

영상 압축을 위한 변환 부호화 방식의 비교 연구

조 순 기 . 양 승 인  
 숭실 대학교 공과 대학 전자공학과

A comparative study of transform coding methods  
 for image compression.

SOON-KYUI CHO , SEUNG-IN YANG  
 Dept. of electronic eng. Soong-Sil University

Abstract :

In this paper, the transform coding method was selected out of image compression techniques. Each characteristic of transform coefficients for five transform(DCT, DST, WHT, HAT, SLT) was observed, and their performances were compared and reviewed, based on the results from the experiment where image samples were applied to five transform. As the result of image processing experiment, DCT was found to have the best performance

계 상관도가 작은 독립적 계수를 갖도록 하므로서 이미지의 높은 에너지가 특정 부분의 곳에 집중하도록 하여 낮은 부분은 없애는 방식이다. [3] 변환 부호화 방식중 에서 이미 알려진 바와 같이 KLT 가 통계적으로 가장 최적(Optimal)인 변환으로 알려져 있는데 고속 연산 알고리즘이 존재하지 않기 때문에 이에 대응할 수 있는 HAT(haar), SLT(slant), WHT(walsh-hadamard) 변환 등이 개발 되었고 DCT, DST가 그후 발표 되었다. [4] 변환 부호화 시스템의 블록선도는 그림 1과 같다

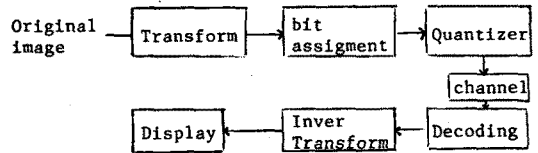


그림 1. 변환 부호화 시스템의 개념도

1. 서 론

아나로그 전송 방식에서 근래에는 반도체의 혁신적인 개발과 광섬유 발달에 힘입은 광대역 전송이 가능하게 됨에 따라 디지털 전송 방식이 급격히 발전하고 있는 추세인데, 많은 장점을 가지고 있는 반면 그 단점은 아나로그 방식에 비해서 넓은 대역폭의 전송률이 필요하다. 막대한 양의 영상신호를 한정된 전송속도를 가지는 전송로를 통하여 전송하기 위해서는 필수적으로 데이터량을 감축해야 하는데 현재까지 연구되어 있는 영상신호의 데이터 감축 방법은 첫째, 예측 부호화 방법 둘째, 변환 부호화 방법 셋째, 벡터 양자화 방법 넷째, HYBRID 방법으로 분류 된다. [1]

본 논문에서는 전송한 영상 압축 방법중 변환 부호화 방식을 선택하여 그중 5가지 변환(DCT, DST, WHT, HAT, SLT)에 대한 각 변환계수들의 특성 등을 고찰해 보고, 영상 샘플을 적용 실험하여 그 결과를 토대로 변환들의 성능을 비교 검토 하였다.

2. 변환 부호화 방식의 개요

1968년 Andrews등이 Fourier Transform을 이용하여 영상 데이터 처리를 시작한 이후 여러방식에 의한 이미지 처리를 실현하여 오고 있다. [4]

변환 부호화 방식은 상관도가 큰 이미지 신호를 변화시

3. 변환계수 분포의 특성

1) 분산 분포 특성  
 각 변환계수들의 분산 분포를 입력신호가 상호 상관계수  $\rho = 0.9$ ,  $S/N=1$ 로한 Markov - 1 Processor로 가정하여 표 1과 그림 2에 나타내었다.

변환 M (bits)	DCT	DST	WHT	HAT	SLT
1	6.1855	5.7586	6.1855	6.1855	6.1871
2	1.0059	0.9308	0.8635	0.8635	0.9890
3	0.3461	0.6610	0.3048	0.2755	0.3447
4	0.1659	0.2222	0.2462	0.2755	0.1460
5	0.1046	0.1970	0.1046	0.1000	0.1046
6	0.0757	0.0926	0.1044	0.1000	0.1044
7	0.0616	0.0799	0.1029	0.1000	0.0631
8	0.0547	0.0564	0.0881	0.1000	0.0631

표 1 변환계수 분산 분포값 (8x8)

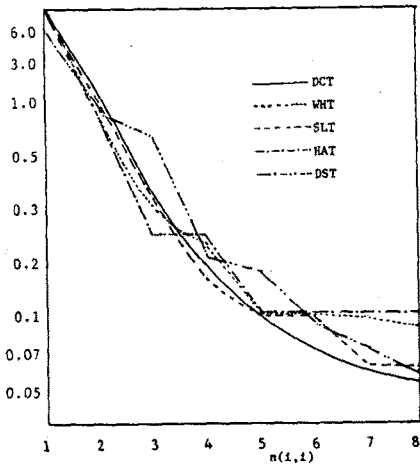


그림 2. 변환계수 분산 분포 (N=8)

(2) 평균 자승 오차 특성 ( $\rho = 0.9, S/N = 1$ )

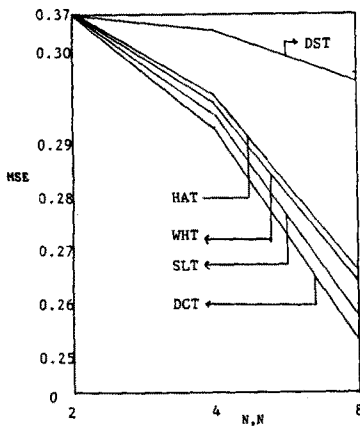


그림 3. 평균 자승 오차 분포 (N=8)

(3) 에너지 집중정도의 특성 (비 상관도)  
 변환 영역 공분산 행렬의 비 대각선 요소들에 대한 절대값의 합으로 변환의 에너지 집중정도를 측정함.  
 ( $\rho = 0.9, S/N = 1$ )

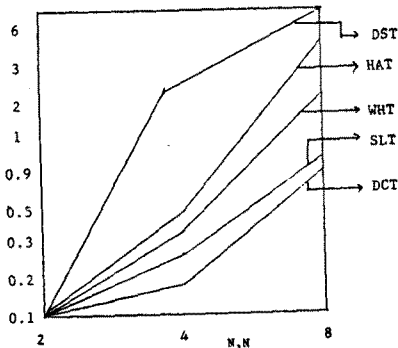


그림 4. 에너지 집중도의 분포 (N=8)

#### 4. 비트 할당

각 변환 블록내의 AC 에너지를 구하고 AC 에너지의 누계 확률분포에 따라 동일한 부 블록 개수로 구성되는 4개의 군으로 분류한다.

$M \times M$  의 영상을  $N \times N$ 의 부 영상블록으로 나누었을 때  $(i, j)$  번째 부 블록내의 AC 에너지는 식(1)과 같다. [3]

$$E_{i,j} = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} [F_{i,j}(u,v)]^2 - [F_{i,j}(0,0)]^2$$

$i, j = 1, 2, \dots, M/N$  (1)

각 군에 대한 비트할당 행렬은 식(2)와 같다.

$$N_b(u,v) = 1/2 \log [\hat{\sigma}_k^2(u,v)] - \log [D]$$

$\hat{\sigma}_k^2$  분산  $D$  -왜곡 (2)

#### 5. 양자화

본 논문에서는 변환 샘플들의 크기가 샘플에 따라 크게 차이가 나므로 확률분포에 따르는 비 균일 (non-uniform) 양자화 방법중 일반적으로 많이 사용하는 Laplace 분포를 가정한 MAX 양자화기를 사용 하였다. [6]

#### 6. 신뢰도 측정

원 영상을  $f$  복원된 영상을  $\hat{f}$  라 할때 평균 자승 오차는 식 (3)으로 정의 된다. [7]

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} [f(j,k) - \hat{f}(j,k)]^2$$
 (3)

전체 신호를 최대 진폭으로 정규화된 평균 자승오차는 식 (4)로 정의 된다.

$$NMSE = 10 \log (MSE / 255^2)$$
 (4)

신호대 잡음비를 식(5)로 추정 계산이 가능하다.

$$SNR = 10 \log (255^2 / MSE)$$
 (5)

#### 7. 실험 결과 및 고찰

본 논문의 실험에서 사용한 영상은  $256 \times 256$  크기로 구성된, 256 단계의 명암도를 갖는 Girl 영상을 사용 하였으며 통계적 특성은 최대값 : 256, 최소값 : 0  
 평균 : 84.05, 표준편차 : 63.35, 분산 : 4013.22 이다.

전술한 각 변환 방식에 영상을 적용하여 평균 비트수를 1bit 에서 0.5bit, 0.25bit 까지 변화시켜, MSE, 비트 할당시 왜곡, 화질을 비교하여 보았으며 비교된 결과는 그림 5, 6, 7에 나타내 보았다.

(1) NMSE 비교

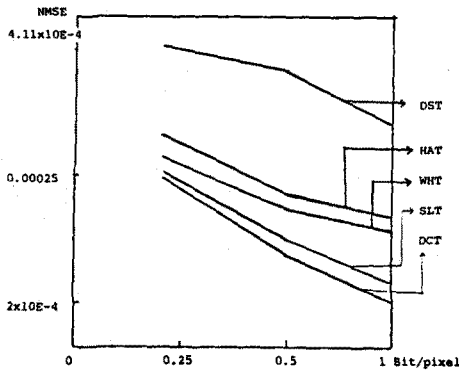


그림 5. Girl(8x8) NMSE 비교

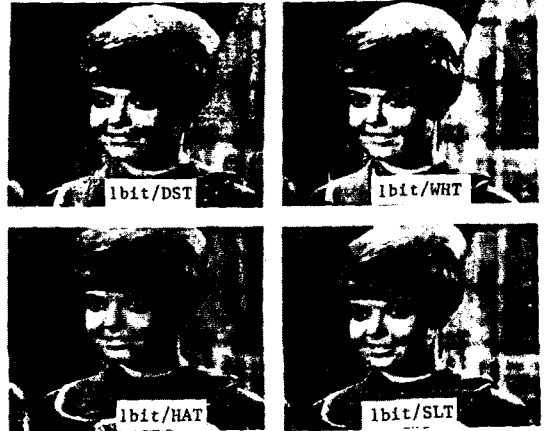


그림 8. Girl(8x8), 1bit에 대한 각 변환 비교

(2) 비트 할당에 따른 Distortion 비교

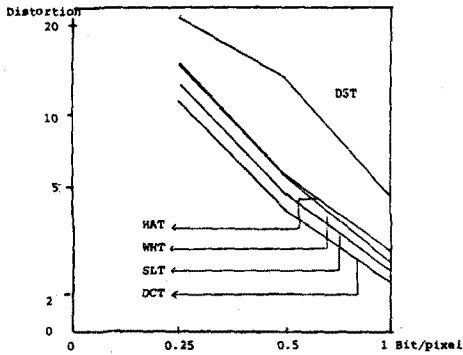


그림 6. Girl(8x8) 왜곡률

(3) 화질 비교

비트 변화에 대한 화질과 아울러 1 bit 에 대한 각 변환의 화질을 비교해 보았다. 복원된 영상의 경우에 비교한 결과, 에너지 집중성에 기인된 DCT 가 가장 우수함.

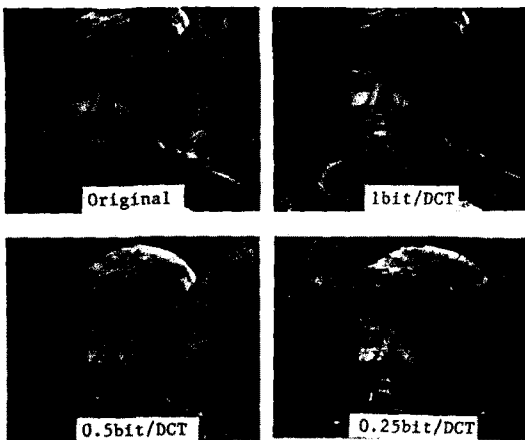


그림 7. Girl(8x8), bit 별 비교

8. 결 론

본 논문에서는 변환 부호화 방법에서 5가지 변환방식을 선택하여 변환계수의 특성을 고찰해 보았고, Girl 영상을 적응 압축 처리하는 과정을 제시하였다.

실험 결과, 각 방식의 성능 면에서 MSE, Distortion 을 비교 검토 한바, DCT 가 가장 뛰어난 특성을 보였고 다음으로 SLT 가 우수하여 WHT 와 HAT 는 거의 같은 특성을 보였으며 DST 는 모든 면에서 가장 뒤 떨어지는 성능을 보였다.

화질면 에서는 DST 를 제외한 4개의 방식이 거의 같은 효율을 가지고 16배 이상의 압축을 에서도 지나친 영상왜 변을 발생하지 않고 재현 됨을 보였다.

앞으로의 연구 과제는 실시간 처리를 위한 고속 알고리즘 개발과 이에 부응하는 소자개발의 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 김 성태, "디지털 신호처리의 응용(1)", 대한 전자공 학회, 회로및 시스템 연구회, 1987년 단계광작.
2. 김 환용, "Walsh-Hadamard Transform 이용한 이미지 데이터 처리에 관한 연구", 전북대학교 박사 학위논문, 1984.
3. R. J. Clarke, Transform Coding of Image, Academic Press, 1985.
4. N. Ahmed, K. Rao, Orthogonal Transforms for Digital Signal Processing, New York, 1975.
5. A. K. Jain, "Image Data Compression : A Review", Proc. IEEE Vol.69, pp.349 - 389, Mar 1981.
6. Randall C. Reininger & Jerry D. Gibson, "Distortion of the Two-dimensional DCT coefficients for Image ", IEEE Trans. com. vol. COM-31, No.6, 6, 1983.
7. Thomas J. Lynch, Data compression techniques and application, Wadsworth, INC, 1985.