

# 동영상 축소전환을 위한 IDCT기반 임베디드 시스템 구현

김영빈\* · 강희조\* · 윤호근\* · 류광렬\*

\*목원대학교, IT공학과

## The Embedded System Realization Based on the IDCT for the Moving Image Down Conversion

Young-Bin Kim\* · Jeau-Jo Kang\* · Ho-Kun Yoon\* · Kwang-Ryol Ryu\*

\*Mokwon University, Dept. of IT engineering

Email : ryol@mokwon.ac.kr

### 요 약

본 논문은 MPEG-2 동영상의 축소전환 시 IDCT기법을 이용한 임베디드 시스템 구현에 대한 연구이다. 일반적으로 압축된 MPEG-2 동영상의 축소전환은 입력 비트열을 완전 복호화한 후, 저대역 필터링과 서브 샘플링을 수행하는 것이다. 그러나 이 방법은 큰 메모리와 많은 계산량을 요구하는 단점이 있다. 최근 이러한 문제점을 해결하기 위해 DCT 영역에 축소 전환하는 방법이 제안되었다. 이 방법은 고해상도 프레임 메모리의 1/4만을 요구한다. 이는 완전히 축소된 영상이 프레임 메모리에 저장되기 때문이다. 그러나 이로 인한 필드 정보의 손실은 움직임 보상 단계에서 심각한 오차를 일으키며 영상 화질을 저하시킨다. 임베디드 시스템에서는 동영상의 화질을 유지하며 계산량이 적은 축소 변환 기법이 필요하다. 공간적인 영역에서 축소 변환 방법과 주파수 영역에서의 축소 변환 기법을 임베디드 시스템에 적용하였을 때 동영상의 프레임 속도에 대하여 비교하여 보았다. 주파수 영역에서 축소 변환을 수행하였을 때 평균 29 frame/sec로 주파수 영역에서의 변환 기법이 25% 우수하였다.

### ABSTRACT

This thesis is realization of embedded system that of MPEG-2 down conversion using IDCT. A method for down conversion of MPEG compressed video is to perform low-pass filtering and sub-sampling after full decompression. However, this method is need large memory and high computational complexity. Recent research has been focussed on the down conversion in the DCT domain. But DCT method is reduced image quality. The embedded system is require low complexity, and high speed algorithm. When applied to embedded system that down conversion method, DCT method is played average 29 frame per second, and better 25% than spatial-domain down conversion.

### 키워드

MPEG-2, IDCT, Embedded System

### 1. 서 론

입력이 높은 상관도를 갖는 가우스 마코프 (Gauss Markov) 신호로 모델링이 될 수 있을 때, 이산 코사인 변환(DCT)은 최적의 성능을 갖는 Karhunen Loeve 변환(KLT)에 근접하는 압축 성능

을 가지므로 대부분의 영상 및 MPEG, H.261등과 같은 동영상 압축 방법의 표준안에서 DCT가 사용되고 있다.[1-4] 또한 VLSI 기술의 급속한 발달과 함께 많은 멀티미디어 응용 분야에서 동영상의 축소, 필터링, 움직임 보상 등의 실시간 처리가 요구되고 있다. 그러나 동영상 데이터의 실시간 처리를

위해서는 두 가지 문제가 있다. 이는 동영상 압축 및 복원에 필요한 많은 계산량과 처리할 데이터의 높은 비트율이다. 이러한 문제들이 데이터를 완전히 복원한 후 이를 처리하는 기존 방법의 실시간 구현을 어렵게 한다. 그래서 최근에는 DCT영역에서 직접 모든 처리를 수행하거나, 상대적으로 중요도가 떨어지는 부분을 복원하지 않는 기법 개발을 위한 노력이 계속되어 왔다.

최근 들어 동영상의 축소 전환을 위한 연구가 많이 진행 되고 있다. 이는 적은 비용의 디지털 TV 나 기존의 NTSC 모니터에 영상을 디스플레이 하는 것에 이용할 수 있기 때문이다. 특히, 주파수 영역에서의 축소(FDD: Frequency-domain down conversion)에 관한 연구가 고해상도 비트율을 저해상도 영상으로 복호화 즉, 동영상 복호기에서 적은 계산량으로 영상 해상도의 변화를 시키는 것에 관한 연구가 지난 몇 년간 계속되어 왔다. 많은 연구자들이 공간 영역에서의 축소(SDD: Spatial-domain down conversion)보다 FDD에 더 많은 관심을 가지는 이유는 FDD의 모든 과정이 부분적인 복원 후 DCT 영역에서 직접 수행되기 때문이다. FDD기법은 8x8 DCT 블록안의 상위 왼쪽 4x4 DCT 계수에 대해 4x4 IDCT(Inverse discrete cosine transform)를 수행하는 것으로, 일반적으로 4x4 cut이라고 한다. 이 FDD 기법은 최소의 메모리와 계산량 만을 요구한다는 장점이 있지만 화질 측면에서 상당히 떨어지는 단점이 있다. 최근에 4x4 cut의 개념을 16x16 DCT 블록으로 확장한 주파수 합성(frequency synthesis)이라는 새로운 기법이 개발되었다. 이 방법은 4x4 cut 보다 좋은 성능을 보이지만 16x16 DCT 블록의 합성을 위해 요구되는 계산량은 일반적인 복호기에 상당한 부담이 된다. 이 기법은 움직임 보상을 위해 프레임 메모리에 완전히 줄어든 영상이 저장되기 때문에 필드 정보의 손실로 움직임 보상 시 심각한 오차를 발생시킨다. 이 문제는 1/4화소 단위의 움직임 보상보다 좀 더 복잡한 방법에 의해 어느정도 해결이 가능하다 그러나 많은 계산량이 요구되며 복원 영상의 화질 전하는 여전히 심각하다. 변형된 IDCT 커널을 이용한 방법은 프레임 메모리의 크기가 두 배로 증가하지만, 상당히 좋은 화질과 계산량의 감소라는 장점이 있다.[5,6]

디지털 멀티미디어의 발달과 통신 기술의 발달로 동영상 플레이에 대해서도 이동성과 휴대성에 대한 요구가 점차 증가되고 있다. 이러한 요구에 대해 임베디드 시스템에서 동영상 실현이 필수가 되었다. 휴대형 시스템의 성능은 일반 고정된 장치에서와 달리 시스템의 사양이 체계화 되어 있고 디스플레이 장치도 일반 모니터와 비교하여 다르다. 고해상도의 영상을 축소하여 디스플레이 할 필요가 있다. 따라서, 임베디드 시스템에서 고해상도의 영상을 축소 변환하여 구현하여 보도록 한다.

## II. 축소전환기법과 시스템구현

### 3-1. 동영상축소 기법

동영상의 축소 변환방법에서 SDD에서 축소보다 FDD에서의 축소에 더 관심을 많이 갖게 되는데 이유는 FDD의 모든 과정이 부분적인 복원후 DCT 영역에서 직접 수행되기 때문이다. 그림1과 그림2에서 알 수 있듯이, FDD가 복호화 단계에서 적용되기 때문에 프레임 메모리의 크기가 줄어든다. 그림1은 SDD에서 영상축소를 수행하는 고해상도 복호기를 나타내며, 그림2는 DCT 영역에서 영상 축소를 수행하는 저해상도 복호기를 나타낸다. 움직임 보상은 고해상도 부호기로부터 전송된 움직임 벡터를 이용하여 저해상도 참조 프레임으로부터 이루어진다. 따라서, 움직임 보상은 동영상 축소 전환에서 중요한 관심의 대상이며, FDD를 위한 필드와 관련하여 움직임 보상법이 개발되었으나 여기에서는 간단한 1/4 화소 단위의 움직임 보상을 이용한다. 그림3은 변형된 4-IDCT 의 흐름도이다. 이 방법은 수평방향에 대해서는 FDD, 수직방향에 대해서는 SDD를 수행한다. 이 구조는 정확한 움직임 보상을 위해 필드 정보를 보존하였기 때문에 기존의 방법에 비해 2배의 프레임 메모리를 요구한다.

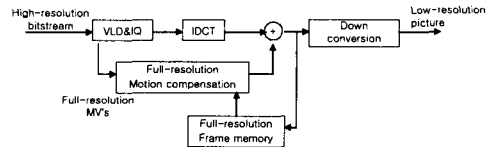


그림 1. DCT 고해상도 복호기

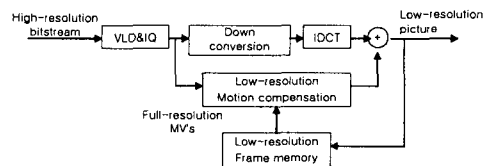


그림 2. 저해상도 복호기

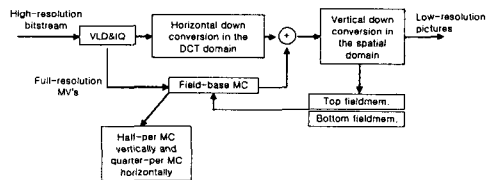


그림 3. 변형된 4-IDCT

### 3-2. 변형된 4-IDCT 커널

변형된 4-IDCT 커널은 수평 방향의 영상 축소를 위해 공간영역에서 수직 방향의 1/2 축소를 수행한다. 새로운 커널은 조날 마스크에 의한 저대역 필터링과 서브 샘플링을 연속으로 수행함으로써

어진다. 우선  $\{v(k)|0 \leq k \leq 7\}$ 를 입력된 DCT 블록이라 하자. 여기에 조날 마스킹과 8-IDCT를 연속으로 적용하면 식 (1)과 같이  $\{u(m)|0 \leq m \leq 7\}$ 가 유도된다.

$$u(m) = \sum_{k=0}^3 v(k) C_8^{k(2m+1)} \quad (1)$$

식(1)에서  $C_8^{k(2m+1)}$ 는 8-IDCT 커널을 나타내며 다음과 같이 정의된다.

$$C_8^{k(2m+1)} = \alpha(k) \cos \frac{\pi(2m+1)}{16} k \quad (2)$$

여기에서  $\alpha(0) = \sqrt{\frac{1}{8}}, \quad \alpha(k) = \sqrt{\frac{1}{4}}$ ,

$1 \leq k \leq 7$  마지막으로  $\{u(m)|0 \leq m \leq 7\}$ 에서 짝수 번째에 위치한 화소를 서브 샘플링을 함으로써 줄여진 블록  $\{\tilde{u}(m')|0 \leq m' \leq 3\}$ 이 얻어지며 이는 식 (3)과 같이 표현된다.

$$\tilde{u}(m') = \sum_{k=0}^3 v(k) C_8^{k(4m'+1)} \quad (3)$$

식 (3)에서 변형된 4-IDCT 커널  $C_8^{k(4m'+1)}$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$C_8^{k(4m'+1)} = \alpha(k) \cos \frac{\pi(4m'+1)}{16} k,$$

$$0 \leq k, m' \leq 3 \quad (4)$$

### 3-3. 임베디드 시스템의 구성

그림4는 동영상 데이터와 동영상 데이터 축소전환 처리를 위한 시스템의 블록도 이다. 동영상 데이터는 HDD에서 입력되어 MTC(Memory traffic controller)를 거쳐 메모리에 적재된다. ARM 프로세서에서는 시스템 컨트롤을 위한 어플리케이션이 수행되고, DSP 코아에서는 메모리에 적재된 MPEG-2 영상을 입력받아 선택된 축소 변환 알고리즘을 적용하여 영상에 대하여 축소 변환 처리를 수행한다. 변환된 영상 데이터는 NTSC/PAL 디코더를 거쳐 모니터에 전송된다.

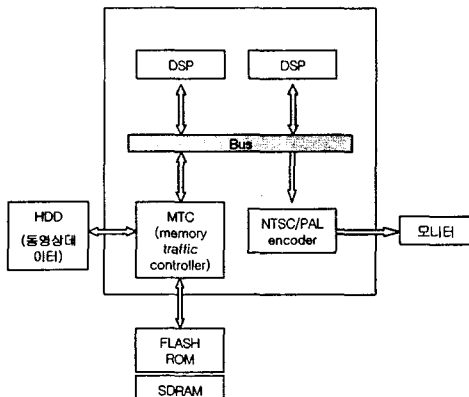


그림 4. 시스템 블록도

### III. 실험 및 고찰

실험에는 car, football, cheerleader 3개의 CCIR 601영상(720x480) 이용하였다. 입력 영상은 HDD에 저장하여 사용하였고, 먼저 SDD 방법을 다음으로 FDD 방법을 적용하여 실험 영상에 대하여 축소 변환을 수행하였고, 변환된 영상은 CIF형식 4:2:2의 720x360 비디오 신호로 다시 변환 출력을 하였다. 영상의 출력 장치로는 일반 14인치 CRT 모니터를 사용하였다. 비디오 영상의 20회 디스플레이 하였을 때 처리속도를 측정하였다. 처리되는 영상 프레임의 성능은 시스템의 영상 처리 알고리즘, 처리 데이터와 밀접하게 영향을 받는다. 영상 디스플레이 속도는 22~30f/s으로 영상축소방법에 따른 결과를 표1에 보이고 있다. 그림5는 시험에 사용된 구현 시스템을 보이고 있다.

표 1. 영상의 디스플레이 속도

	SDD	C-IDCT	4-IDCT
car	22	29	27
football	22	29	28
cheerleader	23	30	27



그림 5. 구현된 임베디드 시스템

### IV. 결 론

본 연구에서는 MPEG2 영상을 저해상도의 영상으로 축소 변환하여 디스플레이하기 위한 임베디드 시스템을 구현하였다. 영상의 축소 변환 과정에서 공간 영역적인 방법과 주파수 영역적인 방법을 적용하여 보았고, 공간적인 영역에서의 축소 방법은 주파수 영역에서의 방법에 비하여 축소 처리 과정이 나누어져 있고, 계산량이 많아 동영상 플레이어의 성능이 떨어졌다. 그리고 변형된 IDCT를 이용한 방법은 공간적인 축소 변환 방법보다는 계산량

이 줄어드나 화질면에서의 보완이 이뤄져 일반적인 IDCT 방법에 비하여 시스템의 메모리 자원이 더 소요되었다. 임베디드 시스템에 적합한 축소 변환방법은 시스템의 자원을 적게 점유하며 계산이 간단한 방법이 적합하나 이 경우 화질이 떨어질 수 있다. 공간 영역적 변환 보다는 IDCT 변환법이 화질의 차이에서도 두드러지지 않고 동영상 디스플레이의 프레임도 평균 25~30 정도 실현되었다.

### 참고문헌

- [1] MPEG-2 IS. Video Recommendation ITU-T H.262, ISO/IEC 13818-2, Jan. 20, 1995
- [2] CCITT Study group XV, Draft revision of recommendation H.261-video codec for audio visual services at px64 kbps, Temporary Document 5-E, July 1990
- [3] A. Vetro, J. Bao, H. Sun, and T. Poon, "Frequency domain down conversion of HDTV using adaptive motion compensation", IEEE Proc. ICIP, Santa Barbara, CA, 1997.
- [4] Anil K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing" Prentice-Hall, 1989
- [5] Vasudev Bhaskaran, Konstantinos Konstantinides, "Image and Video Compression Standards/Algorithms and Architectures/2nd Edition", Kluwer Academic Publishers, 1997,
- [6] 김명준, 송병철, 장성규, 나종범, "변형된 IDCT 기저 함수를 이용한 효율적인 동영상 축소 전환 기법", 한국통신학회논문지, 제24권/11B호, pp.2147-2153