리즘의 계산량 보다 덧셈 연산수와 곱셈 연산수에서 23% 정도 줄어든 결과를 보였다. 또한 부모 서브밴드의 cost와 자식 서브밴드들의 cost 합의 비교 연산수에서는 제안한 알고리즘이 기존의 best-basis 알고리즘과 비교하여 줄어들었으나 정렬 연산수의 비교에서는 제안한 알고리즘의 경우 26번 정렬 연산을 하였고, 기존의 best-basis 알고리즘은 정렬연산을 수행하지 않았다. 따라서 본 연구에서 제안한 알고리즘은 기존의 best-basis 선택 알고리즘과는 달리 top-down 트리 탐색 방법을 이용하고 부모 서브밴드를 분할할 경우에 가장 많은 에너지를 갖는 자식 서브밴드만을 확장하여 정렬연산(sorting)에 대한 복잡도는 증가하였으나 기존의 best-basis 선택 알고리즘의 계산량과 비교하여 23% 정도 줄어든 결과를 보였다.

제안한 알고리즘의 코딩성능 실험을 위한 실험 영상으로

는 512×512 크기의 그레이 레벨을 갖는 “LENA”영상, “BARBARA”영상, 그리고 “GOLDHILL”영상을 이용하여 실험하였다. 여기서 “LENA”영상과 “GOLDHILL” 영상은 일반적으로 저주파 성분이 많고, “BARBARA” 영상은 고주파 성분이 많은 영상으로 알려져 있다. 실험은 본 연구에서 제안한 웨이브릿 패킷 알고리즘을 적용하여 영상 변환을 수행하고, 임계값을 2^{13} 에서 2^4 까지 변화시키면서 각각의 임계값에서의 비트율(bit-rate), 복원된 영상, 그리고 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)값을 구하였으며, 그림 5에 “BARBARA” 영상에 대한 각각의 임계값에서의 비트율과 복원된 영상을 나타내었다.

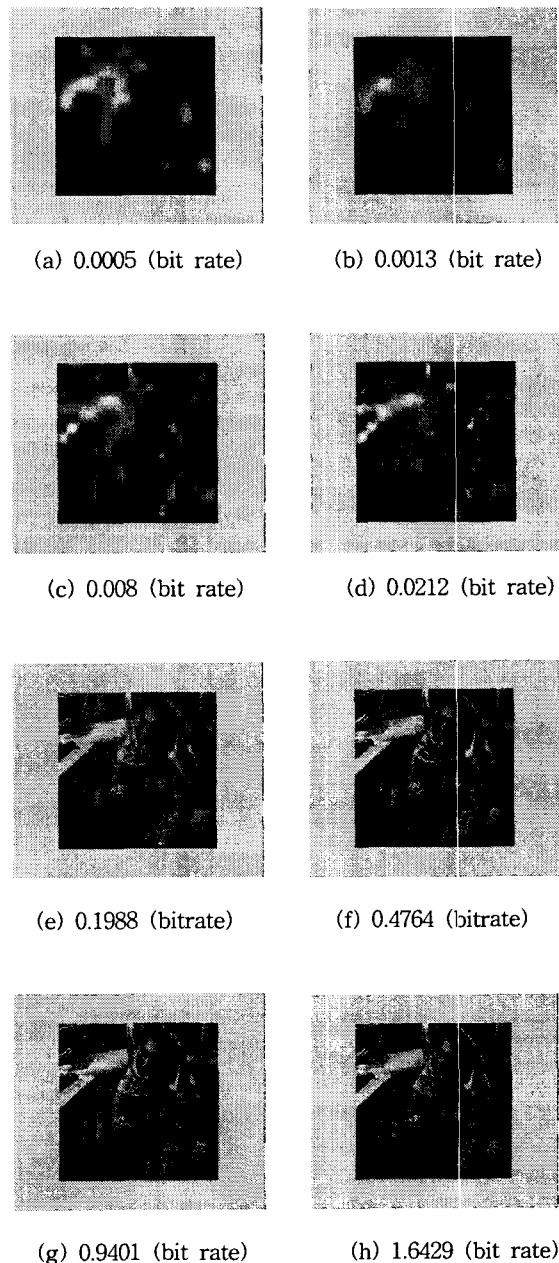


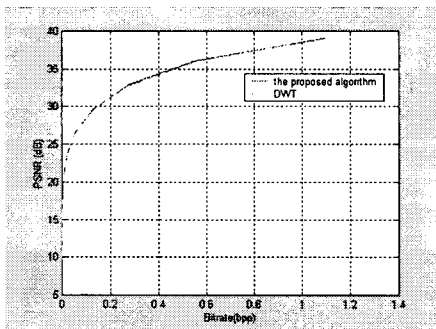
그림 5 “BARBARA” 영상에 대한 복원영상
Fig. 5 the reconstructed image of the “Barbara” image

본 연구에서 제안한 알고리즘을 표준 영상들에 대하여 실험한 결과를 DWT를 기반으로 쿼드트리 코딩을 적용한 결과와 비교하여 그림 6에 보였고, JPEG-2000을 적용한 결과와 S+P 알고리즘을 적용한 결과를 본 연구에서 제안한 알고리즘을 표준 영상들에 대하여 실험한 결과와 비교하여 그림 7에 나타내었다. 그림 6과 그림 7에서는 비트율에 대한 PSNR값을 구하여 그림으로 나타내었다.

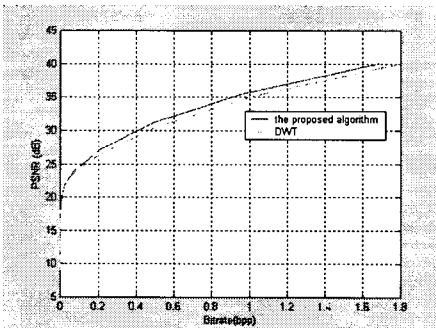
PSNR은 왜곡의 정도를 표시하고 식 (4)와 같다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{D} \quad (4)$$

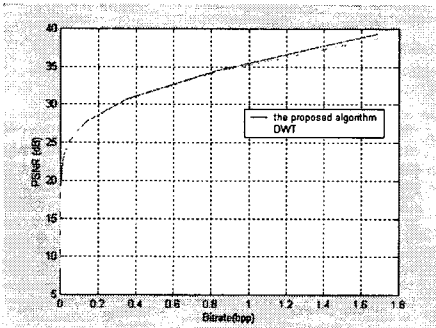
여기서 D는 원래 영상과 압축 복원한 영상간의 MSE(Mean Squared Error)를 의미하며, 255는 화소의 최대 값이다.



(a) Lena

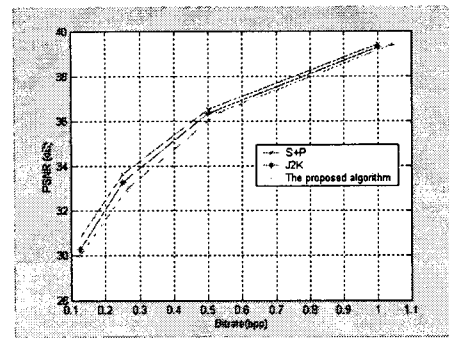


(b) Barbara

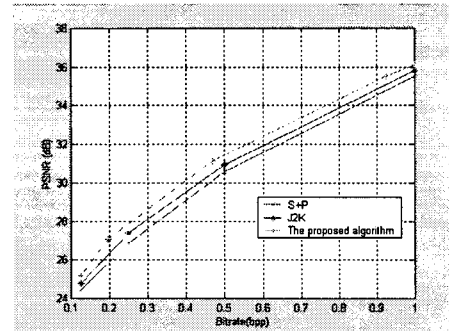


(c) Goldhill

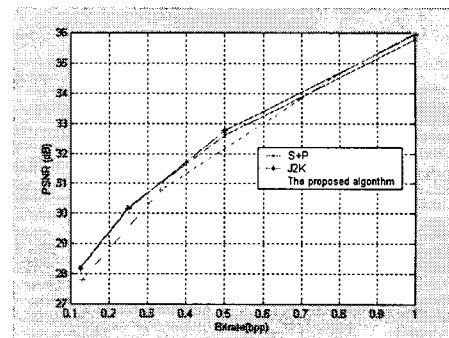
그림 6 제안한 알고리즘과 DWT 알고리즘과의 PSNR 비교 결과
Fig. 6 The PSNR gain between the proposed algorithm and DWT



(a) Lena



(b) Barbara



(c) Goldhill

그림 7 제안한 알고리즘과 JPEG-2000, S+P 알고리즘의 비교 결과

Fig. 7 Comparison of the performance of the proposed algorithm and the reference scheme

이산 웨이브릿 변환은 기저함수의 스케일을 변화시켜 함수의 길이가 가변적인 특성을 가지도록 함으로써 시간 영역 또는 주파수 영역에서 함수의 분해능을 바꿀 수 있도록 하는 변환법을 일컫고, 저주파 성분만을 분해한다. 이산 웨이브릿 기저함수의 다양성과 효율성을 높여 보다 일반화한 함수가 이산 웨이브릿 패킷으로서, 이산 웨이브릿 변환과 달리 이산 웨이브릿 패킷 변환은 저주파 성분과 고주파 성분을 모두 분해하여 주어진 신호를 표현한다. 여기서 저주파 성분보다는 고주파를 상대적으로 많이 갖는 영상에서 이산 웨이브릿 패킷 변환을 이용한 영상의 코딩성능이 나아짐을 예

상하여 볼 수 있다. 각각의 임계값에 대하여 비트율과 복원된 영상을 나타낸 그림 5에서는 웨이브릿의 장점 중에 하나인 점진적 전송(progressive transmission)이 가능함을 알 수 있다. 즉, 비트율이 높아질수록 실험 영상의 해상도(resolution)가 향상됨을 볼 수 있다.

그림 6에서 나타낸 DWT를 이용한 결과와 제안한 알고리즘의 결과와 비교하여보면 상대적으로 저주파 성분이 많은 "LENA"와 "GOLDHILL" 영상에서는 압축률이 0.5 비트율이 될 때까지 제안한 알고리즘과 비슷한 성능을 보이다가 비트율이 더 커졌을 때 PSNR값이 0.12dB 더 높아진 것을 알 수 있다. 반면에 고주파 성분이 많은 "BARBARA" 영상에 제안한 알고리즘을 적용한 실험 결과는 0.4764 비트율에서 31.6dB이고, DWT를 적용한 결과는 0.5 비트율에서 30.5dB를 보였다. 즉, 제안한 알고리즘을 적용하면 DWT를 적용하는 경우와 비교하여 비트율이 0.03 정도 낮은면서도 PSNR은 오히려 1.1dB 높음을 알 수 있다. 따라서 저주파 성분만을 분해하는 DWT를 이용한 결과보다는 저주파 성분과 고주파 성분을 모두 분해하는 제안한 웨이브릿 패킷 알고리즘을 적용한 결과가 상대적으로 고주파 성분이 많은 표준영상에서 코딩 성능이 향상됨을 알 수 있다. 또한 그림 7에서 JPEG-2000 알고리즘을 적용한 결과와 S+P 알고리즘을 이용한 결과를 제안한 웨이브릿 패킷 알고리즘을 이용한 결과와 비교했을 때 "LENA"와 "GOLDHILL" 영상의 경우 비트율이 0.6보다 작을 때는 제안한 알고리즘의 결과가 0.1dB 정도 성능이 떨어짐을 확인할 수 있고, 0.6 이상에서는 비슷한 성능을 보였다. "BARBARA" 영상에서는 전체 비트율 구간에서 제안한 알고리즘의 결과가 JPEG-2000 알고리즘의 결과보다 PSNR 값이 0.45dB 높았고, S+P 알고리즘의 결과보다는 PSNR 값이 1dB 정도 높았다. 여기서 제안한 웨이브릿 패킷 알고리즘에 쿼드트리 코딩을 적용한 실험결과가 기존에 많이 쓰이고 있는 JPEG-2000 알고리즘과 S+P 알고리즘의 결과와의 비교에서도 상대적으로 고주파 성분이 많은 영상에서는 코딩 성능이 향상됨을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 제안한 알고리즘은 상대적으로 고주파 성분이 많은 영상에서 코딩 성능이 향상됨을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 연구에서는 코딩성능과 계산량을 고려한 best-basis 선택 알고리즘을 제안하였다. 기존의 best-basis 선택 알고리즘과는 달리 top-down 트리 탐색 방법을 이용하고 부모 서브밴드를 분할할 경우에 자식 서브밴드들을 정렬하여 가장 많은 에너지를 갖는 자식 서브밴드만을 확장하는 본 연구에서 제안한 알고리즘은 정렬연산에 대한 복잡도는 증가하나 best-basis 선택 알고리즘의 계산량과 비교하여 23% 정도 줄어든 결과를 보였다. 코딩성능 실험결과에서 보면, DWT, JPEG-2000, 그리고 S+P 알고리즘과 제안한 알고리즘을 비교하였을 때, 저주파 성분이 많은 영상에서는 제안한 알고리즘이 기존의 알고리즘들과 비슷한 성능을 보이거나 PSNR값이 0.1dB 정도 떨어짐을 알 수 있었지만, 상대적으로 고주파 성분을 많이 갖는 영상에 대하여는 제안한 알고리즘이 기존의 알고리즘들보다 PSNR값이 1dB 정도의 향상됨을 확인할 수 있었다. 향후과제로서 기존의 best-basis

선택 알고리즘과 제안한 알고리즘의 코딩성능 비교에 대한 연구가 필요하고, 양자화기와 코딩 방법의 최적화에 대한 연구를 수행하여 제안한 알고리즘의 코딩성능을 보완하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 울산대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구된 논문임.

참 고 논 문

- [1] R. R. Coifman, M. V. Wickerhauser, "Entropy-Based Algorithms for Best Basis Selection", IEEE Transactions on Information Theory, Vol. 38, No. 2, March 1992.
- [2] K. Ramchandran, M. Vetterli, "Best Wavelet Packet Bases in a Rate-Distortion Sense", IEEE Transactions on Image Processing. Vol. 2, No. 2, April 1993.
- [3] C. Taswell, "Satisficing Search Algorithms for Selecting Near-Best Bases in Adaptive Tree-Structured Wavelet Transforms", IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 44, No. 10, October 1996.
- [4] D. Marpe, H.L. Cycon, W.Li, "Complexity-constrained best-basis wavelet packet algorithm for image compression", IEEE Proc.-Vis. Image Signal Process, Vol. 145, No. 6, December 1998.
- [5] D. Marpe, G. Blattermann, J. Rieke, P. MaaB, "A Two-Layered Wavelet-Based Algorithm for Efficient Lossless and Lossy Image Compression", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 7, October 2000.
- [6] A. Quinquis, "A Few Practical Applications of Wavelet Packets", DIGITAL SIGNAL PROCESSING 8, 49-60 1988.
- [7] S.T. Kim, H.S. Chu, H.S. Jun, T.H. Lee, C.K. An, "Image Coding using Quad-tree of Wavelet Coefficients", Journal of KISPS, Vol. 2, No.1 January 2001.

저 자 소개



안 종 구 (安鍾久)

1953년 7월 7일생. 1977년 서울대 전기공학과 졸업. 1979년 한국과학기술원 전기및 전자공학과(공학석사). 1989년 Univ. of Texas at Austin (공학박사). 1979~1980년 현대중공업주식회사 1980~현재 울산대학교 전자공학과 교수

Tel : 052-259-2183, Fax : 052-277-3419

E-mail : ckan@mail.ulsan.ac.kr



추 형 석 (秋亨錫)

1971년 12월 16일생. 1997년 울산대 전자공학과 졸업. 1999년 울산대학교 전자공학과(공학석사). 2000년~현재 동 대학원 박사과정

Tel : 052-259-2213 Fax : 052-277-3419

E-mail : hschu4@mail.ulsan.ac.kr



박 제 선 (朴濟仙)

1978년 12월 16일생. 2002년 울산대 전자공학과 졸업. 2002년~현재 동 대학원 석사과정

Tel : 052-259-2213 Fax : 052-277-3419

E-mail : zippysun@mail.ulsan.ac.kr