

임의 형태 영상 영역 부호화 회로 설계

최진호, 김희정, 김지홍*

부산외국어대학교 정보과학대학 컴퓨터공학과
* 동의대학교 공과대학 영화영상공학과

Circuit Design for Arbitrarily-Shaped Image Segments Coding

Jin-Ho Choi, Hee-Jung Kim, and Ji-Hong Kim*

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

요 약

본 논문에서는 임의 형태 영상 영역에 대한 변환 부호화 회로를 설계하고 구현하여 동작을 확인한다. 설계된 회로는 순방향 변환 부호화 회로와 역방향 변환 부호화 회로로 구성된다. 순방향 변환 부호화 회로에서는 영상 영역을 구성하는 화소들을 변환 블록의 가장 자리로 이동시킨 후, 비어 있는 부분을 화소 평균값으로 외삽한다. 그리고 변환을 실행한 후 외삽된 부분의 변환 계수들을 삭제한다. 역방향 변환 부호화 회로에서는 먼저 삭제된 변환 계수들을 복원한 후에 역변환 과정을 수행하며, 역변환 계수들 중 복원된 부분의 계수들을 삭제한다. 모의 실험을 통해 본 논문에서 설계된 변환 부호화 회로가 특히 낮은 비트율에서 우수한 압축 성능을 갖는 것을 볼 수 있다.

1. 서 론

임의 형태 영상 영역 부호화 방식은 입력 영상에 대한 영상 분할 과정을 통해 추출된 임의 형태의 물체에 적용되며, 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫번째 종류는 형태 적응 DCT 방식으로서, 변환 블록에 포함되는 임의 형태의 영상 영역에 대해서만 DCT 를 실행하는 기법이다[1][2]. 두번째 종류는 내삽 또는 외삽을 사용하여 영상 영역을 변환 블록 크기로 확장한 후 블록 DCT 를 실시하는 방식이다.

본 논문에서는 최근 제안된 새로운 임의 형태 영상 영역 부호화 알고리즘을 설계하고 구현한다. 이 기법에서는 외삽을 적용하여 고정된 크기의 DCT 를 수행하되, 변환 계수는 영상 영역의 화소 수만큼만 전송하는 새로운 방식을 사용한다. 특히 복호화기로 전송된 변환 계수로부터 부호화기에서 외삽된

화소값을 계산할 수 있고, 따라서 전송되지 않고 삭제된 변환 계수들의 복원이 가능하다는 점을 이용한다.

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

2. 임의 형태 영상 영역 부호화

2.1 순방향 DCT 과정

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 f 로 표기하고, 이 열의 영상 영역 화소 수를 n 으로 가정할 때, 화소 평균값 m 이 외삽된 벡터 f 는

$$f = [f(0) \wedge f(n-1) f(n) \wedge f(N-1)]^T$$

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

이다. 그리고 이에 대한 1 차원 DCT 변환 계수 F 는

$$F = Gf \quad (2)$$

로 표기된다. 여기서 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 과정

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

$$f = G^{-1}F$$

$$= HF \quad (3)$$

로 나타낼 수 있다. 이 식을 분해하면

$$\begin{bmatrix} f_{org} \\ f_{pad} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{LT} & H_{RT} \\ H_{LB} & H_{RB} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{rec} \\ F_{del} \end{bmatrix} \quad (4)$$

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

$$F_{del} = H_{RB}^{-1} [f_{pad} - H_{LB} \cdot F_{rec}] \quad (5)$$

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

$$f_{pad} = [f(n) f(n+1) \wedge f(N-2) f(N-1)]^T$$

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

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

이다.

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

3. 회로 구현

회로는 VHDL 을 이용하여 설계되었으며, 설계틀은 synopsys 를 사용하였다. 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 M1 에 저장되어 있으며, 메모리 M2 에는 변환 블록에 대한 형태 정보가 저장되어 있다. 회로의 동작을 살펴보면, 순방향 DCT 를 수행하기 위해 먼저 수직 방향의 8×1 영상데이터를 메모리 M1 으로부터 읽은 다음, shift & extrapolation 회로 블록에서 변환 블록의 상단으로 화소 값을 이동시킨다. 그리고 비어있는 위치에 해당 열의 화소 평균값을 외삽한다. 그리고 1 차원 DCT 변환을 수행한 후 변환 계수들 중 화소 평균값이 외삽된 부분에 위치하는 변환 계수들을 영의 값으로 삭제하고, 1 차원 DCT 가 수행된 8×1 화소 값을 메모리 M3 에 저장한다. 데이터의 저장시 8×1 데이터는 그림 2 와 같이 1×8 의 형태로 변환하여 저장한다. 이와 같은 과정은 8×8 변환 블록에 대하여 모두 실행된다. 수직 방향의 DCT 가 완료되면 다시 수평 방향으로 1 차원 DCT 를 수행하는데 그 과정은 수평 방향 DCT 와 동일하다. 수평 방향의 DCT 수행을 위해서 데이터는 메모리 M3 로부터 읽어온다. 이때 메모리 M3 에 저장된 데이터는 그림 2 와 같이 8×1 데이터를 1×8 데이터로 변환하여 저장을 하였으므로, 데이터를 읽어오는

방법은 수직 방향 DCT 와 동일한 과정으로 진행하면 된다. 수직 및 수평 방향 1 차원 DCT 변환에 의한 2 차원 DCT 과정이 완료된 데이터는 메모리 M4 에 저장되어진다. 역방향 DCT 과정에서는 8x8 크기의 변환 블록에서 8x1 영상을 읽은 다음, 수평 및 수직 방향의 순방향 DCT 과정에서 삭제된 변환 계수들에 대한 복원 과정이 선행된다. 그리고 역방향 DCT 를 수행한 다음, 부호화기에서 인위적으로 외삽되어진 f_{pad} 를 0 으로 삭제한다. 그리고 순방향 DCT 와 마찬가지로 8x1 데이터는 1x8 데이터로 변환하여 M3 메모리에 저장한다. 이와 같은 과정은 8x8 데이터에 대해서 반복적으로 수행되어지며, 수직 방향의 DCT 가 완료되면 동일하게 수평 방향의 DCT 를 수행한다.

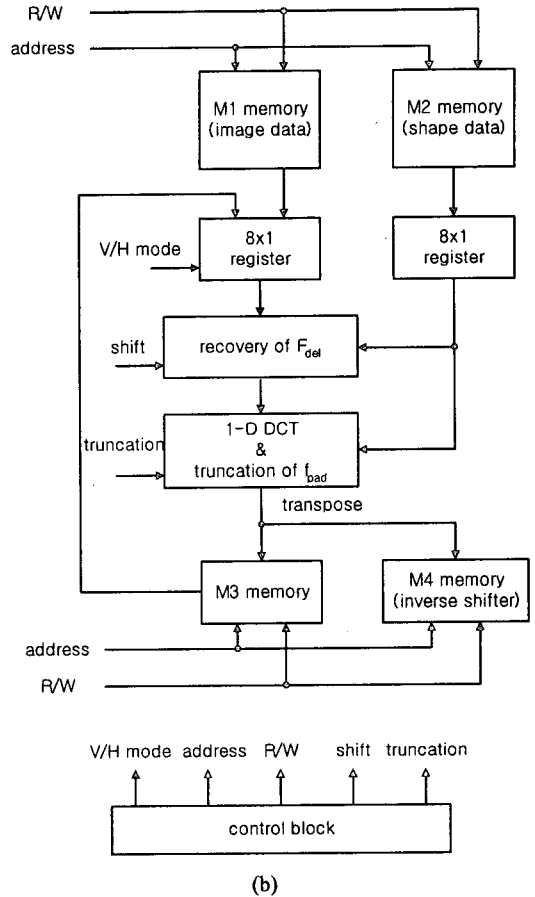
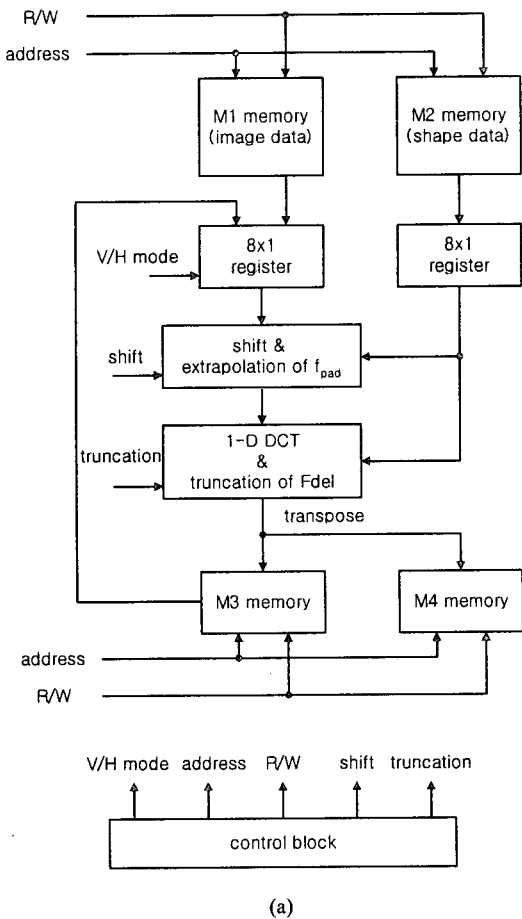


그림 1. DCT 수행을 위한 회로 구성도 (a) 순방향 DCT (b) 역방향 DCT

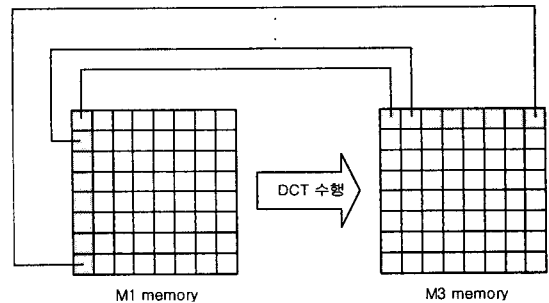


그림 2. 변환 블록 데이터의 Read/Write 관계

그림 3 은 순방향 DCT 회로를 모의 실험한 결과이다. 신호 v_mode 가 1 인 구간은 수직 DCT 를 수행하는

구간이고, 신호 h_mode 가 1 인 구간은 수평 DCT 를 수행하는 구간이다. v_mode 가 1 인 구간은 $address1$ 의 주소 값으로 변환 블록을 읽기 위해 메모리 M1 을 액세스하고, h_mode 가 1 인 구간은 $address4$ 의 주소 값으로 메모리 M3 를 액세스하여 변환 블록을 읽는다. 그리고 $data_image_out$ 은 메모리 M1 의 출력 값으로서 수직 방향 DCT 를 위한 데이터이다. 그리고 dct_data_out 은 수직 방향의 DCT 를 수행한 후에 수평방향의 DCT 수행을 위한 데이터 이다. 그리고 h_mode 가 1 인 구간의 $data_out$ 은 수직과 수평의 2 차원 DCT 수행이 완료된 출력 데이터이다.

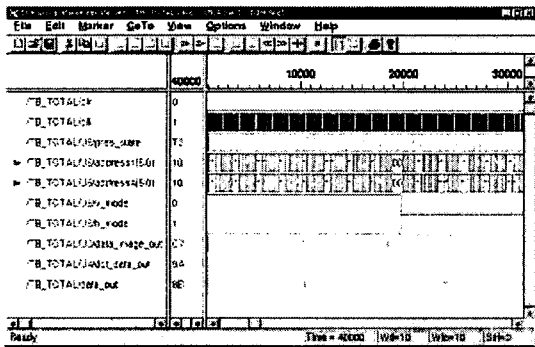


그림 3. 순방향 DCT 의 모의 실험 결과

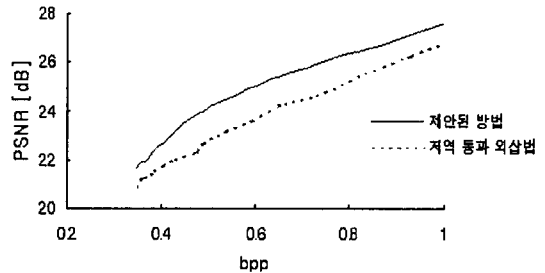
4. 모의 실험

본 논문에서 구현된 임의의 형태 영상 영역 부호화 회로를 시험 영상 “girl”과 “mother and daughter”에 대해 모의 실험한 결과를 그림 4 에 나타내었다. 이 그림에서 볼 때 구현된 회로는 대략 0.3 ~ 1 bpp 의 범위에서 저역 통과 외삽법에 비해 약 1 dB 정도 성능이 향상됨을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 설계된 회로가 정상적으로 동작함을 알 수 있다.

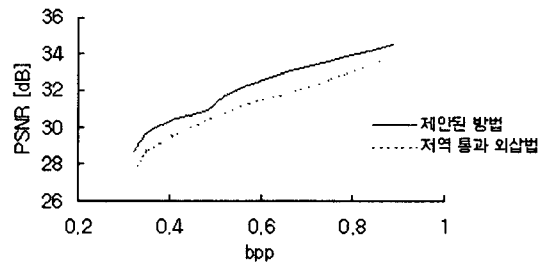
5. 결 론

본 논문에서 최근 제안된 임의의 형태 영상 영역에 대한 DCT 부호화 기법을 설계하고 구현하였다. 설계 시 하드웨어 기술 언어인 VHDL 을 이용하였으며, 설계 툴은 synopsys 를 사용하였다. 모의 실험을 통해

설계된 회로가 정상적으로 동작하여 임의의 형태 영상 영역 부호화가 효과적으로 실행됨을 볼 수 있었다.



(a)



(b)

그림 4. 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.
- [5] 조경순, 조중휘, VHDL 이론과 실습, 반도체설계교육센터, 1999.