

# Interlace 영상의 DWT 압축에 관한 연구

김 윤 호\* 허 창 우, 오 용 선, 류 광 렬\*\*

\*목원대학교 컴퓨터공학과

\*\*목원대학교 전자정보통신공학부

## A Study on DWT Compression of Interlaced Images

Yoon-ho Kim\*, Chang Wu Hur, Yong-sun Oh, Kwang Ryol Ryu\*\*

\* Dept. of Computer Eng. Mokwon Univ.

\*\* Div. of Electronics Information Communication, Mokwon Univ.

E-mail : ryol@mokwon.ac.kr

### 요 약

Interlace된 2차원 필드영상에 대해 병렬로 DWT를 적용하는 압축기법을 제시하였다. 그 결과 영상의 분해 및 압축율의 증가와 화상 재구성의 PSNR을 증가시키며 신호압축 처리 시간을 단축시킨다. PSNR은 2의 멱수 N의 증가에 따라 지수함수로 감소한다. DCT 기반 압축보다 이득이 30%정도 높다. 독립된 병렬처리는 초당 처리능력을 향상시키며 프레임간 압축보다 간단하다. 또한 필드 영상에서 프레임을 근사 시킬 수 있다.

### ABSTRACT

An Interlaced 2D field images compression technique by Discrete Wavelet Transform is proposed. The result has a good image resolution and compression rate, PSNR, and reduces processing time of compression. PSNR depends on the exponential function corresponding to 2 power N has higher 30% than DCT. And It is easier to process the inter-frame and fast to work a second with each parallel field processing, and more be able to approximate a frame on the field.

### 1. 서 론

영상의 부호화는 고압축 고화질 다용도 부호화를 요구한다. 압축율의 증가는 비중복성 데이터까지 제거하게 되어 시각적인 영상 열화가 발생하기 때문에 시스템의 실시간 처리를 위해 보다 높은 압축율에 고화질의 압축기법이 지속적인 연구 대상이다. 영상 압축 기법에는 저압축, 정확한 재구성의 비손실(lossless) 압축과 왜곡정도에 따라 고압축의 손실(lossy)압축으로 구분되며 변환부호화에는 DCT나 LOT의 블록 기반 변환과 QMF와 같은 피라미트 기반 변환기법으로 나눈다.[1-3] DCT 기반의 변환 부호화는 주로 원 영상을 8x8의 작은 블록으로 나뉘고, 양자화, 엔트로피 부호화의 과정으로 처리된다. MPEG은 64K bps의 전화급에서 열화가 발생하고, 고화질 부호화 프레임에

대한 랜덤 액세스가 제공되지 않으며 전형적인 압축 비는 50:1이다.[4] DCT는 직교함수의 변환 부호화 기법 중에서 최적의 방법은 KLT이지만 영상의 상관계수를 모두 구하는 결점이 있기 때문에 비교적 이 특성에 접근하는 DCT기법을 주로 적용한다. 변환 과정은 연산 시간을 단축시키기 위해 영상을 작은 블록으로 나눈다. 블록은 독립적으로 처리되므로 서로 불연속이 나타나는 블록킹 현상을 유발한다. 블록킹 잡음을 제거하기 위해 블록의 일부를 중첩시키는 LOT, DCT와 DST를 조합하는 방법 등이 있지만 자연스러운 효과는 기대하기 어렵다. 또한 푸리에 변환기법은 인간의 시각시스템이 불연속성이나 갑작스러운 해상도 변화에 대해 더 민감한 반응을 나타내는 데에 따른 비정상 현상과 다해상도 영상처리에 약하다.[5-8]

영상처리 분야에서 폭 넓은 응용 연구가 진행되고 있는 웨이브릿(wavelet)은 계층부호화로 볼 수 있는 쉼밴드 피라미트 구조이며 기존의 결점을 해소 할 수 있는 특성을 가지고 있다. [9-11] 웨이브릿은 다해상도 분해 기법인 2의 제곱을 기반으로 하는 2수(dyadic) 스케일과 위치를 선택함으로써 보다 효율적이고 정확한 분석이 가능하게 되어 이산 웨이브릿 변환 DWT(Discrete Wavelet transform)분석이 이루어진다.[12-14] 따라서 본 연구는 비월주사 (interlaced scanning)의 필드영상 각각에 대해 DWT를 짝수와 홀수 필드에 각각 적용하여 DCT기반의 동영상 또는 정지영상의 결점들을 감소시키고 다해상도 분해에 의한 영상 부호화 특성을 이용하여 처리속도를 향상시키고자 한다.

## II. DWT 구현

### 1. DWT구성파 조건

#### 1) CWT와 DWT

웨이브릿 변환은 푸리에(Fourier) 변환이나 가버(Gabor) 변환과 유사하다. 그러나 기저함수가 적당한 웨이브릿 함수의 공간에서 얻어지고, 다중 스케일을 갖는 점이 다르다. 즉, 기저함수(basis function)나 모(mother) 웨이브릿은 확장될 수 있고 다중 스케일에서 웨이브릿 변환의 계산이 가능하다. 웨이브릿 변환을 이용한 다중해상도(multiresolution)나 다중 스케일은 웨이브릿 기저함수를 스케일링하는 것으로 구해진다. 모 웨이브릿의 차 스케일이 확장(dilation)으로 웨이브릿이 큰 스케일을 이용하여 신호에 가해질 때 신호의 큰 특성이 분석된다. 더 작은 스케일 웨이브릿 변환은 함수의 상세를 분석한다.

연속 웨이브릿 변환(CWT)는 신호  $x(t)$ 에 대해 식2-1과 같이 웨이브릿 함수  $\psi(s, p, t)$ 의 스케일(s), 시프트 인자를 신호의 모든 시간에 곱하고 합해 구한다. 낮은 스케일은 압축된 웨이브릿이고 급속히 변하는 상세(details)의 특징이며 높은 주파수이다. 높은 스케일은 늘린 웨이브릿이고 서서히 변하는 근사(approximations)특성이며 낮은 주파수로 많은 정보를 포함한다.

$$C(s, p) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi(s, p, t) dt \quad (2-1)$$

이 과정은 스케일과 위치(p)의 함수인 많은 웨이브릿 계수 C를 만든다. 다음과 같은 과정으로 CWT를 도출한다.

1. 웨이브릿을 취하고 그것을 원신호가 시작되는부분과 비교한다.
2. 웨이브릿과 원신호와의 상관 웨이브릿 계수 C를 계산한다. C가 크면 더욱 유사성이 있다. 이것은 웨이브릿 형태에 따라 다르다.
3. 웨이브릿을 우측으로 이동하고 전체 신호에

대해 1과 2과정을 반복한다.

4. 웨이브릿을 스케일하고 1에서 3과정을 반복한다.
5. 모든 스케일에 대해 1에서 4과정을 반복한다.

따라서 신호의 다른 부분에 의해 다른 스케일에서 도출된 계수를 얻는다. 각 계수를 적절하게 스케일과 시프트된 웨이브릿에 곱하여 원 신호의 구성요소가 되는 웨이브릿을 얻는다. 그러나 가능한 스케일에서 웨이브릿 계수를 계산한다는 것은 많은 일이며 무수한 데이터를 발생시킨다. 따라서 2의 제곱을 기반으로 하는 2수(dyadic) 스케일과 위치를 선택함으로써 보다 효율적이고 정확한 분석이 가능하게 되어 이산 웨이브릿 변환 DWT가 이루어진다. 즉, 웨이브릿 기반의 구축은 원래 연속시간에서의 다해상도는 이산시간에서 필터뱅크 트리 (filter bank tree)이다. 직교 웨이브릿 기반의 구축은 순환 방식의 집합으로 유도되며 직교하지 않으면 높은 중복성을 갖는다.  $\Psi$ 의 적분은 0이고 상세를, 그리고  $\Phi$ 의 적분은 1이며 근사를 의미한다. 이산 표현은 샘플링 주기가 1인 경우 식2-2와 같고 역 변환(IDWT)은 식2-3으로 표현된다. 여기서  $j$ 는 압축시간,  $k$ 는 천이시간.

$$C(j, k) = \sum x(n) \Psi_{j,k}(n) \quad (2-2)$$

$$x(t) = \sum \sum C(j, k) \Psi_{j,k}(t) \quad (2-3)$$

#### 2) 2차원 다해상도 분석

2차원은 1차원 수직과 수평방향으로 이루어진다. 2차원의 경우 스케일링 함수  $\Phi_{j,k}(t)$ 와 웨이브릿 모함수  $\Psi_{j,k}(t)$ 는 식2-4로 표현된다.

$$\Phi_{j,k}(t) = \sqrt{2^j} \Phi(2^j t - k),$$

$$\Psi_{j,k}(t) = \sqrt{2^j} \Psi(2^j t - k), \quad j, k \in \mathbb{Z} \quad (2-4)$$

3레벨의 경우 2차원 스케일링 함수와 웨이브릿 함수는 식 2-5로 표현되고 그 웨이브릿 분해(decomposition)는 그림 2-1과 같이 10개의 쉼밴드 영상으로 구성된다.

영상  $x(u, v)$ 가 입력되면 그림2-3에서와 같이 1레벨의 경우  $u$  방향으로 우선 필터하여 저역통과 영상과 고역통과 영상을 얻는다. 2로 다운샘플링한 후 두 영상은  $u$  방향에 대해 반으로 감축된다. 동일한 방법을  $v$  방향으로 2 부영상에 적용한다. 1개의 xLL 저역통과와 3개의 고역통과 xLH, xHL, xHH 영상이 구해진다. xLL은 평균신호이고 3개의 상세신호에 대해 xLH는 수평 영상,

xHL은 수직 특성, xHH는 대각선 특성을 갖는다. 2차원 순방향 웨이브릿은 그림2-2와 같은 과정으로 이루어 지고 또한, 2차원 역방향 웨이브릿 변환의 과정은 그림2-3와 같이 순방향의 역 관계로써 4개의 정보에 대해 열(row)로 업샘플링(upsampling)하고 행에 대한 저역, 고역의 재구성 필터를 컨버루션한 후 행으로 업샘플링하고, 열 방향으로 저역, 고역통과 재구성 필터와 컨버루션하여 재구성한다.

$$\begin{aligned}
 xLL \dots \Phi(u, v) &= \Phi_{0,0}(u) \Phi_{0,0}(v) \\
 xLH \dots \Psi_{j,k}^i(u, v) &= \Psi_{j,k}(u) \Phi_{i,m}(v) \\
 xHL \dots \Psi_{j,k}^i(u, v) &= \Phi_{j,k}(u) \Psi_{i,m}(v) \\
 (2-5) \\
 xHH \dots \Psi_{j,k}^i(u, v) &= \Psi_{j,k}(u) \Psi_{i,m}(v)
 \end{aligned}$$

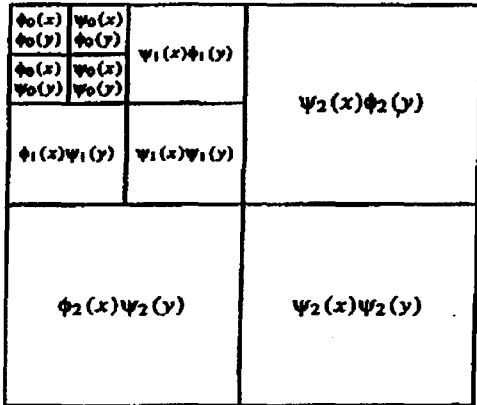


그림2-1 레벨 분해도

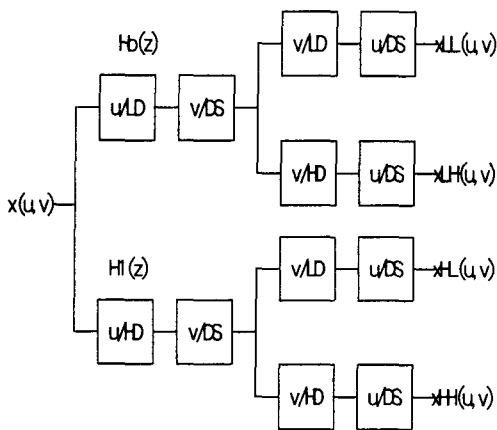


그림2-2 2차원 웨이브릿 분해 블록도

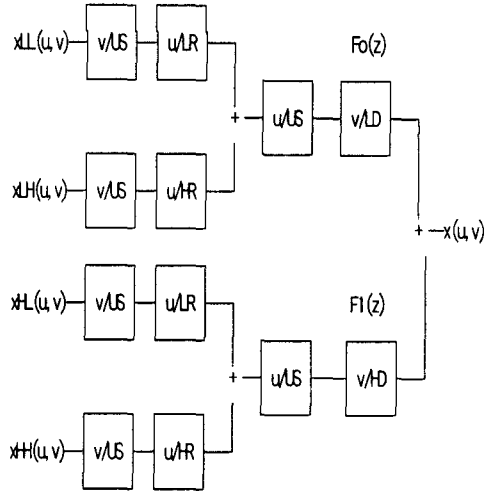


그림2-3 2차원 웨이브릿 재구성 블록도

2. 웨이브릿의 선정

웨이브릿의 특징 중 하나는 기저함수의 길이를 조절하는 능력이다. 저주파 기저함수의 길이는 크고 고주파의 기저함수는 더 짧게 된다. 신호는 적은 기저함수로 근사화된다. 레벨 통과 후 에너지의 대부분은 저역통과 섹밴드에 있다. 웨이브릿 함수에는 여러 가지가 있으며 필요한 경우 목적에 따라 만들 수 있다. 잘 알려져 있고 비교적 영상신호의 특성이 좋은 다우비치는 차분성 계수인 균일성(regularity)이 높다. 다우비치 웨이브릿은 균일성과 웨이브릿의 지원길이의 크기를 연결하는 점근(asymptotic)관계가 있다. dbN에서 균일성의 값은 db1=0, db2=0.5, db3=0.91, db4=1.27, db5=1.59, db7=2.15, db10=2.9이며 N이 무한하면 길이는 2N이고 규칙성은 대략 N/5이다. 균일성은 차수와 함께 증가한다. N이 크면 psi와 phi는 C에 0.2N제곱이다. psi와 phi의 지원길이는 2N-1이고 psi의 소멸 모멘트 수는 N이며 분석은 직교 또는 쌍직교성을 갖는다. 또한 최대평탄(maxflat) 특성의 필터이다. N=6의 12탭 웨이브릿 재구성에 서 저역통과 필터계수는 저역통과 분해

$h_0(0)=-0.0011, h_0(1)=0.0048, h_0(2)=0.0006,$   
 $h_0(3)=-0.0316, h_0(4)=0.0275, h_0(5)=0.0975,$   
 $h_0(6)=-0.1298, h_0(7)=-0.2263, h_0(8)=0.3153,$   
 $h_0(9)=0.7511, h_0(10)=0.4946, h_0(11)=0.1115$ 이며  
 고역은  $h_1(0)=-0.1115, h_1(1)=0.4946, h_1(2)=-0.7511,$   
 $h_1(3)=0.3153, h_1(4)=0.2263, h_1(5)=-0.1298,$   
 $h_1(6)=-0.0975, h_1(7)=0.0275, h_1(8)=0.0316,$   
 $h_1(9)=0.0006, h_1(10)=-0.0048, h_1(11)=-0.0011$ 이며  
 psi, phi, 분해와 재구성의 저역과 고역통과는 그림2-4과 같다.

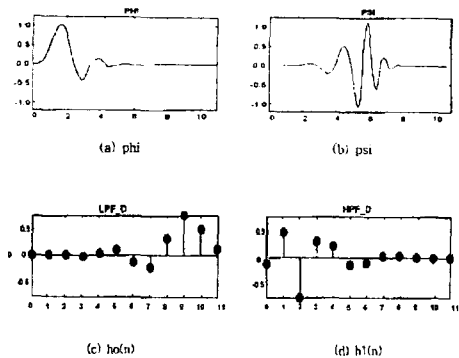


그림2-4 웨이브릿 함수와 필터 계수



(c) 비월 홀수 필드

### III 실험 및 결과

TV 신호는 30프레임/sec의 정지영상으로 보고 각 필드영상을 그림3-1과 같이 256x256의 짝수와 홀수필드단위로 분리된다.



(d) 복원된 영상 (256:1)



(a) 원영상



(b) 홀수만의 필드

그림 3-1 샘플영상

그리고 웨이브릿 분해와 재구성에서 각각의 레벨에 대한 LL, LH, HL, HH 등의 부영상의 과정을 통해 영상에 대한 DWT를 취하고 IDWT를 실행한 샘플영상의 PSNR 값은 표3-1과 같이 35.63이며 그에 대한 결과는 그림3-2의 그래프에 대한 변화에서 2의 지수 N에 대해  $PSNR(N) = Ae^{-aN}$ 를 유지하는 이특성을 갖는다. 또한 물체경우는 평균 36.27[dB]정도이다. 재구성 영상은 직관적으로 볼때 물체영상은 2<sup>8</sup>:1에서 재구성 왜곡이 심하게 나타나기 시작한다. 인물영상의 경우는 2<sup>7</sup>:1에서 왜곡이 두드러지게 나타난다.

DCT기반의 JPG 영상의 평균 PSNR은 27.8[dB]로 그림3-3에서와 같이 압축율이 증가하면 급격히 이득이 저하하며 WDT에 비해 약 1.3정도 낮다.

필드당 처리능fps(field per second)는 100MHz

CPU를 기준 할 때, 128x128에서 3초, 256x256 6.5, 512x512 15, 1024x1024 39초로 실시간 처리는 미흡하지만 하드웨어로 대체하고 필드를 다시 배수로 나눠 병렬 처리하면 큰 효과가 기대된다. 즉 DCT의 블록화 기법을 필드 단위에서 구분화를 시도하던 하드웨어 시스템은 복잡하고 비용은 증가해도 실시간 처리에는 근접할 수 있다.

표3-1 샘플 영상의 압축율  $2^N$  대 PSNR

n	1	2	4	8	16	32
p	64.89	53.67	43.34	38.86	35.28	31.94
n	64	128	256	512	1024	
p	29.15	26.73	24.59	22.75	20.79	

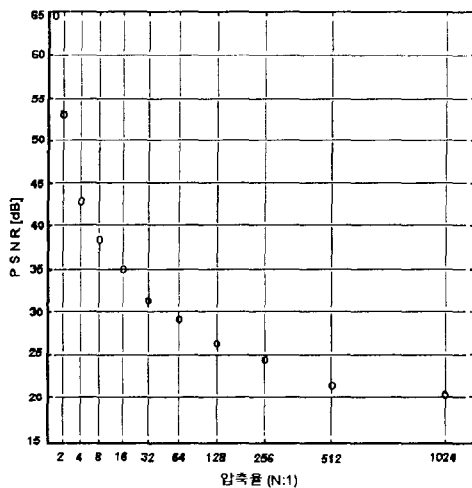


그림3-2 샘플 영상의 PSNR

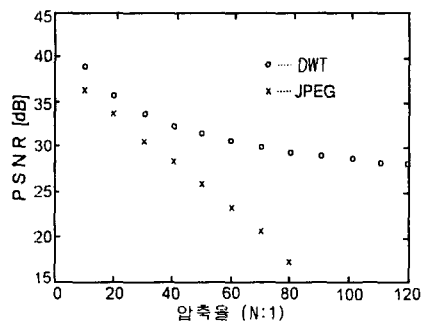


그림 3-3 DWT와 JPEG의 PSNR

#### IV.결 론

디지털 TV 2차원 영상 압축을 위해 비월주사 각각의 필드에 병렬로 DWT를 적용하였다. 그것은 영상의 분해 및 압축율의 증가와 화상 재구성의 PSNR을 증가시키며 화질과 필드 영상의 처리 시간을 단축시키는데 목적이 있다. 그 결과 DWT는 비트 할당 및 양자화 그리고 엔트피 코딩 등의 조건에서 다르지만 PSNR은 2의 멱수 N 따라 지수함수로 감소한다. 비교적 N이 7정도의 압축율에서 왜곡이 다소 나타난다. 샘플 영상에서 인물 보다 물체 영상의 재구성 이득이 4.3%정도 높다. 전체적인 PSNR은 35[dB]이다. 또한 DCT기반의 JPEG 보다 약 1.3정도 높다. 따라서 차기 연구에 계속 보안 개선할 필요가 있다. 또한 필드당 처리능력은 실시간 처리는 미흡하지만 하드웨어로 대체하고, 필드를 다시 배수로 나눠 병렬 처리하면 큰 효과가 기대된다. 이와 같은 연구는 앞으로의 비전 정보화의 각종 매개체에 응용되어 실시간 영상정보 통신과 정보 축적 밀도의 집적화에 기여 될 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] Manfred Kopp, "Lossless Wavelet Based Image Compression with Adaptive 2D Decomposition", Technical University of Vienna.
- [2] Murat Kunt, "Recent Results in High-Compression Image Coding", IEEE Trans. Circuits and System, CAS-34, 1987.
- [3] Godon Erlebcher, Wavelets Theory and Applications, Oxford University Press, 1996.
- [4] Pankaj Topiwala, Fundamental of Wavelets and Applications, IEEE, INC., 1995.
- [5] H.J Kim and C. C. LI, "A non-Orthogonal Wavelet Edge Detector with Four Filter-Coefficients, Optical Engineering proceedings, V.2034, 1993.
- [6] Ting-Chan Janet Liu, "Wavelet Transform Module for IBM AIX Visualization Data Explorer".
- [7] Ingrid Daubechies, "The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization and Signal Anlysis, IEEE Trans. on information Theory, vol.35,[11] D.E. Newland, An Introduction to Random Vibrations, Spectrum and Wavelet Analysis, Longman Scientific and Technical,1993.
- [8] Y.T. Chan, Wavelet Basics, Kluwer Academic Publishers, 1995.

- [9] Ingrid Daubechies, "The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization and Signal Analysis", IEEE Trans. Information Theory ,Vol.36,No.5,1990.
- [10] Mark J. Shensa, "The Discrete Wavelet transform:Wedding the A' Trouns and Mallat Algorithms", IEEE Trans. Signal Processing,Vol.40.No.10,1992.
- [11] Wei Cai and JianZhong Wang, "Adaptive Wavelet Collocation Methods for initial Value Boundary Problem of Nonlinear PDE'S", NASA.
- [12] Yves Meyer, Wavelets Algorithms and Applications, Siam, 1993.
- [13] Gibert Stang, Wavelets and Filter Banks, Wellesley-Cambridge Press, 1995.
- [14] Albert Cohen and Robert D. Ryan, Wavelets and Multiscale Signal Processing, Chapman Hall, 1995.