

논문-05-10-3-15

## 압축영역에서 빠른 축소 영상 추출을 위한 다중부호 룩업테이블 설계

윤 자 천<sup>a)\*</sup>, 설 상 훈<sup>a)</sup>

### Design of Multiple-symbol Lookup Table for Fast Thumbnail Generation in Compressed Domain

Ja-Cheon Yoon<sup>a)\*</sup> and Sanghoon Sull<sup>a)</sup>

#### 요 약

최근 고화질 디지털 방송(HDTV: High Definition Television)이 일반화됨에 따라 보다 다양한 서비스에플리케이션이 개발되고 있으며, 이를 위한 빠른 동영상 처리 기술들이 요구되고 있다. 특히 HDTV 방송 프로그램에서 축소 영상을 포함한 동영상 요약 기술 및 축소 영상을 이용한 실시간 장면 전환 검출 기술 등은 빠른 축소 영상 처리 기술을 요구하고 있다. 축소 영상 추출을 위한 기술로 가장 대표적인 방법은 DC 영상 추출 방법이 있다. 본 논문에서는 MPEG-2로 압축된 동영상으로부터 DC 영상을 고속으로 추출하기 위한 방법을 제안한다. 제안한 방법은 프레임 DCT 부호화 및 필드 DCT 부호화로 부호화된 블록에서 효율적으로 DC 영상을 추출하는 방법과, 가변장 부호화로 부호화된 DCT 계수 중 DC 영상 구성에 쓰이지 않는 DCT 계수들을 빠르게 분석할 수 있도록 다중부호 룩업테이블(multiple-symbol lookup table: mLUT)을 구성하는 방법이다. 제안한 방법에 의해서 기존 룩업테이블 참조횟수를 50% 줄일 수 있었다.

#### Abstract

As the population of HDTV is growing, among many useful features of modern set top boxes (STBs) or digital video recorders (DVRs), video browsing, visual bookmark, and picture-in-picture capabilities are very frequently required. These features typically employ reduced-size versions of video frames, or thumbnail images. Most thumbnail generation approaches generate DC images directly from a compressed video stream. A discrete cosine transform (DCT) coefficient for which the frequency is zero in both dimensions in a compressed block is called a DC coefficient and is simply used to construct a DC image. If a block has been encoded with field DCT, a few AC coefficients are needed to generate the DC image in addition to a DC coefficient. However, the bit length of a codeword coded with variable length coding (VLC) cannot be determined until the previous VLC codeword has been decoded, thus it is required that all codewords should be fully decoded regardless of their necessary for DC image generation. In this paper, we propose a method especially for fast DC image generation from an I-frame using multiple-symbol lookup table (mLUT). The experimental results show that the method using the mLUT improves the performance greatly by reducing LUT count by 50%.

Keywords : LUT, DCT, MPEG, Decoder, Thumbnail

a) 고려대학교 전자컴퓨터공학과

Dept. of Electronics and Computer Engineering, Korea University

## I. 서론

디지털 방송이 보급되면서 이에 따른 수신기(STB: set-top box)와 디지털 저장장치(DVR: digital video recorder)의 수요가 늘고 있으며, 또한 디지털 방송의 특성으로 인한 다양한 부가 서비스 및 사용자 편의성을 위한 기능이 점점 확대되고 있다. 이러한 다양한 서비스 및 편의성을 제공하기 위해서는 시각정보를 포함한 동영상 요약 기술 또는 색인을 위한 장면전환 검출 기술 등이 필요하다. 이러한 장면 전환 검출 등과 같은 동영상 영상 처리 기술은 계산 양을 줄이기 위하여 원 영상 대신 원 영상의 특성을 대부분 포함하고 있는 축소 영상을 주로 사용하고 있다<sup>[1]</sup>. 특히, 최근에는 고화질 방송(HDTV: high definition TV) 프로그램이 늘어나면서 빠른 축소 영상 추출 기술이 더욱더 필요시 되고 있다<sup>[1-3]</sup>.

디지털 방송에서 사용하는 주된 압축 방식은 블록 단위의 DCT 부호화를 기반으로 하고 있는 MPEG-2 표준 방식이다. 블록 단위의 DCT 부호화로 부호화된 동영상에서 축소 영상을 추출하는 방법은 일반적으로 DCT 부호화와 같은 복잡한 연산 양을 줄이기 위하여 DCT 영역에서 직접 처리하는 방법인 DC 영상 추출 방법을 주로 사용한다. DC 영상은 영상의 영역을  $8 \times 8$  블록 단위 나누어 처리하는 DCT 부호화에서 수평 및 수직 주파수가 영인 지점의 계수, 즉 DC 계수 값으로 이루어지는 영상으로서 MPEG-1의 I-프레임의 경우는 그 값을 얻기가 매우 수월하다. [1]에서는 I-프레임 및 P 와 B 프레임에서 DC 영상을 추출하고 장면 전환을 검출하는 방법을 소개하고 있으며, [4]에서는 인터레이스 모드를 지원하는 MPEG-2에서 DC 영상을 추출하기 위한 방법을 제안하고 있다. 인터레이스 모드를 지원하는 압축영상에 대해서는 DC 영상을 얻기 위하여 추가적인 AC 계수들이 필요하며, 특히 [4]에서는 1개의 DC 계수와 2개의 AC 계수(DC+2AC)를 사용하여 필드 부호화 매크로블록(field-coded macroblock)에서 프레임 부호화 매크로블록(frame-coded macroblock)에 대한 근사 DC 값을 구하는 방법을 제안하였다.

그러나, DCT 계수들은 가변장 부호화(variable length coding, VLC)로 부호화되어 있고, 가변장 부호의 특성상

앞선 부호가 완전히 복호될 때까지 다음 부호를 복호할 수 없는 단점이 있기 때문에 필요한 DCT 계수만을 취하는 것은 쉬운 일이 아니다. 즉, 블록의 DC 계수와 필요한 만큼의 AC계수를 참조하기 위해서는 결국 블록에 있는 모든 계수의 가변장 부호에 대해서 가변장 복호화(variable length decoding, VLD)를 수행하여야 한다. 가변장 복호화를 빠르게 수행하기 위해서 [5]에서는 가변장 부호를 병렬로 복호화하는 H/W 구성 방법을 제안하였다. 그러나 DC 영상 구성은 몇 개의 DCT 계수만을 필요로 하는 반면, 이 방법은 모든 가변장 부호를 복호화하도록 제안되어 있어 개선의 여지가 남아 있다.

본 논문은 필드 부호화 매크로블록에서 DC 계수 및 AC 계수 각각 하나만을 사용하여 프레임 부호화 매크로블록에 대한 근사 DC 값을 구하는 효율적인 DC 영상 추출 방법과 가변장 부호화로 부호화된 DCT 계수 중 DC 영상 구성에 사용되지 않는 DCT 계수들을 빠르게 분석할 수 있도록 다중부호 룩업테이블(multiple-symbol lookup table: mLUT)을 구성하는 방법을 보인다. 논문에서는 P나 B 픽처에 대한 앵커로서 DC 영상 구성에서 중요한 역할을 하는 I 픽처를 대상으로 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 프레임 및 필드 DCT로 부호화된 I 픽처에서 DC 영상을 추출하는 효율적 방법에 관하여 설명하고, 3장에서는 가변장 부호를 빠르게 분석하기 위한 다중 부호 룩업테이블 구성 및 활용 예를 기술한다. 본 논문에서 제안된 방법과 기존 방법에 의한 DC 영상 추출에 관한 비교 실험결과를 제 4장에서 보이고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 프레임/필드 DCT로 부호화된 I 픽처에서 DC 영상 추출

MPEG-2는 방송 프로그램을 위하여 인터레이스(interlace)모드를 지원한다. 따라서 각 매크로블록은 프레임 DCT 부호화(frame DCT coding)방식과 필드 DCT 부호화(field DCT coding)방식으로 부호화 될 수 있다. 그림 1은 부호화된 deinterlaced 매크로블록에 대한 프레임 DCT

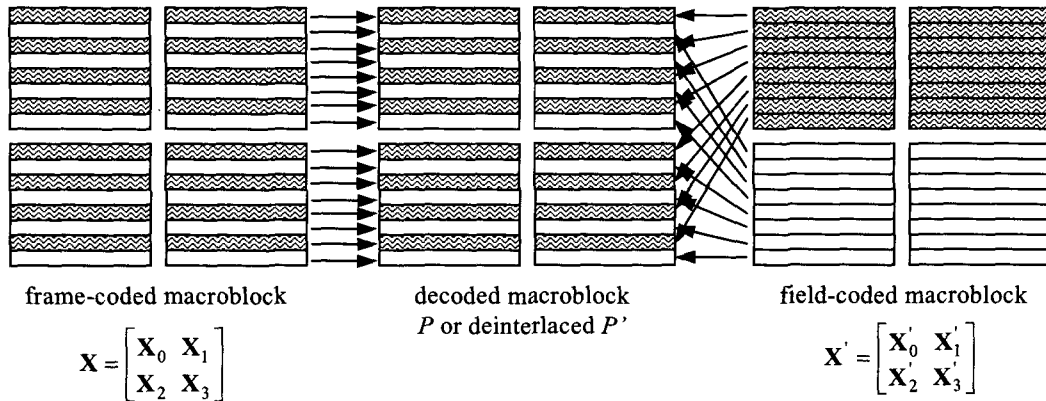


그림 1. 프레임/필드 부호화 매크로블록과 복호화된 deinterlaced 매크로블록  
 Fig. 1. Frame/field coded macroblock and deinterlaced decoded macroblock

부호화와 필드 DCT 부호화 간의 관계를 보인 것이다. 프레임 DCT 부호화로 부호화 된 매크로블록  $X$ 에 대한 DC 영상 추출은 그 매크로블록을 구성하는 4개의  $8 \times 8$  블록( $X_i, 0 \leq i \leq 3$ )에서 DC 계수를 얻는 것으로 간단히 설명될 수 있다. 반면, 필드 DCT 부호화(field DCT coding)로 부호화된 매크로 블록  $X'$ 에서 DC 영상을 추출하기 위해서는 원 영상에 해당하는 각 블록의 DC 값을 얻기 위하여 deinterlacing 과정을 포함해야 한다. [4]에서는 필드 DCT 부호화를 고려한 DC 영상 추출 시, 필요한 연산 양을 줄이기 위하여  $DC+2AC$  블록 (DCT블록에서 DC 계수와  $AC_{1,0}, AC_{0,1}$  계수를 제외한 모든 계수를 0으로 하는 블록)을 이용하는 방법을 제안하였고, [2]에서는 top 필드 블록과 bottom 필드 블록의 2가지 유형 중 한가지 유형만을 사용하는 방법을 소개 하였다. 본 논문에서는 I-픽처(I-프레임)에서 보다 빠른 DC 영상 추출을 위하여 하나의 AC 계수와 한 가지 유형의 필드 블록을 사용하는 방법을 보인다. 즉, DC 영상 추출 시, 프레임 부호화 매크로블록에서는 각 블록의 DC 계수 한 개, 총 4개의 DC 계수들만을 사용함으로써 그 처리 속도를 높임과 동시에, 필드 부호화 매크로블록에 대해서도 4개의 DCT 계수 즉, 두 top 필드 (또는 bottom 필드) 블록에서 취한 DC 계수 두 개와  $AC_{1,0}$  계수 두 개만을 사용함으로써 그 처리 속도를 높일 수 있다.

프레임 DCT 부호화로 부호화된  $8 \times 8$  블록  $X_i$ 에 대한 공간 영역에서의 블록을  $P_i$ 라 하고 이를 수직 및 수평 성분에

대해서 그 해상도를 8배로 축소한  $1 \times 1$  블록을  $R_i$ 라 하자. 그러면, 공간 영역에서의  $8 \times 8$  블록  $P_i(0 \leq i \leq 3)$ 에 대한 평균 값을 갖게 되는 축소된 블록  $R_i$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$R_i = \frac{1}{64} V_F P_i H_F = \frac{1}{64} V_F C^t X_i C H_F. \quad (1)$$

식 (1)에서,  $V_F = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$ ,  $H_F = V_F^t$ , 그리고  $C$ 는 8-point DCT 행렬이다. 이제 top 필드 블록  $X'_i$ 에 대한 공간영역에서의  $8 \times 8$  블록을  $P'_i$ 라고 하고,  $P'_i$ 를 세로 및 가로 방향으로 각각 4배와 8배의 해상도로 줄인  $2 \times 1$  블록을  $R'_i$ 라 하자. 그러면 축소된 블록  $R'_i(0 \leq i \leq 1)$ 의 각 요소 값은 공간 영역에서의 두  $8 \times 8$  블록  $P'_i$ 와  $P'_{2+i}$ 에 대한 근사된 평균값을 나타내며 다음 수식으로 표현된다.

$$R'_i = \frac{1}{32} V_T P'_i H_F = \frac{1}{32} V_T C^t X'_i C H_F. \quad (2)$$

식 (2)에서,  $V_T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ ,  $H_F$ 는 식 (1)과 같은 행렬이며,  $C$ 는 8-point DCT 행렬이다. 어떤 블록  $A$ 에서  $i$ 와  $j$ 가 0이 아닌  $i$ 행  $j$ 열에 위치한 AC 계수를  $(A)_{ij}$ 로 기술하고 DC 계수를  $(A)_{00}$ 로 기술하면, 필

$$\begin{bmatrix} (\widehat{X}_0)_{00} & (\widehat{X}_1)_{00} \\ (\widehat{X}_2)_{00} & (\widehat{X}_3)_{00} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (X_0)_{00} + 0.906(X_0)_{10} & (X_1)_{00} + 0.906(X_1)_{10} \\ (X_0)_{00} - 0.906(X_0)_{10} & (X_1)_{00} - 0.906(X_1)_{10} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

드 부호화 매크로블록으로부터 식 (1)과 식 (2)에 의해 다음 식 (3)과 같이 근사된 프레임 부호화 매크로블록의 DC 계수들  $((\widehat{X}_0)_{00}, (\widehat{X}_1)_{00}, (\widehat{X}_2)_{00}, (\widehat{X}_3)_{00})$ 을 필드 부호화 매크로블록으로부터 근사할 수 있다.

### III. 다중부호 룩업테이블 구성 및 빠른 DC 영상 추출 방법

이번 장에서는 다중부호 룩업테이블(multiple-symbol lookup table: mLUT)을 구성하는 방법과 그를 이용한 빠른 DC 영상 추출 방법에 대해서 설명한다. 일반적으로 MPEG-2 복호화를 위한 소프트웨어는 가변장 부호에 대한 룩업테이블을 갖고 있어 가변장 복호화(variable length decoding)시에 그 가변장 부호의 값과 길이를 참조함으로써 가변장 부호의 복호화 속도를 높이는 방법을 취하고 있다. 예를 들어, MPEG 소프트웨어 그룹으로 잘 알려진 MPEG Software Simulation Group (MSSG)에서 사용하는 MPEG-2 복호화 소프트웨어에도 DCT 계수 테이블들을 위한 룩업테이블들을 구성할 때, 표준에 정의된 해당 가변장 부호의 런(run) 값과 레벨(level) 값 외에도 그 가변장 부호의 길이(length)값을 추가로 넣어 복호화 속도를 높이고 있다. 반면 본 논문에서는 DC 영상 구성에 사용되지 않는 DCT 계수들을 빠르게 분석하기 위하여 한번에 여러 가변장 부호의 길이를 참조할 수 있도록 다중부호를 위한 룩업테이블을 구성하고 이를 통한 빠른 DC 영상 추출 방법을 보인다.

#### 1. 다중부호 룩업테이블 (multiple-symbol lookup table: mLUT) 구성

가변장 부호는 임의의 부호가 다른 어떤 부호의 앞부분에 포함될 수 없는 특징을 갖는 prefix-free 부호로서 유일하게 복호된다. 가변장 부호의 이러한 유일한 복호성은 여

러 부호가 연결된 부호 즉, 다중부호 역시 prefix-free 부호의 특성을 갖게 한다. 예를 들어, 그림 2는 단일부호 a, b, c의 이진 트리(흰색 노드)를 자신의 단말에 복사하여 연결함으로써 얻어진 다중부호에 대한 이진 트리(검은색 노드)를 보여준다. 각 다중부호에 대한 트리의 단말 노드는 aa, ab, ..., cb, cc 등의 다중부호를 갖는다. 그림 2의 예에서와 같이, 다중부호 트리의 각 단말은 루트에서부터 각기 다른 패스를 갖고 있으며, 이것은 다중부호 트리가 유일한 복호성을 갖고 있음을 뜻한다. 따라서 유일한 복호성을 갖는 다중부호 룩업테이블(mLUT)의 구성이 가능하며, 다중부호 룩업테이블을 사용하여 여러 부호를 한번에 복호화함으로써 빠르게 가변장 부호들을 분석할 수 있다.

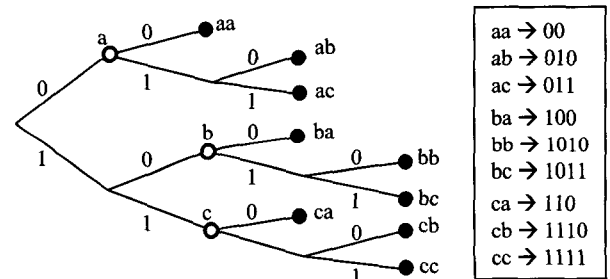


그림 2. 다중부호의 이진 트리의 유일한 복호성  
Fig. 2. Unique decodability of binary code tree for multiple-symbol codewords

MPEG-2 표준에 정의된 DCT 계수 테이블 1 (MPEG-2, Table B-15: DCT coefficients table one)<sup>[6]</sup>은 intra-vlc-format으로 된 인트라 블록의 AC 계수 가변장 부호를 위한 것이다. 이 테이블의 가변장 부호들을 살펴보면, 비트 길이가 같은 부호들에 대하여 그 길이를 결정할 수 있는 공통의 전치비트열(prefix-bits)이 있다. 이를 common-prefix-bits이라 하자. 예를 들어, 두개의 가변장 부호 11100s와 11101s (s는 sign 비트)에서 4 비트의 전치비트열 1110은 이 테이블로부터 이 둘을 구분하는 유일한 전치비트열, 즉 common-prefix-bits이다. 따라서, common-prefix-bits을 살

퍼붓으로써 현재 복호되고 있는 부호가 11100s이든 11101s이든 상관없이 그 부호의 가변장부호의 길이는 6 비트란 것을 알 수 있다. DCT 계수 테이블 1의 모든 부호를 고려할 때, 가장 큰 *common-prefix-bits*는 12비트이다. 따라서 구성하고자 하는 다중부호 록업테이블의 최소 크기는  $2^{12}$ , 즉 4096이 된다.

B를 MPEG-2 비트열상의 가변장 부호로 압축된 블록 A의 부분 비트열이라 하면, 비트열 B를 구성하는 부호들은 다음과 같이 표현된다.

$$B = (DC)a_0a_1a_2 \cdots a_{(n-2)}a_{(n-1)}(EOB). \quad (4)$$

식 (4)에서 DC는 DC 계수 즉,  $(A)_{00}$ 에 대한 가변장 부호이며, n은 AC 계수의 수,  $a_j$ 는 j번째 AC 계수에 대한 가변장 부호이고, EOB는 블록종료(end of block)에 대한 가변장 부호이다. 블록 A가 프레임 DCT 부호화로 부호화되었을 경우는 DC 영상 추출을 위하여 DC 계수에 대한 가변장 부호만을 얻으면 되나, 블록 A가 필드 DCT 부호화로 부호화되었을 경우에는 식 (3)에서 보인 바와 같이 추가적인 AC 계수  $(A)_{10}$ 이 더 필요하다. AC 계수  $(A)_{10}$ 는 DCT 계수의 블록 스캔 방식에 따라 달라진다. 즉, zig-zag 스캔 방식일 경우에는  $a_1$ 에서, alternate 스캔 방식일 경우에는  $a_0$ 에서 얻어진다. 이와 같이 필요한 DCT 계수에 대한 부호들을 얻고 나면, 나머지 계수들에 대한 부호들은 그 값을 고려할 필요 없이 그 길이만을 분석하여 빠르게 다음 블록으로 넘어갈 수 있다.

본 논문에서는 이러한 DC 영상 구성에 필요치 않는 계수들을 빠르게 분석하고 다음 블록으로 건너뛰기 위하여, 한번에 여러 부호의 길이를 알 수 있도록 다중부호 록업테이블을 구성한다. 다중부호 록업테이블은 다중부호 자체가 테이블에 대한 주소로 사용되며, 주소 i로 참조되는 다중부호 록업테이블의 i번째 요소 값  $mLUT_i$ 는 다음 수식으로 구해진다.

$$mLUT_i = \sum_{j=0}^{m-1} l(i_j), \quad i_j \neq EOB \text{ for } 0 \leq j < m-1. \quad (5)$$

식 (5)에서 m은 주소 i의 MSB(most significant bit) 우선

비트열에 의해서 정해지는 부호의 수이다. 즉 비트열 i의 부분 비트열인  $i_j$ 는 비트열 i에 포함되어 있는 j번째 가변장 부호에 대한 *common-prefix-bits*이다.  $l(i_j)$ 는 *common-prefix-bits*  $i_j$ 에 의해 정해지는 가변장 부호의 길이를 나타내며, *common-prefix-bits*  $i_{j+1}$ 은  $i_j$ 에 의한 가변장 부호의 시작 비트 위치에서 해당 가변장 부호의 길이인  $l(i_j)$ 만큼 뒤에 위치한 곳에서부터의 가변장 부호에 대한 *common-prefix-bits*이다. 이때, 만약  $i_j$ 가 ESC에 대한 가변장 부호일 경우에는 비록 ESC 자체 가변장 부호의 길이는 6비트이지만, ESC 가변장 부호 뒤에 고정길이 부호 (FLC: fixed length code) run (6비트)과 signed\_level (12비트)가 항상 따라오기 때문에 ESC에 대한  $l(i_j)$ 는 ESC 부호 길이에 두 고정길이 부호의 길이를 더한 24비트가 된다. 또한 마지막 가변장 부호  $i_{m-1}$ 가 EOB일 경우, EOB가 그 블록의 끝을 나타내므로 블록 처리를 종료하기 위하여 그 뒤에 따른 비트는 무시된다. 마지막 가변장 부호  $i_{m-1}$ 가 EOB가 아닐 경우는 부호  $i_{m-1}$ 뒤에 따르는 비트가 *common-prefix-bits*를 구성하지 못하는 경우로서 그 뒤에 따른 비트는 다음 록업에 사용된다. 이때 록업테이블의 값을 표현할 때 다중부호 중에 EOB가 포함되었는지 여부를 표시하기 위하여 한 비트를 따로 할당하여야 한다.

다중부호 록업테이블은 엔트리 주소 i의 비트열 크기 k에 따라 k-bit mLUT라 한다. 예를 들어 록업 테이블의 주소범위가 12비트로 표현될 때 12-bit mLUT라 한다. 12-bit mLUT를 구성할 때 2394번째 엔트리 값은 다음과 같이 구해진다. 그림 3과 같이 주소 2394(i)의 이진 표현은 100101011010 이고 처음 3비트(100)와 그 다음 3비트(101)는 sign 비트를 포함한 AC계수 둘에 대한 가변장 부호로서  $i_0 s_0$ 와  $i_1 s_1$ 을 나타내고, 그 다음 4비트(0110)는 블록의 끝을 나타내는 EOB에 대한 가변장 부호이다. EOB 뒤에 따르는 나머지 두 비트 R(10)는 EOB가 현블록의 마지막을 나타내므로, 현 블록의 복호화에 영향을 미치지 않아 *don't care bit*로 처리된다. 따라서 테이블 mLUT의 2394번째 엔트리 값은 두 AC 계수와 EOB를 포함한 다중부호에 대한 길이 값으로서 10비트 이 된다. 이때, 이러한 *don't care bit*의 영향으로, 테이블

mLUT의 2392 (이진표현: 100101011000)번째 엔트리부터 2395(이진표현:100101011011)번째 엔트리는 모두 그 값이 10비트이다.

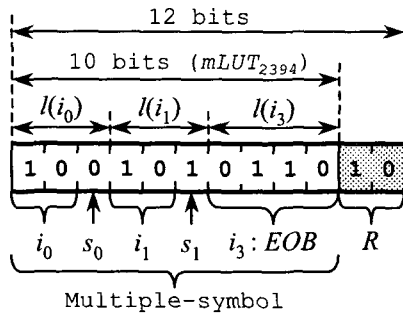


그림 3. 12-bit mLUT의 2394번째 엔트리 주소  $i$ 의 비트 구성 예  
 Fig. 3. An example of bit structure of an address  $i$  to 2394th entry in 12-bit mLUT

2. mLUT를 이용한 빠른 DC 영상 추출 방법

그림 4는 본 논문에서 제시한 다중 부호 룩업테이블을 이용한 빠른 축소 영상 추출 방법에 대한 전체적인 흐름도이다. 그림 4의 흐름도는 4개의  $8 \times 8$  블록 ( $X_i, 0 \leq i < 4$ )으로 구성된 한 매크로블록에서 4개의 DCT 계수를 얻는 흐름도로서, 프레임 부호화 매크로블록일 경우 각 블록에서 한 개의 DC 계수 즉, 총 4개의 DC 계수 ( $(X_0)_{00}, (X_1)_{00}, (X_2)_{00}, (X_3)_{00}$ )만을 추출하고, 필드 부호화 매크로블록일 경우는 두 top 필드 블록 ( $X_i, 0 \leq i < 2$ )에서 각각 한 개의 DC 계수 ( $(X_i)_{00}$ )와 한 개의 AC 계수 ( $(X_i)_{10}$ ) 즉, 총 4개의 DCT 계수 ( $(X_0)_{00}, (X_0)_{10}, (X_1)_{00}, (X_1)_{10}$ )를 추출한다. 추출된 4개의 DCT 계수는 프레임 부호화 매크로블록일 경우 그대로 DC 영상을 구성하는데 사용되고, 필드 부호화 매크로블록일 경우는 얻어진 4개의 DCT 계수를 식 (3)에 따라 변환하여 근사된 프레임 부호화 매크로블록 계수 ( $(\hat{X}_0)_{00}, (\hat{X}_1)_{00}, (\hat{X}_2)_{00}, (\hat{X}_3)_{00}$ )를 얻은 후 DC영상을 구성하도록 사용된다. DC 영상 구성에 사용되지 않는 나머지 AC 계수들은 앞 절에서 보인 다중 부호

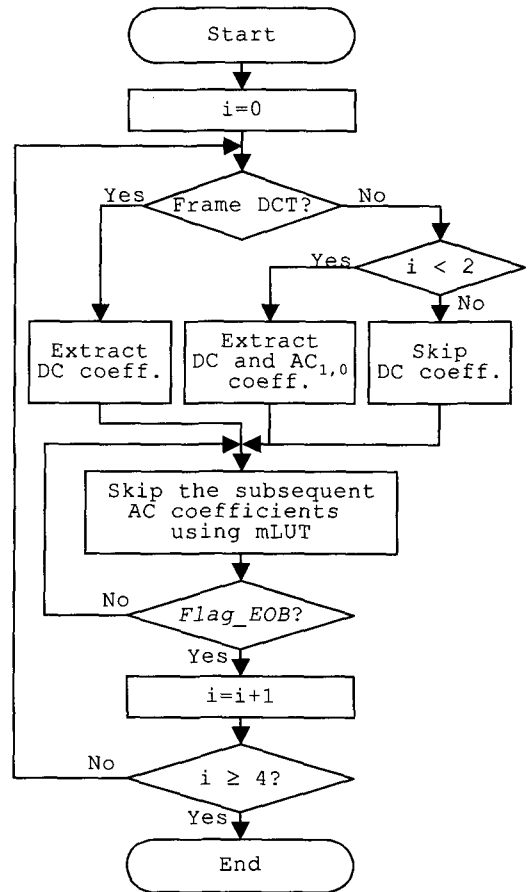


그림 4. 프레임/필드 부호화 매크로블록에서 빠른 축소 영상 추출 방법에 대한 흐름도  
 Fig. 4. A flow chart describing overall method for DC image extraction from a frame/field coded macroblock

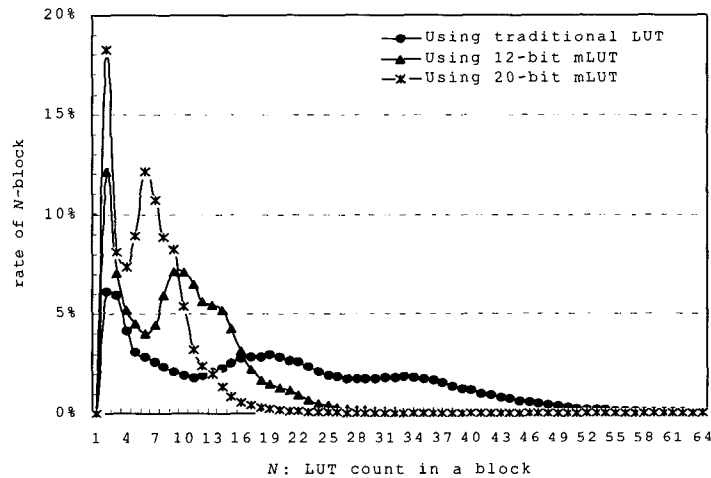
룩업테이블(mLUT)을 이용하여 빠르게 분석된다. 간단히 예를 들어 프레임 부호화 매크로블록에서 한 블록이 시작하는 가변장 부호의 일부분이 비트열 00110010101101000110 으로 표시될 때, 이 비트열에서 DC 계수를 추출하는 것을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 가변장 부호화에 의해 DC 계수를 찾으면 가변장 부호 001이 찾아진다. 이제 이 블록에 대한 나머지 AC 계수들은 고려할 필요가 없으며 다음 블록의 시작을 찾기 위하여 EOB이 나올 때까지 빠르게 분석될 수 있다. 따라서 다음 12 비트를 읽어 들어 12-bit mLUT를 참조하면 2394번째 엔트리 (2394의 이진 표현: 100101011010)에서 앞 절에서 보인

바와 같이 10이란 값을 얻을 수 있고, 이것은 10비트의 다중부호가 포함되어 있다는 것을 말 한다. 또한 EOB 체크 비트를 사용하여 블록의 끝인지 판별할 수 있다. 따라서, 기존 방법에서는 DC 계수를 추출한 후 두개의 AC 계수와 한개의 EOB에 대하여 3번의 테이블 룩업 횟수가 필요한데 반하여 제안된 방법으로는 3개의 다중 가변장 부호를 한꺼

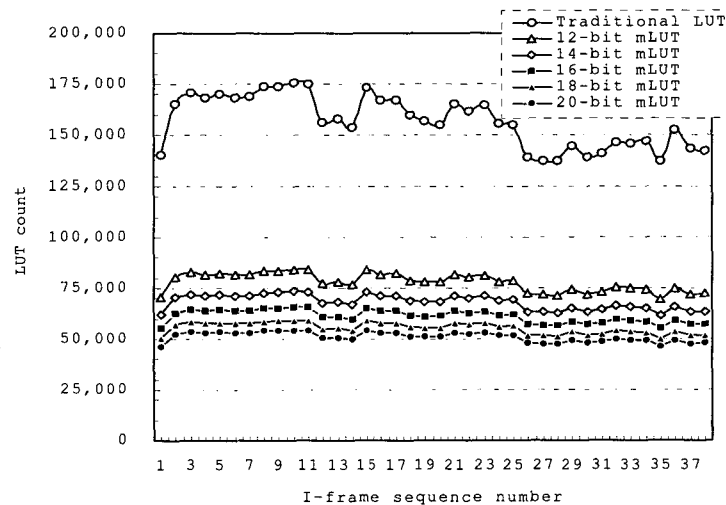
번에 한번의 테이블 룩업으로 처리할 수 있다.

#### IV. 실험 및 결과

본 논문에서 실험은 Table-Tennis 동영상 (MPEG-2 ele-



(a) 한 프레임 내에서 N번 테이블 룩업한 블록(N-block)의 분포  
(a) A distribution of N-block whose LUT count is N in a block



(b) 프레임별 룩업 테이블 참조 횟수  
(b) LUT count for each I-frame

그림 5. Table-Tennis 동영상의 38개의 I-프레임에서 축소 영상 추출 시 기존방법과 제안된 방법의 룩업 테이블 참조 횟수 비교  
Fig. 5 LUT count comparison with 38 I-frames of Table-Tennis video sequence.

ment stream, 704×480 공간 해상도, 8Mbps)과 디지털 지상파 HDTV 방송 프로그램 (MPEG-2 transport stream, 1920×1080 공간 해상도, 19.4Mbps)을 대상으로 하였다. 그림 5은 Table-Tennis 동영상에서 38개의 I-프레임으로부터 축소영상을 추출할 록업테이블 참조 횟수를 기존 방법과 비교한 그림이다. 그림 5 (a)는 한 프레임 내에서 록업테이블 참조 횟수가  $N$ 번인 블록 ( $N$ -block)의 분포를 보인 것으로, 예를 들어 기존 방법의 경우 2번 록업테이블을 참조한 블록 (2-block)의 비율이 6% (색차블록을 포함한 8×8 블록 전체 7,920개에 대한 484개 블록)인 것에 반하여, 12-bit mLUT를 사용한 경우 2번 록업테이블을 참조한 비율이 12%(963개 블록)로 록업테이블 참조 횟수가 줄어든 블록이 증가함을 보여준다. 그림 5 (b)는 프레임 당 록업테이블 참조 횟수를 기존 LUT와  $k$ -bit mLUT를 사용했을 경우를 비교한 그림이다. 또한 표 1은 블록당 록업테이블 참조 횟수를 기존 방법과 비교하여 보인 것으로, 테이블 엔트리 값을 8비트 (7비트는 다중부호의 길이, 1비트는 EOB 표시 비트로 사용)로 구성된 12-bit mLUT는 비록 4Kbytes의 테이블 크기 밖에 요구하지 않으나 록업테이블 참조횟수를 Table-Tennis 동영상에 대해서는 50% 정도 줄일 수 있었으며, 일반 디지털 지상파 HDTV 방송 프로그램에 대해서는 37.4% 정도 줄일 수 있었다. 여기서, 록업테이블 참조 횟수는 DC 계수를 얻기 위한 테이블 록업을 포함한다. HDTV 방송 프로그램의 경우 공간 해상도 (1920×1080)에 비해 DCT의 단위가 되는 하나의 블록(8×8)의 크기가 작아서 AC 계수들이 많이 나타나지 않기 때문에 록업테이블 참조횟수가 Table-Tennis의 경우보다 많이 나타났다.  $k$  값

을 증가시킴으로써 록업테이블 참조 횟수를 계속해서 줄여 나갈 수는 있으나, 표1에서 보는 바와 같이 요구되는 테이블 크기가 너무 커지게 된다.

### V. 결론

본 논문에서는 디지털 방송 스트림에서 DC 영상 추출 시 필드 부호화 매크로블록에서 두개의 DCT 계수만을 사용하여 근사 DC 값을 구하는 DC 영상 추출 방법과 가변장 부호화로 부호화된 DCT 계수 중 필요한 DCT 계수만을 빠르게 얻기 위한 방법을 보였다. 비록, 제안된 방법이 mLUT 구성을 위한 추가적인 메모리를 요구하는 단점이 있으나, 필요한 계수만을 추출하기 위한 가변장부호의 빠른 복호화를 수행할 수 있어 실시간 처리 및 낮은 연산속도를 갖는 단말에서 실용적으로 사용될 수 있다. 실험 결과 4Kbytes의 크기를 갖는 12-bit mLUT만으로도 축소 영상의 왜곡 없이 50%정도의 테이블 록업 횟수를 줄일 수 있었으며, 낮은 연산 속도를 갖는 STB/DVR에서 HDTV 방송 프로그램과 같은 고대역폭 디지털 방송 프로그램에 대한 동영상 요약 서비스에 활용할 수 있었다. 향후 정교한 색인을 위해서 MPEG-2의 B 및 P 프레임에 적용하는 방법과 H.264에서 축소영상을 비교적 쉽게 얻을 수 있는 H.264의 SVC(Scalable Video Coding)을 지원하지 않는 프로파일들에서 축소영상을 구하고자 할 때 가변장 복호화를 효율적으로 수행하기 위한 mLUT 적용 방법에 대한 연구가 필요하다.

표 1.  $k$ -bit mLUT를 사용한 DC 영상 추출 시 블록당 록업테이블 참조 횟수 및 성능 비교

Table 1. Comparison of LUT counts per block and their reduction rate in DC image generation using  $k$ -bit mLUT

동영상	기존 방법	$k$ -bit mLUT (Required Memory)				
		$k=12$ (4KB)	$k=14$ (16KB)	$k=16$ (64KB)	$k=18$ (256KB)	$k=20$ (1,024KB)
Table-Tennis	19.77 -	9.87 50.09%	8.64 56.28%	7.75 60.82%	7.02 64.49%	6.46 67.32%
HDTV 방송 프로그램	6.59 -	4.13 37.4%	3.77 42.77%	3.52 46.51%	3.32 49.62%	3.16 51.98%



참 고 문 헌

[1] B. Yeo and B. Liu, "Rapid scene analysis on compressed video," *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 5, no. 6, pp. 533-540, 1995.

[2] Jung-Rim Kim, Sungjoo Suh, Sanghoon Sull, "Fast scene change detection for personal video recorder," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 49, no. 3, pp. 683-688, Aug. 2003.

[3] Ja-Cheon Yoon, Hyeokman Kim, Seong Soo Chun, Jung-Rim Kim, Sanghoon Sull, "Real-Time Video Indexing System for Live Digital Broadcast TV Programs," *Lecture Notes in Computer Science, CVIR2004*, vol. 3115, pp. 261-269, Jul. 2004.

[4] J. Song and B.L. Yeo, "Fast Extraction of Spatially Reduced Image Sequences from MPEG-2 Compressed Video," *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 9, no. 7, pp. 1100-1114. Oct. 1999.

[5] Nikara, J., Vassiliadis, S., Takala, J., and Liuha, P. "Multiple-Symbol Par-allel Decoding for Variable Length Codes," *IEEE Transactions on VLSI Systems*, vol. 12, no. 7, pp. 676-685, Jul. 2004.

[6] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 (MPEG), *Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video, Inter-national Standard 13818-2*, ISO/IEC, 2000.

저 자 소 개



윤 자 천

- 1991년 2월 : 성균관대학교 정보공학과 졸업 (공학사)
- 1993년 2월 : 성균관대학교 정보공학과 졸업 (공학석사)
- 2005년 8월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학박사)
- 1993년 ~ 2000년 : KT 연구개발본부 전임연구원
- 2000년 ~ 2001년 : KBS인터넷(주) 기술기획부장
- 2001년 ~ 현재 : 고려대학교 전자컴퓨터공학과 디지털미디어연구실 연구원
- 주관심분야 : 디지털 방송통신, 데이터방송서비스, 디지털 홈 네트워크/게이트웨이.



설 상 훈

- 1981년 : 서울대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1983년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업 (공학석사)
- 1993년 : Univ. of Illinois, Urbana-Champaign 전자공학과 (공학박사)
- 1993년 ~ 1994년 : Beckman Institute, Univ. of Illinois 연구원
- 1994년 ~ 1996년 : Flight Deck Branch, NASA, Ames research Center 연구원
- 1996년 ~ 1997년 : IBM Almaden Research Center 연구원
- 1997년 ~ 현재 : 고려대학교 전자컴퓨터공학과 교수
- 주관심분야 : Digital Broadcasting, Digital TV and STB/PVR, Video Indexing Searching and Transcoding, Multimedia Description Standard(MPEG-7/21 TV-Anytime), Video Codec, Digital Home Networking/Home Media Server, DRM.