

적응 코사인 변환 영상 부호화

⁰지석상*, 이 훈*, 박준성*, 황재정**, 장시중***, 이문호***, 윤재우****

*전북대학교 전자공학과, **군산대학교 전파공학과, ***전북대학교 정보통신과,

****한국전자통신연구원

Tel: 0652-251-2413, Fax: 0652-270-2400

Adaptive Cosine Transform Image Coding

⁰Seok-Sang Chee*, Hoon Lee*, Jun-Sung Park*, Jae-Jung Hwang**,

Si-Chung Chang***, Moon-Ho Lee***, Jae-Woo Yun****

*Chonbuk National University, **Kunsan National University, ****ETRI

ABSTRACT

An adaptive block DCT coding scheme is implemented with the same average distortion designated for each block. In this paper, a new implementation of the Discrete Cosine Transform(DCT) for image is described. Practical system application is attained by maintaining a balance between complexity of implementation and performance.

ADCT sub-blocks are sorted into mean according to level of image activity, measured by mean within each sub-block. Excellent performance is demonstrated in terms of PSNR of original and reconstructed images.

1. 서론

21세기를 정보(Information)화 사회 또는 멀티미디어(Multimedia) 사회라 부르고, 과학기술은 컴퓨터, 생명공학기술의 발전에 의하여 급속한 변화를 이루고 있다. 다가오는 미래 사회에서는 정보와 연계된 쾌적한 삶의 질적 향상을 추구할 것이며, 멀티미디어 중에서 영상처리가 주요 기반이 될 것이다. 근래에 이르러 마이크로 프로세서나 반도체 메모리가 싼 가격에 보급됨에 따라 대형 컴퓨터 이외에는 할 수 없었던 영상처리를 개인용 컴퓨터에서도 할 수 있는 시대가 되었다. 다시 말해서 영상성(Visual), 현명성(Intelligent), 개인성(Personal)을 추

구하게 된다. 영상을 중심으로 보는 서비스, 풍부한 정보를 얻을 수 있는 현명한 서비스, 그리고 각 개인의 요구에 응답하는 개인 통신 서비스의 실현을 목표로 하고 있다.

지금까지 많은 연구들이 적응 DCT 부호화를 위해 이루어졌다.[1][2][3]

새로운 영상 부호화 알고리즘은 영상 데이터의 통계 위에 기초하며, 매우 효율적이다. 실제 시스템 실현에 대한 열쇠는 복잡성과 성능사이의 성공적인 절충을 성취하는 효율적인 부호화 설계에 있다. 이 논문은 고속 이산 코사인 변환을 이용한 새로운 영상 부호화 알고리즘을 제안한다. 각 활동(ac energy) 레벨내의 부호화 비트는 변환된 데이터의 분산 매트릭스에 따른 개개의 변환 성분에 할당된다.

고속 이산 코사인 변환은 높은 에너지의 간결함을 제공하고 실현의 단순함을 돕는다. 원영상과 복원된 영상사이의 PSNR은 성능 표준으로 사용된다. II장에서 코사인 변환이 설명되고, III장에서 코사인 변환의 통계적인 성질들이 재조명된다. IV장은 영상을 위한 DCT 영상 부호화의 세부 묘사를 포함한다. 영상의 모의 실현은 V장에서 표현되며, VI장에서 결론을 맺는다.

2. 코사인 변환

이산함수 $f(j)$, $j=0, 1, 2, \dots, N-1$ 의 1차원 코사인 변환은 (1)과 같이 정의된다.

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

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

여기서

$$c(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & u=0 \\ 1, & u=1, 2, \dots, N-1 \\ 0, & \text{elsewhere} \end{cases}$$

역변환은 다음과 같이 주어진다.

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

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

영상은 각 영역의 변화 정도에 따라 여러 가지 형태의 변환 계수 분포를 갖게 되는데 이들에 대해 효과적으로 전송 비트를 할당하기 전에 미리 그 영역의 특성을 조사하여 그 결과에 따라 적응적으로 비트를 할당하여 부호효율을 높일 수 있다.[4]

III. 코사인 변환의 통계적 특성

통계영상정보는 부호 효율을 높이는데 중요한 역할을 한다. 여기에서는 적응 코사인 변환 영상 부호화를 고안하는데 사용된 통계성질을 표현한다.

3.1 평균과 분산

앞에서 논의된 1차원 코사인 변환은 2차원으로 쉽게 확장된다. 영상 화소 $f(j, k)$ 는 평균 m 을 갖는 랜덤 프로세스라 가정하면, $E\{f(j, k)\}$ 는 m 으로 대체되고, 코사인 변환의 기대값은 다음과 같이 표현된다.

$$E\{F(u, v)\} = \frac{4mc(u)c(v)}{N^2} \cdot \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} \cos \frac{(2j+1)u\pi}{2N} \cdot \cos \frac{(2k+1)v\pi}{2N} \quad (3)$$

$$E\{F(0, 0)\} = 2m \quad (4a)$$

$$E\{F(u, v)\} = 0; \quad (u, v) \neq 0 \quad (4b)$$

앞서 언급한 평균으로 변환의 분산은 다음과 같이 계산된다.

$$\sigma^{2(0,0)} = E\{[F(0, 0)]^2\} - 4m^2 \quad (5a)$$

그리고

$$\sigma^{2(u,v)} = E\{[F(u, v)]\} = 0, \quad (u, v) \neq 0 \quad (5b)$$

3.2 확률 모델

확률 밀도 함수는 가우시안 밀도에 의해 근사적으로 모델링될 수 있다.

$$p(0,0)(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma(0,0)}} \cdot \exp \left\{ -\frac{(x-2m)^2}{2\sigma^2(0,0)} \right\} \quad (6a)$$

$$p(u,v)(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma(u,v)}} \cdot \exp \left\{ -\frac{x^2}{2\sigma^2(u,v)} \right\}, \quad (6b)$$

where $(u, v) \neq 0$

IV. 영상의 코사인 변환 적응 부호화

영상의 활동 레벨이 영상의 변화 영역 AC 에너지에 비례한다. AC 에너지는 세부 영상과 결합될 수 있고 변환영역에서 각 DC는 밝기 레벨을 결정하므로 제외된다.

모든 변환 서브-블록은 서브-블록내 AC 에너지 레벨에 대한 적은 비트와 높은 에너지 레벨에 따른 많은 비트를 할당함에 의해 제공된다. 이것은 단지 높은 활동 영역을 위한 좋은 품질 재구성을 제공할 뿐만 아니라 낮은 활동 영역을 위한 효율적인 부호화를 또한 성취한다.

적용성이 성공적이기 위하여 적응성의 지름은 영상대 이터로부터 통계적으로 중요한 파라미터를 그리기 위하여 충분히 커야한다.

작은 서브-블록에 있어서 부호화는 이러한 요구에 적합하고 또한 계산적으로 효율적이다. 시스템이 묘사되기 위하여, 전체 디지털화된 영상은 8×8 화소 서브-블록과 각 서브-블록에서의 실행된 2차원 ADCT로 분할된다. 영상을 위한 실험 결과에서 채널 에러없이 높은 질의 재구성을 보여준다. 각 서브-블록내의 변환 AC 에너지의 합은 첫 번째 계산되고 서브-블록의 활동 레벨 측정으로서 받아들여진다.[5][6][7][8].

4.1 변환 서브-블록 분류

ADCT가 실행된 후에 서브-블록은 활동 레벨(AC 에너지)에 의해 분류된다.

서브-블록 (m, l) 에서의 AC 에너지는 다음과 같이 정의 된다.

$$E_{m,l} = \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 [F_{m,l}(u,v)]^2 - [F_{m,l}(0,0)]^2 \quad (7)$$

for $m, l = 1, 2, \dots, M/8$

변환 서브-블록 분류는 전체 영상에 대하여 평균 부호율이 유지됨을 확실하게 하기 위하여 단순한 방법을 동등하게 제공한다. 분류 레벨의 수는 영상 크기, 영상 내의 활동 변화의 정도에 의존한다.

4.2 적용 부호화

이산 함수 $f(j, k)$ 의 2차원 코사인 변환은 (8)과 같이 정의 된다.

$$F(u, v) = \frac{4Q(u)Q(v)}{N^2} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} f(j, k) \cos \left[\frac{(2j+1)u\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2k+1)v\pi}{2N} \right] \quad (8)$$

여기서

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

$$Q(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & u=0 \\ 1, & u=1, 2, \dots, N-1 \end{cases}$$

역변환은 다음과 같이 주어진다.

$$F(u, v) = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} Q(u)Q(v)F(u, v) \cos \left[\frac{(2j+1)u\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2k+1)v\pi}{2N} \right] \quad (9)$$

여기서

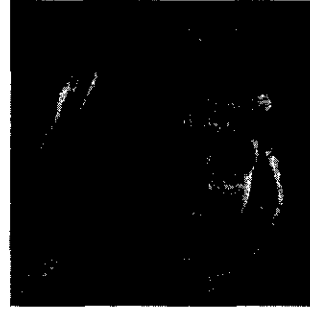
$$j, k = 0, 1, \dots, N-1$$

V. 실험 결과

연속된 컴퓨터 시뮬레이션을 코사인 변환 적용 부호화기의 실행을 계산하기 위하여 처리된다. 실험에 사용된 256 × 256 크기의 흑백 GIRL DAT영상을 그림1에 나타내었다. 실험결과를 비교하기 위해 원영상과 복원된 영상을 제시한다. 객관적인 평가 기준인 PSNR의 측면에서 매우 높은 화질(53dB 이상)을 보이고 있으며 주관적인 평가에서도 원영상과 다름없이 즉 주관 왜곡이 감지되지 않을 정도의 결과를 얻었다. 인간의 시각적인 특성과 부호화 효율을 동시에 고려하여 블록을 8×8단위로 총 64개의 화소로 구성되어 ADCT가 수행된다. ADCT 방법은 인간의 이러한 시각 특성을 이용하여 각 블록에 대한 평균에 관한 정보만 전송하고 비트 평면에 관한 정보는 전송하지 않으므로써 64:1의 높은 압축률을 얻을 수 있다.

결정된 부호화 모드에 따라 각 블록당 평균 비트율 8bit 256레벨의 데이터를 적용적으로 양자 부호화하여 전체적인 데이터량 및 화질이 복원된다. 영상은 256 ×

256표본 영상을 사용하였으며, 영상 데이터는 8×8 단위로 블록화되어 256레벨의 데이터를 처리한 후 8비트 균일 적응 양자 부호화 하였고, 휘도 성분의 변화가 많을 뿐만 아니라 완전한 GIRL.DAT영상을 그림1에 나타내었다.



(a) Original GIRL 영상



(b) 복원된 GIRL 영상
(PSNR = 53.62dB)

그림 1 복원된 GIRL Image.
Fig.1 Reconstructed GIRL image

VI. 결론

본 논문에서는 디지털 영상 통신의 전 단계로서 필수적인 영상 정보 기술에 대하여 설명하였다. 본 논문에서 제안한 새로운 부호화 기법의 활동 레벨에 의한 영상 서브-블록들의 분류는 변환 영역 요소를 위한 효율적인 부호화를 제공한다. 부호화에 있어서 활동은 특별한 영역에 대한 개별적인 코드 비트를 제공한다. 좀더 최적인 것은 파라미터의 반복에 의해 가능하다.

본 논문에서는 이산 코사인 변환의 새로운 영상 부호화 기법을 정지 영상신호에 적용하여 그 성능을 연구, 고찰하였다. 그림 1에서 보는 바와 같이 새로운 부호화 방식이 원래의 영상과 근사하게 복원됨을 알 수 있었다. 본 논문의 결과는 영상 부호, 정보 통신 및 컴퓨터 응용 분야에 많은 도움이 된 것으로 기대한다.

참고문헌

1. William A. Pearlman, "Adaptive Cosine Transform Image Coding with Constant Block Distortion," IEEE Trans. on Comm., Vol. 38, NO.5, May 1990.
2. Branka Vucetic, "An Adaptive Coding Scheme for Time-Varying Channels," IEEE Trans. on Comm., Vol.39, NO.5, May 1991.
3. Hirohisa Yamaguchi, "Adaptive DCT Coding of Video Signals," IEEE Trans. on Comm., Vol. 41, NO. 10, Oct. 1993.
4. W. H. Chen and C. H. Smith, "Adaptive Coding of Monochrome and Color Images," IEEE Trans. on Comm., Vol. COM-25, pp. 1285-1292, Nov. 1977.
5. Yao Wang, Qin-Fan Zhu and Leonard Shaw, "Maximal Smooth Image Recovery in Transform Coding," IEEE Trans. on Comm., Vol. 41, No. 10, Oct. 1993.
6. W. Chen, C. H. Smith and S. Fralick, " A Fast Computation Algorithm for the Discrete Cosine Transform," IEEE Trans. on Comm., Sept. 1997.
7. Fabio Bellifemine and Romualdo Picco, "Video Signal Coding with DCT and Vector Quantization." IEEE Trans. on Comm., Vol. 42, NO. 2/3/4. Feb./Mar./Apr. 1994.
8. Zhongshu Ji, Katsumi Tanaka and Shinzo Kitamura, "Block Permutation Coding of Images Using Cosine Transformation." IEEE Trans. on Comm., Vol. 43, pp. 2833-2846, Nov. 1995.