

삭제된 변환계수의 복원을 이용한 임의형태 영상영역 변환부호화

김희정, 김지홍*

부산외국어대학교 정보과학대학 컴퓨터공학과
* 동의대학교 공과대학 영화영상공학과

Transform Coding of Arbitrarily-Shaped Image Segments Using Recovery of Truncated Coefficients

Hee-Jung Kim, and Ji-Hong Kim*

Dept. of Computer Engineering, Pusan University of Foreign Studies
* Dept. of Film and Visual Engineering, Dongeui University

Abstract

A new transform coder for arbitrarily shaped image segments is proposed. In the encoder, a block-based DCT is applied to the resulting image block after shifting pixels within the image segment to block border and padding the mean value of the pixels to empty region. For reducing the transmission bit rate, the transform coefficients located in padded region are truncated and only the remaining transform coefficients are transmitted to the decoder. In the decoder, the transform coefficients truncated in the encoder are recovered using received transform coefficients and a block-based inverse DCT is performed.

I. 서 론

영상분할 과정을 통해 생성된 임의 형태의 영상 영역에 대한 부호화 방식은 입력 영상에 대한 영상 분할 과정을 통해 추출된 임의 형태의 물체에 적용되며, 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫번째 종류는 형태 적응 DCT 방식으로, 변환

블록에 포함되는 임의 형태의 영상 영역에 대해서만 DCT 를 실행하는 기법이다[1][2]. 이 방식에서는 영상 영역의 각 행 또는 열의 화소 수를 감안하여 다양한 크기의 1 차원 DCT 를 사용한다. 두번째 종류는 내삽 또는 외삽을 사용하여 영상 영역을 변환 블록 크기로 확장한 후 블록 DCT 를 실시하는 방식이다. 예를 들면 저역 통과 외삽법에서는 변환 블록 내의 비어 있는 부분을 영상 영역의 평균값을 이용하여 외삽한 후, 변환 블록 크기의 DCT 를 적용한다[3]. 이러한 두 종류의 방법은 각각의 장단점을 갖는다. 먼저 형태 적응 DCT 방법은 양자화를 고려하지 않을 경우 전송해야 할 변환 계수의 수가 영상 영역의 화소 수와 동일하다는 장점이 있는 반면, 변환 및 역변환 과정에서 다양한 크기의 변환이 요구되는 단점이 있다. 그리고 저역 통과 외삽법은 평균값의 외삽으로 인해 변환 계수 중 높은 주파수 성분값이 억제되고 또한 고정된 크기의 변환을 사용할 수 있는 반면, 전송해야 할 변환 계수의 수가 영상 영역의 화소 수보다 증가하는 단점이 있다.

본 논문에서는 외삽을 적용하여 고정된 크기의 DCT 를 수행하되, 변환 계수는 영상 영역의 화소 수만큼만 전송하는 새로운 방법을 제안하고, 이를 설계하고 구현한다.

본 논문의 2 장에서는 본 논문에서 제안된 새로운 임의 형태 영상 영역 부호화 기법에 대해 설명하며, 3 장에서는 설계된 회로의 구조와 동작 방식에 대해 기술한다. 4 장에서는 모의 실험 결과를 제시하며, 5 장의 결론으로 논문을 맺는다.

II. 변환 부호화 과정

2.1 순방향 DCT

2 차원 DCT 가 분리 가능하다는 특징을 이용하며, 수직 방향 1 차원 DCT 과정에서는 먼저 영상 영역을 구성하는 각 열의 화소들을 $N \times N$ 크기 변환 블록의 상단으로 이동시킨 후, 비어있는 위치에 해당 열의 화소 평균값을 외삽한다. 영상 영역이 변환 블록의 상단으로 이동되었을 때의 한 열을 벡터 \mathbf{f} 로 표기하고, 이 열의 영상 영역 화소 수를 n 으로 가정할 때, 화소 평균값 m 이 외삽된 벡터 \mathbf{f} 는

$$\mathbf{f} = [f(0) \cdots f(n-1) \ f(n) \cdots f(N-1)]^T \quad (1)$$

$$= [f(0) \cdots f(n-1) \ m \cdots m]^T$$

이다. 그리고 이에 대한 1 차원 DCT 변환 계수 \mathbf{F} 는

$$\mathbf{F} = \mathbf{G}\mathbf{f} \quad (2)$$

로 표기된다. 여기서 \mathbf{G} 는 $N \times N$ 크기의 1 차원 DCT 행렬을 나타낸다. 이상의 과정으로 각 열에 대한 1 차원 DCT 변환이 완료되면, 생성된 변환 계수들 중 화소 평균값이 외삽된 부분에 위치하는 변환 계수들을 삭제한다. 수평 방향 1 차원 DCT 과정은 수직 방향 1 차원 DCT 과정과 동일한 방식으로 수행된다.

2.2 역방향 DCT

순방향 DCT 과정에서 삭제된 변환 계수들의 복원 과정은 다음과 같다. 먼저 1 차원 역방향 DCT 과정은

$$\mathbf{f} = \mathbf{G}^{-1}\mathbf{F} \quad (3)$$

$$= \mathbf{H}\mathbf{F}$$

로 나타낼 수 있다. 이 식을 분해하면

$$\begin{bmatrix} \mathbf{f}_{\text{org}} \\ \mathbf{f}_{\text{pad}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{\text{LT}} & \mathbf{H}_{\text{RT}} \\ \mathbf{H}_{\text{LB}} & \mathbf{H}_{\text{RB}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{F}_{\text{rec}} \\ \mathbf{F}_{\text{del}} \end{bmatrix} \quad (4)$$

와 같이 표기할 수 있다. 여기서 \mathbf{f}_{org} 와 \mathbf{f}_{pad} 는 순방향 DCT 과정에서 변환 블록의 상단으로 이동된 한 열의 화소값들과 그 열의 화소 평균값을 원소로 갖는 부분 벡터들이다. 그리고 \mathbf{F}_{rec} 와 \mathbf{F}_{del} 은 복호화 기에 수신된 변환 계수들과 부호화기에서 삭제된 변환 계수값을 원소로 갖는 부분 벡터를 각각 의미한다. 따라서 부호화 과정에서 삭제된 변환 계수 \mathbf{F}_{del} 은

$$\mathbf{F}_{\text{del}} = \mathbf{H}_{\text{RB}}^{-1} [\mathbf{f}_{\text{pad}} - \mathbf{H}_{\text{LB}} \cdot \mathbf{F}_{\text{rec}}] \quad (5)$$

과 같다. 식 (5)에서 $\mathbf{H}_{\text{RB}}^{-1}$, \mathbf{H}_{LB} 와 \mathbf{F}_{rec} 는 알려진 값이므로, \mathbf{F}_{del} 을 구하기 위해서는 \mathbf{f}_{pad} 의 계산이 요구된다. 그런데 식 (1)로부터 \mathbf{f}_{pad} 를 구성하는 각 원소의 값은 열의 화소 평균값인 m 이므로, 이는 \mathbf{F}_{rec} 에 포함된 DC 성분 $F(0)$ 으로부터 계산될 수 있다. 즉

$$\mathbf{f}_{\text{pad}} = [f(n) \ f(n+1) \cdots f(N-2) \ f(N-1)]^T$$

$$= [m \ m \cdots m \ m]^T \quad (6)$$

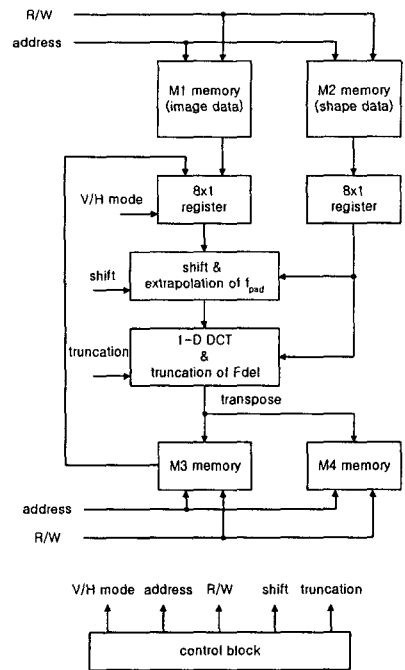
$$= \frac{1}{\sqrt{N}} [F(0) \ F(0) \cdots F(0) \ F(0)]^T$$

이다. 이상의 과정을 통해 복원된 변환 계수 \mathbf{F}_{del} 과 수신된 변환 계수 \mathbf{F}_{rec} 는 조합되어 식 (3)에 의해 역방향 DCT 변환을 수행하게 된다. 그리고 역방향 DCT 변환에 의해 생성된 열 벡터 \mathbf{f} 에서 부분 벡터 \mathbf{f}_{pad} 의 원소들은 영으로 삭제된다. 수평 방향 1 차원 역방향 DCT 과정도 이와 동일한 방식을 취한다.

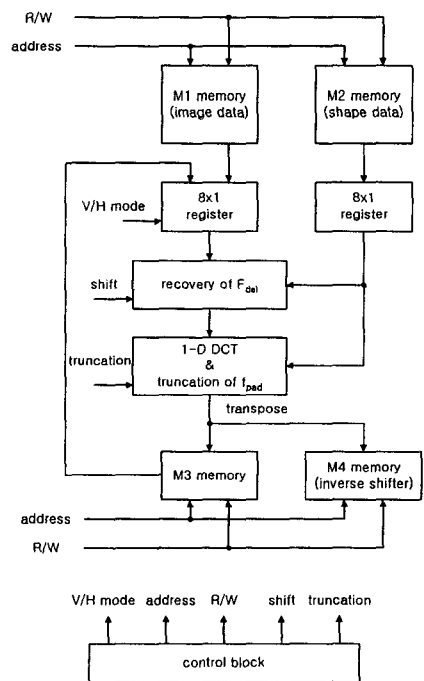
III. 회로 구현

그림 1 은 설계된 회로의 구성도로서, (a)는 순방향 DCT 를 위한 구성도이고, (b)는 역방향 DCT 를 위한 구성도이다. 그림 1 (a)에서 8×8

크기의 변환 블록은 메모리 M1에 저장되어 있으며, 메모리 M2에는 변환 블록에 대한 형태 정보가 저장되어 있다. 회로의 동작을 살펴보면, 순방향 DCT를 수행하기 위해 먼저 수직 방향의 8×1 영상데이터를 메모리 M1으로부터 읽은 다음, shift & extrapolation 회로 블록에서 변환 블록의 상단으로 화소 값을 이동시킨다. 그리고 비어있는 위치에 해당 열의 화소 평균값을 외삽한다. 그리고 1차원 DCT 변환을 수행한 후 변환 계수들 중 화소 평균값이 외삽된 부분에 위치하는 변환 계수들을 영의 값으로 삭제하고, 1차원 DCT가 수행된 8×1 화소 값을 메모리 M3에 저장한다. 데이터의 저장 시 8×1 데이터는 1×8 의 형태로 변환하여 저장한다. 이와 같은 과정은 8×8 변환 블록에 대하여 모두 실행된다. 수직 방향의 DCT가 완료되면 다시 수평 방향으로 1차원 DCT를 수행하는데 그 과정은 수평 방향 DCT와 동일하다. 수평 방향의 DCT 수행을 위해서 데이터는 메모리 M3로부터 읽어온다. 이때 메모리 M3에 저장된 데이터는 8×1 데이터를 1×8 데이터로 변환하여 저장을 하였으므로, 데이터를 읽어오는 방법은 수직 방향 DCT와 동일한 과정으로 진행하면 된다. 수직 및 수평 방향 1차원 DCT 변환에 의한 2차원 DCT 과정이 완료된 데이터는 메모리 M4에 저장된다. 역방향 DCT 과정에서는 8×8 크기의 변환 블록에서 8×1 영상을 읽은 다음, 수평 및 수직 방향의 순방향 DCT 과정에서 삭제된 변환 계수들에 대한 복원 과정이 선행된다. 그리고 역방향 DCT를 수행한 다음, 부호화기에서 인위적으로 외삽된 f_{pad} 를 0으로 삭제한다. 그리고 순방향 DCT와 마찬가지로 8×1 데이터는 1×8 데이터로 변환하여 M3 메모리에 저장한다. 이와 같은 과정은 8×8 데이터에 대해서 반복적으로 수행되며, 수직 방향의 DCT가 완료되면 동일하게 수평 방향의 DCT를 수행한다.



(a)



(b)

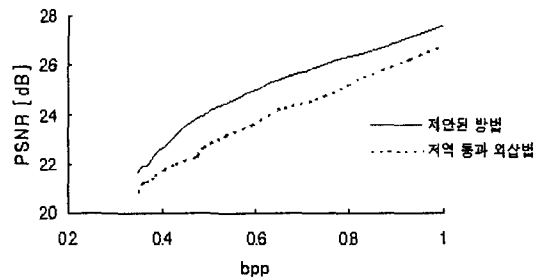
그림 1. DCT 수행을 위한 회로 구성도
(a) 순방향 DCT (b) 역방향 DCT

IV. 모의 실험

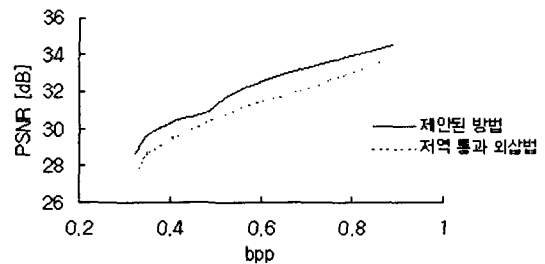
제안된 임의 형태 영상 영역 부호화 기법을 시험 영상들에 대해 모의 실험 하였다. “Girl”은 256×256 크기의 정지 영상이며, “Mother and Daughter”는 QCIF 크기로서 비디오 열 중의 한 프레임이다. 모의 실험에서는 제안된 방법의 성능을 저역 통과 외삽법과 비교하였다. 저역 통과 외삽법에 적용된 양자화 및 허프만 부호화는 제안된 방법에서와 동일하다. 그림 2는 영상 분할된 시험 영상에서 물체부의 가장자리에 걸쳐 있는 경계 블록들에 대해, 임의 형태 영상 영역 부호화 기법이 주로 적용되는 낮은 비트율에서의 모의 실험 결과를 나타낸다. 그림 2의 모의 실험 결과에 형태 정보를 전송하기 위해 소요되는 비트량은 포함되지 않았다. 그림 2에서 볼 때 제안된 방법은 대략 0.3 ~ 1 bpp의 범위에서 저역 통과 외삽법에 비해 약 1 dB 정도 성능이 향상됨을 알 수 있으며, 또한 본 논문에서 설계된 회로가 정상적으로 동작함을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 기존 형태 적응 DCT 방법과 저역 통과 외삽법이 갖는 장점들을 동시에 갖는 새로운 임의 형태 영상 영역 부호화 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 블록 크기로 고정된 DCT 변환을 사용할 수 있으며, 변환 계수의 수는 영상 영역의 화소 수와 동일하므로 전송 비트율에서 큰 이익을 가질 수 있는 장점이 있다. 그리고 제안된 기법을 VHDL을 이용하여 설계하고, 모의실험을 통해 회로가 정상적으로 동작함을 확인하였다.



(a)



(b)

그림 2. 모의 실험 결과 (a) girl (b) mother and daughter

참 고 문 헌

- [1] T. Sikora and B. Makai, "Shape-Adaptive DCT for Generic Coding of Video," IEEE Trans. on Circuits and Syst. on Video Tech., Vol. 5, No. 1, Feb. 1995
- [2] M. Bi, S. H. Ong, and Y. H. Ang, "Comment on Shape-Adaptive DCT for Generic Coding of Video," IEEE Trans. on Circuits and Syst. For Video Tech., Vol. 6, No. 6, Dec. 1996
- [3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Ad hoc group on MPEG-4 video VM editing, MPEG-4 Video Verification Model Version 5.0, Nov. 1996
- [4] 김영철, 정연모, 조중휘, 홍윤식, 디지털 시스템 설계를 위한 VHDL, 홍릉과학출판사, 1998.