

웨이브릿변환 비연성 워터마킹에 관한 연구

강환일, 김갑일, 강환수

명지대학교 전기정보제어공학부, 동양공업전문대학교 전산경영기술공학부

A Study on Wavelet Transform Based Nonfragile Watermarking

Hwan Il Kang, Kabil Kjm, Hwan Soo Kang

Div. of Electrical & Information Control Eng. Myongji Univ., School of information & Management Eng. Dongyang Tech. College

Abstract - 정보보호를 위해 비연성 디지털 워터마킹 방법으로 웨이브릿 변환을 많이 사용하고 있다. 본 연구에서는 여러 웨이브릿 변환인 드비시(Daubechies) 변환, Coiflets 변환, Symlets 변환 과 biorthogonal 변환등을 이용하여 비연성 디지털 워터마킹기법을 구성하고 각 변환의 특징과 성능비교를 한다. 공격의 형태는 dct변환 압축에 의한 영향에 의한 워터마킹의 보존여부에 관하여 고찰한다.

(Multiresolution decomposition: MRA)이라 한다. 웨이브릿변환에는 드비시(Daubechies)변환, Coiflets 변환, biorthogonal 변환과 Symlets변환등이 있다.

1. 서 론

디지털워터마크란 영상내에 소유자의 정보를 삽입하되 소유자의 정보가 영상에 거의 나타나지 않도록 워터마크를 삽입하는 기술을 말한다. 여기서 소유자의 정보가 나타나지 않는다는 것은 인간의 시각에 의해 탐지 되지 않도록 하는 것이다. 정보보호를 위해 비연성 디지털 워터마킹방법으로 웨이브릿 변환[1,2,3,4]을 많이 사용하고 있으나 주로 드비시 웨이브릿변환을 이용하고 있다. 본 연구에서는 여러 웨이브릿 변환[5,6]인 드비시(Daubechies)변환, Coiflets 변환, Symlets변환과 biorthogonal 변환등을 이용하여 비연성 디지털 워터마킹기법을 구성하고 각 변환의 특징과 성능비교를 한다. 공격의 형태는 dct변환 압축에 의한 영향에 의한 워터마킹의 보존여부에 관하여 고찰한다.

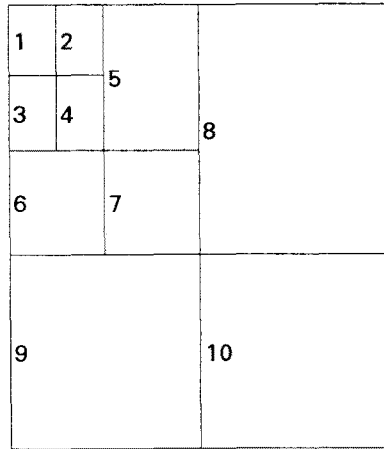


그림1 Multiresolution decomposition에 의한 영상 분할

2. Wavelet 변환과 실험

2.1 Wavelet변환

웨이브릿 변환은 기저 함수 (basis function)의 이동과 확대축소를 통하여 함수를 나타내는 변환이다. 즉 자승 적분 가능한 함수는

$$f(t) = \sum_{j,k} a_{j,k} 2^{j/2} \psi(2^j t - k)$$

로 표현할 수 있으며 여기서 계수 $a_{j,k}$ 는 함수 $f(t)$ 의 2차원 이산 웨이브릿 변환 (discrete wavelet transform DWT)이 된다. 또 다른 특징은 웨이브릿변환에 의한 저역필터와 고역필터로 완전 재건필터(perfect reconstruction filter)를 이용하여 영상을 재구성할 수 있다. 2차원 영상에 웨이브릿 변환을 적용하여 4가지의 부분 영상으로 분류할 수 있다. 이때 왼쪽 왼쪽의 영상은 저역 필터를 x축과 y축으로 적용하여 구할 수 있다. 왼쪽 오른쪽의 영상의 경우 x축은 저역필터로 통과시키고 y축은 고역필터로 얻고 아래쪽 왼쪽 부분영상은 x축은 고역필터로 통과시키고 y축은 저역필터로 통과시켜 얻는다. 아래쪽 오른쪽 부분영상은 고역필터를 x축과 y축으로 적용하여 구할 수 있다. 다시 웨이브릿 변환을 왼쪽 왼쪽 부분영상에 연산하여 다시 4개의 부분영상을 얻어 전체 영상을 7개로 분할할 수 있다. 이 과정을 한번 더 하면 10개의 부분영상을 얻는다. 그림1에 영상분할을 나타내었다. 이과정을 다분해능 분할

2.2 웨이브릿변환

드비시4차(db4)변환은 저역필터의 계수가 8개이며 드비시9차(db9)변환은 저역필터의 계수는 18개이다. Symlets변환의 경우 드비시변환보다는 대칭적인 특징을 갖고 있다. Coiflets변환의 경우 가장 많은 vanishing moments를 갖고 있다. biorthogonal 변환의 경우 대칭적인 특징을 갖고 있다.

2.3 알고리즘

다음은 영상 워터마크 실험에서 행한 알고리즘이며 그 내용은 다음과 같다.

- 단계1: 길이 N개의 워터마크를 만든다.
- 단계2: 원래 영상(그림2)을 MRA를 이용하여 10개의 부분영상을 얻는다.
- 단계3: 3번째 부분 영상에서 가장 큰 값 N개를 구하여 $v(1:N)$ 워터마크를 첨가한다. 즉 $v' = v + (1 + \alpha * w)$ 이고 본 논문에서의 α 는 0.5이고 $N=1000$ 이다. 이를 담지하기 위해 영상(그림3)을 DWT(Discrete wavelet transform)변환한 후 원래 영상의 N개의 큰 계수와 대응하는 테스트영상의 계수의 그것과의 차이에서 $w^* = (v_t - v_o) / (\alpha * v_o)$ 를 구하고 w^* 와 w 를 비교하여 워터마크삽입여부를 결정한다. 유사도 = $\langle w, w^* \rangle / \|w^*\|$ 를 정의하고 훈련에 의해 유사도의 문턱값으로 워터마크 삽입여부 판정을 한다.

단계4: 워터마크가 삽입된 영상을 dct변환 압축을 한 후(그림4) 다시 DWT변환하여 원래 영상의 N개의 큰 계수와 대응하는 테스트영상의 계수의 그것과의 차이에서 $w^* = (vt - vo) / (\alpha * vo)$ 를 구하고 w^* 와 w 를 비교하여 워터마크삽입여부를 판정한다. 유사도 $2 = \langle w, w^* \rangle / \|w^*\|$ 를 정의한다.

단계5: $(\text{유사도} - \text{유사도}2) \times 100 / \text{유사도}(\%)$ 를 비압축성능지수라고 정의한다. 비압축 성능지수가 크면 압축성능이 좋지 않다는 것을 뜻한다.

2.4 실험

흑백의 lena영상을 이용하여 비압축성능지수를 3번의 평균으로 결정하였다. DCT변환 압축율은 81.25%이다. 표1에 각 웨이브릿 변환에 따른 유사도를 압축을 한 경우와 안 한 경우의 유사도를 나타내고 비압축성능지수를 나타내었다. 표2에서는 평균 비성능 성능지수를 나타내었다. 이 경우 biorthogonal 3.5변환이 가장 우수함을 보였다.

3. 결 론

본 연구에서는 다른 웨이브릿 변환인 드비시(Daubechies)변환, Coiflets 변환과 biorthogonal 변환등을 이용하여 비연성 디지털 워터마크기법을 구성하고 각 변환의 특징과 성능비교를 하였다. 드비시변환과 biorthogonal변환이 dct변환압축에 강인한 반면 Coiflets변환과 Symlets변환은 매우 성능이 떨어짐을 관찰할 수 있었다.

(참 고 문 헌)

- [1] X. Xia, C. G. Boncelet, G. R. Arce, "A Multiresolution Watermark for Digital Images," Proc. IEEE ICIP, Vol.3, pp.548-551, 1997.
- [2] D. Kundur, D. Hatzinakos, "A robust digital image watermarking method using wavelet-based fusion," IEEE ICIP, Santa Barbara, California, Vol.1, pp.544-547, Oct. 1997.
- [3] M. Kutter, "Watermarking resisting to translation, rotation, and scaling," Proc. of SPIE., Boston, USA, Nov., 1998.
- [4] 서정희, 최은주, 차의영, "스펙트럼의 저주파수 성분을 이용한 디지털 영상 정보의 소유권 보호," 한국정보처리학회, 제 5권 제2호, pp.761-764, 1998, 10.
- [5] G. Strang, T. Nguyen, Wavelets & Filter Banks, Wellesley_Cambridge Press, Wellesley, MA., 1996.
- [6]. C. S. Burrus, R. A. Gopinath, H. Guo, Introduction to wavelets and wavelet Transforms: A primer, Prentice-Hall, Upper Sadle River, NJ., 1998.



그림 2 원래영상



그림 3 압축된 워터마크삽입영상



그림 4 워터마크삽입영상

표1 웨이브릿변환과 비압축성능지수

	압축된 영상의 유사도	영상 압축안된 영상의 유사도	비압축성능지수(%)
coiflets5	0.6071	11.6804	94.80
	0.9029	9.2662	90.25
	0.8597	12.9086	93.34
Symlets3	3.6483	14.2097	74.32
	4.0030	12.7573	68.62
	3.9686	12.8963	69.22
Symlets8	1.8595	9.9412	81.29
	2.0432	9.3840	78.23
	1.9603	6.6391	70.47
db4	0.7352	0.9446	22.17
	0.8425	4.1483	79.69
	0.8411	1.6201	48.07

표2 웨이브릿변환과 평균비압축성능지수

wavelet변환	비압축성능지수(%)
bior3.5	42.66
db4	49.97
bior6.8	55.62
db9	64.93
sym3	70.72
sym8	76.66
coif3	90.92
coif5	92.79

표1 웨이브릿변환과 비압축성능지수 (계속)

wavelet변환	압축된 영상의 유사도	영상 압축안된 영상의 유사도	비압축성능지수(%)
db9	2.4765	8.8522	72.02
	3.0910	9.1724	66.30
	2.2386	5.1449	56.48
bior3.5	0.2218	0.7342	69.79
	3.0910	1.0240	14.41
	2.2386	1.4532	43.80
bior6.8	3.9422	10.1205	61.05
	4.3807	9.6662	54.68
	4.2981	8.7987	51.15
coif3	0.7269	11.2643	93.54
	0.6668	3.5385	81.15
	0.2043	10.6512	98.08