

이산 사인-코사인 변환을 이용한 디지털 영상 코우딩에  
관한 연구

진 대 현, 이 율 현  
한국항공대학 통신정보공학과

Discrete Sine-Cosine Transform (DSCT) on Digital Image Coding

Dai Hyun Jin, Yun Hyun Lee  
Dept. of Communication Eng., Hankuk Aviation College

ABSTRACT

In this paper, a fast discrete sine-cosine transform (DSCT) algorithm has been developed by using sine and cosine transform. This algorithm has a recursive structure and a feature most desirable and superior to that of the DCT and DST, requires fewer arithmetic operations compared to that for the DCT.

1. 서 론

막대한 양의 정보를 정해진 통신로에 정보의 양을 감축시켜, 빠른 시간내에 전송하여 좋은 화면 특성을 유지하기 위해서는 높은 효율의 코우딩 기법이 요구되며, 데이터를 압축시킬 시에 원화의 손상없이 전송을 하면 통신로 용량의 증가에도 기여할 수 있다.

이러한 코우딩 기법에는 크게 DM, PCM, DPCM등의 예측 코우딩(Predictive Coding), 여러 가지 직교변환을 이용하는 변환 코우딩(Transform Coding)과 이들을 병합한 하이브리드 코우딩(Hybrid Coding)이 있으며 영상의 시간적 변화에 따라서 동 화상 (Inter-frame) 코우딩과 정지 화상 (Intraframe) 코우딩으로 분류된다.

이러한 시스템의 연구에서 각각은 장점도 가지나 단점도 가지고 있다. 변환 코우딩 시스템은 낮은 비트율에서 우수한 코우딩 성능을 보이며, 인간의 시각적인 면에서도 덜 불쾌하게 영상 저하를 보이며 채널 잡음에도 강한 면을 보이나, 정보량이 다소 많다는 점으로 인해

구성이 복잡하고 실 시간 처리가 힘들다는 점이 단점이다.

본 논문에서는 디지털 영상 코우딩의 대표적인 기법중에서 낮은 비트율에서 우수한 특성을 보이며, 채널 잡음에도 강한 면을 보이는 변환 코우딩 기법중 가장 우수한 MSE 특성을 보이는 K-L 변환과 동일한 특성을 보이는 이산 코사인 변환과 이산 사인 변환의 특성을 병합시킨 새로운 고속 계산 알고리즘을 제시하며 표본화 방식은 보다 많은 데이터를 감축시키기 위한 방식으로 영역 표본화 (Zonal Sampling)를 취해 주며 영역 표본화시에 무시될 수 있는 데이터들을 고려해 주어 (Threshold Sampling) 정보 전송에 필요한 데이터를 최소한으로 줄여 주는 동시에 정확한 정보 전송을 할 수 있도록 하이브리드 표본화 방식을 사용한다. 또한 양자화 과정으로는 최적 양자기인 Max-Lloyd 양자기를 사용한다.

II. 본 론

1. DCT 와 DST

변환 코우딩은 영상 신호를 직접 부호화시키는 PCM, DPCM 로 정의 된다.

과 같은 예측 코우딩의 형태로부터 변화되었다. 변환 코우딩은 양자화와 부호화를 거치는 간접적인 단계를 거친다.

또한 변환 코우딩은 흑백, 컬러등의 영상에 효과적이며, 실질적인 방법을 제시한다.

임의의 데이터 시퀀스  $f(j), j=0, 1, \dots, N-1$ 에 대한

이산 코사인 변환은

$$F(u) = \frac{2c(u)}{N} \sum_{j=0}^{N-1} f(j) \cos\left[\frac{(2j+1)u\pi}{2N}\right]$$

$$u=0, 1, \dots, N-1$$

로 정의 된다.

여기서  $c(u) = 1/\sqrt{2}$  ;  $u=0$

$= 1$  ;  $u=1, 2, \dots, N-1$

$= 0$  ; otherwise

또, 이산 코사인 역변환은

$$f(j) = \sum_{u=0}^{N-1} c(u) F(u) \cos\left[\frac{(2j+1)u\pi}{2N}\right]$$

$$j=0, 1, \dots, N-1$$

임의의 데이터 시퀀스  $f(i), i=1, \dots, N$ 에 대한

이산 사인 변환은

$$F(j) = \sqrt{\frac{2}{N+1}} \sum_{i=1}^N f(i) \cdot \sin \frac{ij\pi}{N+1}$$

$$j=0, 1, \dots, N-1$$

로 정의 된다.

또, 이산 사인 역변환은

$$f(i) = \sqrt{\frac{2}{N+1}} \sum_{j=1}^N F(j) \cdot \sin \frac{ij\pi}{N+1}$$

$$i=0, 1, \dots, N-1$$

로 정의 된다.

## 2. Discrete Sine-Cosine Transform

Algorithm

$$[F] = [P_N] [A_N] [f]$$

여기서  $[f]$  : Data vector

$[P_N]$  : Row permutation matrix

$$[A_N] = \left[ \begin{array}{c|c} A_{N/2} & 0 \\ \hline 0 & H_{N/2} \end{array} \right] [B_N]$$

이며

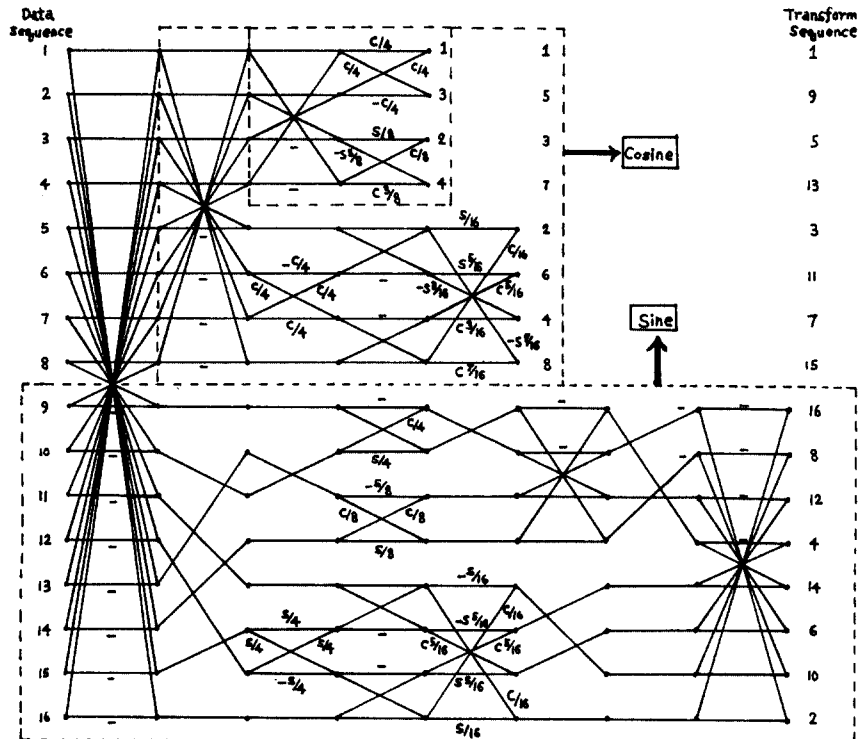


그림 1. DSCCT 고속 계산 알고리즘

$$[A_{N/2}] = [P_{N/2}] \left[ \sin \left( \frac{(2i+1)(j+1)\pi}{N} \right) \right]$$

$$i, j = 0, 1, \dots, N/2-1$$

$$[A_{N/2}] = \left[ \begin{array}{c|c} A_{(N+2)/4} & 0 \\ \hline 0 & A_{(N-2)/4} \end{array} \right] [B_{N/2}]$$

$$[A_3] = \left[ \begin{array}{c|c} A_2 & 0 \\ \hline 0 & 1 \end{array} \right] [B_3]$$

$$[A_2] = \left[ \begin{array}{c|c} S(1/4) & S(1/2) \\ \hline S(1/4) & -S(1/2) \end{array} \right]$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \left[ \begin{array}{c|c} 1 & \sqrt{2} \\ \hline 1 & -\sqrt{2} \end{array} \right]$$

$[B_N]$  = Butterfly Matrix

ex:

$$[B_3] = \begin{bmatrix} 1 & & 1 \\ & 1 & \\ 1 & & -1 \end{bmatrix}, \quad [B_2] = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

또한,

$$[H_{N/2}] = [c(k) \cos \frac{(2j+1)(2k+1)\pi}{2N}]$$

$j, k = 0, 1, \dots, N/2-1$  으로 정의되며,

$$[H_{N/2}] = [P_{N/2}] \left[ \begin{array}{c|c} H_{N/4} & 0 \\ \hline 0 & R_{N/4} \end{array} \right] [B_{N/2}]$$

$$[H_4] = [P_4] \left[ \begin{array}{c|c} H_2 & 0 \\ \hline 0 & R_2 \end{array} \right] [B_4] \quad [H_2] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$[R_{N/4}] = [M1][M2][M3] \dots [M(2 \log N/2 - 3)]$$

$[R_{N/4}]$ 에 의한 시이퀀스는 참고 문헌 [2] 참조.

### 3. 하이브리드 표본화 (Hybrid Sampling)

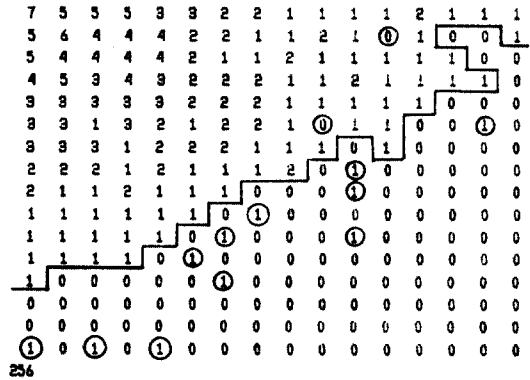
#### 1) 영역 표본화 (Zonal Sampling)

일반적으로 표본화에는 영역 표본화와 스레쉬홀드 표본화가 있다. 영역 표본화는 서브-블록내에 이미 정해진 영역내에 있는, 일반적으로 고주파성분들을, 표본화하여 샘플의 결정 레벨이 결정되는 방식이다. 아날로그 데이터의 전송시에는 영역내에 있는 각 샘플들의 크기를 직접 전송하나, 디지털 데이터의 전송 방식에서는 데이터를 양자화시킨 후에, 2진 부호로 전송한다.

#### 2) 스레쉬홀드 표본화 (Threshold Sampling)

스레쉬홀드 표본화는 영역 표본화와는 달리 특정 레벨 이상의 값들만을 갖는 데이터를 양자화시킨 후에 부호화하는 방식이다. 중대한 샘플은 반드시 전송되어야 하기 때문에 스레쉬홀드 표본화는 디지털 통신에서 흔히 사용된다. 스레쉬홀드 표본화는 영역 표본화에서 무시될 수 있는 설정 영역 밖에 있는 비중이 큰 데이터를 보상해 주는 방식을 취할 수 있도록 알고리즘을 구성한다.

#### 3) 하이브리드 표본화 개념도



#### 4. 컴퓨터 시뮬레이션용 Flow Chart

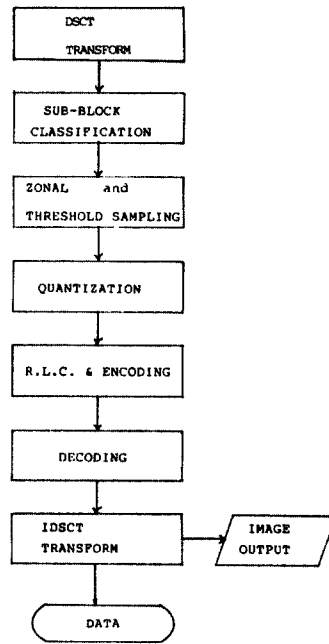
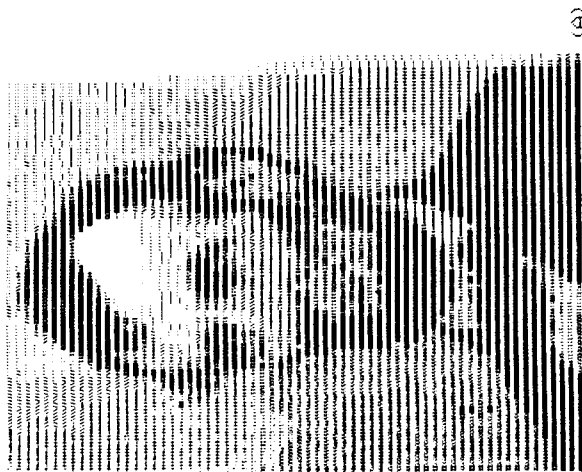
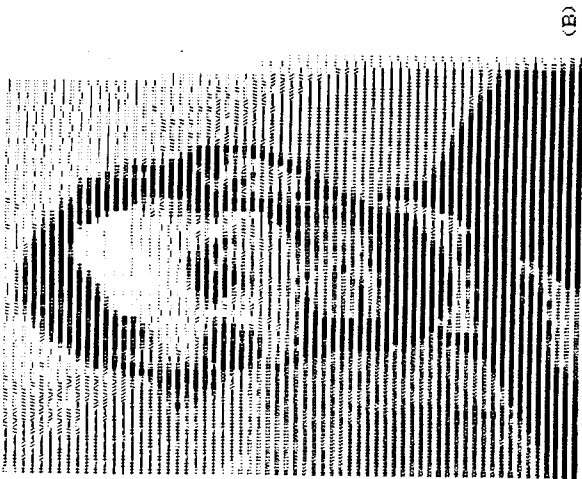


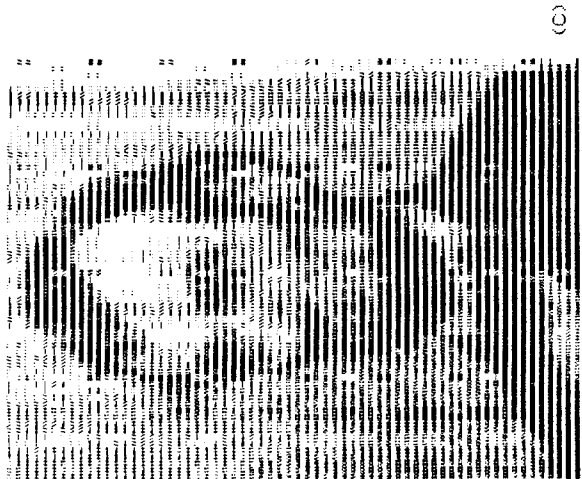
그림 2. 컴퓨터 시뮬레이션 Flow Chart



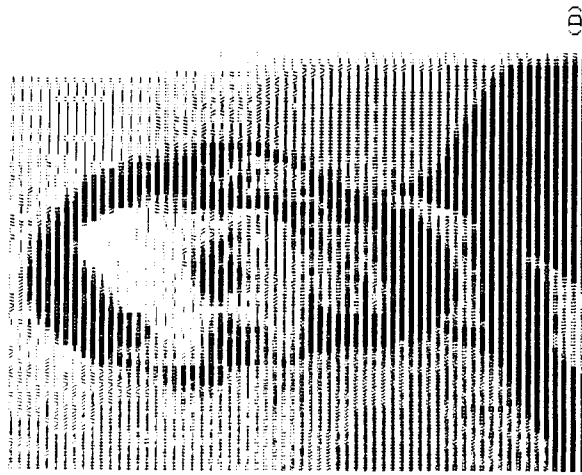
(A)



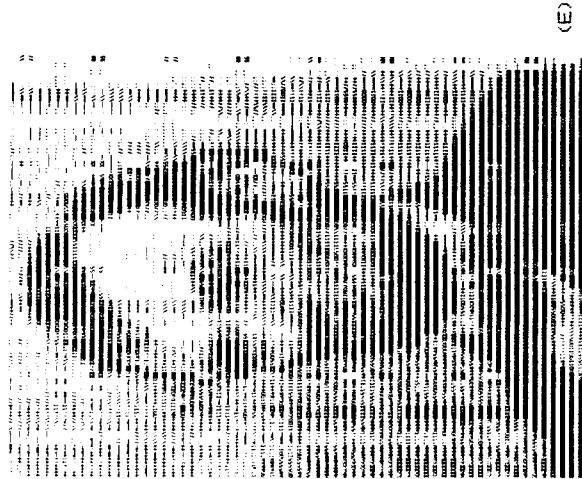
(B)



(C)



(D)



(E)

### 그림 3. 영상 처리된 Lincoln 과 원화

(A) 5 비트 그레이 레벨의 원화

(B) 1.1 비트 DsCT

(C) 1.1 비트 DCT

(D) 0.5 비트 DsCT

(E) 0.5 비트 DCT

### III. 결 론

본 논문에서는 이산 사인-코사인 변환에 대하여 연구하였다. 이산 사인-코사인에 의한 영상 코우딩은 두 변환 방식에 비하여 상당히 뛰어난 효율을 가짐을 발견할 수 있었다. 또한 표 1. 에 나타내는 바와 같이 코사인 변환에 비하여 계산량을 줄일 수 있어 처리 속도의 개선을 볼 수 있었다. 또한 변환 코우딩의 특징인 낮은 비트율에서 우수한 코우딩 성능을 보여 주었다.

N	# of Addition		# of Multiply	
	DCT	DSCT	DCT	DSCT
4	8	8	6	6
8	26	26	16	16
16	74	68	44	32
32	194	172	116	56

표 1: DCT 와 DSCT 에 요구되는 합과 곱의 계산량의 비교

### 참 고 문 헌

[1] P.Yip,K.R.Rao,"A Fast Computational Al-

gorithm for the Discrete Sine Transform",  
IEEE Trans.Commun.,Vol.COM-28,No.2,Feb.,  
1980

- [2] W.H.Chen,C.H.Harrison,S.C.Fralick,"A Fast Computational Algorithm for the D.C.T.",  
IEEE Trans.Commun.,Vol.COM-25,No.9,Sep.1977
- [3] W.H.Chen,C.H.Smith,"Adaptive Coding of Monochrome and Color Images",IEEE Trans.Commun.,Vol.COM-25,No.11,Nov.1977
- [4] K.N.Ngan,B.Sc,"Adaptive Transform Coding of Video Signals",IEE Proc.,Vol.129,Pt.F, No.1,Feb.1982
- [5] P.Yip,K.R.Rao,"On the Computation and the Effectiveness of Discrete Sine Transform",  
Comput.&Elect.Engng.,Vol.7,pp45-55,1980
- [6] P.A.Wintz,"Transform Image Coding",IEEE Proc.,Vol.60,N0.7,July,1972
- [7] W.K.Pratt,'Digital Image Processing',New York:Wiley,1978
- [8] N.Ahmed,K.R.Rao,'Orthogonal Transform for Digital Signal Processing',Springer-Verlag New York,1975