

# 유비쿼터스 통신 환경에서 MPEG-2의 H.264로의 Transcoding 과정에서 DCT 계수를 이용한 효율적인 인트라 예측 모드 결정 기법

준회원 김 용 재\*, 정회원 이 창 우\*\*

## Efficient Intra Prediction Mode Decision Using DCT Coefficients for the Conversion of MPEG-2 to H.264 Standard in Ubiquitous Communication Environment

Yong-jae Kim\* Associate Member, Chang-woo Lee\*\* Regular Member

### 요 약

H.264 부호화 표준은 기존의 부호화 표준에 비해 많은 새로운 기술들을 사용하여 우수한 압축 효율을 보여주지만, 부호기의 복잡도가 크게 증가한다. 특히, 비트율-왜곡 최적화 기법을 사용하여 인트라 예측 모드를 결정하는 부분은 많은 계산량을 필요로 하기 때문에 이를 개선하기 위한 많은 알고리즘들이 제안되고 있다. 또한 아직 많은 동영상들이 MPEG-2를 이용하여 부호화되기 때문에 MPEG-2에서 H.264로의 효율적인 변환 기법도 요구되어진다.

본 논문에서는 MPEG-2에서 H.264로의 변환과정에서 4×4 DCT 계수를 이용하여 4×4 혹은 16×16의 두 가지 인트라 모드 중 하나를 먼저 선정하고, 4×4 DCT 계수의 DC계수를 이용하여 효율적으로 인트라 예측 모드를 결정하는 방법을 제안한다. 모의실험을 통해 제안하는 알고리즘들이 영상의 부호화 성능을 유지하면서 복잡도 및 부호화 수행 시간을 감소시키는 결과를 확인한다.

**Key Words** : Video Transcoding, H.264/AVC, MPEG-2, Intra Prediction, Discrete Cosine Transform

### ABSTRACT

The H.264/AVC video coding standard provides higher coding efficiency compared to the conventional MPEG-2 standard. Since a lot of videos have been encoded using MPEG-2, the format conversion from MPEG-2 to H.264 is essential. In this paper, we propose an efficient method for the conversion of DCT coefficients to H.264/AVC transform coefficients. This conversion is essential, since 8×8 DCT and 4×4 integer transform are used in MPEG-2 and H.264/AVC, respectively. The mathematical analysis and computer simulation show that the computational complexity of the proposed algorithm is reduced compared to the conventional algorithm, while the loss caused by the conversion is negligible.

### I. 서 론

유비쿼터스 통신 환경에서는 컴퓨터, 휴대폰 그리

고 텔레비전 시스템 등의 다양한 영상 매체에 따른 영상의 형태의 변환 및 상호 호환성이 중요한 문제로 부각되고 있다. 이러한 시점에서 가장 최근의 부호화

※ 이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2007-521-D00370)

\* 엠텍비전 개발4부 시스템그룹, \*\* 가톨릭대학교 정보통신전자공학부 (changwoo@catholic.ac.kr)

논문번호 : KICS2007-12-543, 접수일자 : 2007년 12월 6일, 최종논문접수일자 : 2008년 9월 8일

표준안인 H.264/AVC는 기존의 비디오 표준안인 MPEG-1,2, 그리고 H.263과 비교하여 영상의 화질과 부호화 효율에 있어서 우수한 성능을 보여주고 있다. 이러한 우수한 성능을 위해 H.264 표준안은 기존의 표준안과는 다르게 많은 새로운 기술들을 사용하고 있다<sup>1)</sup>. 그러나 H.264 표준안은 최대 50%의 데이터를 줄일 수 있는 높은 압축률을 보여주지만, 이로 인해 복잡도와 연산량의 증가를 초래하는 단점을 가지고 있다. 특히 H.264 표준안에서 인트라 예측 모드를 결정하기 위해 비트율 왜곡 최적(RDO: Rate Distortion Optimization) 기법을 사용하게 되는데 이는 모든 모드의 비트율 왜곡 비용값(Rate Distortion Cost)을 계산하여 비교하므로 많은 계산량을 필요로 한다. 복잡도가 높은 단점을 보완하기 위해 Pan 등은 공간 영역에서 영상의 에지 성분을 이용하여 인트라 모드를 결정하는 알고리즘을 제안하였다<sup>2)</sup>. 그러나 많은 비디오 응용 분야에서 MPEG-2가 적용되고 있고, MPEG-2를 H.264로 전환하기에는 아직 많은 시간이 필요하므로 MPEG-2에서 H.264로의 변환을 위한 효율적인 트랜스 코딩 기법이 필요하다<sup>3)</sup>. 따라서 앞의 두 가지 문제점을 고려하여 MPEG-2에서 H.264로의 트랜스 코딩 과정에서 DCT 계수를 이용하여 인트라 모드를 결정하는 방법이 제안되었다<sup>4-6)</sup>.

본 논문에서는 MPEG-2에서 H.264로의 트랜스 코딩 과정에서 인트라 모드 결정 및 인트라 예측 모드 결정을 위한 효율적인 방안을 위해 기존의 방법과는 다르게 4×4 DCT 계수와 DCT 계수의 특성을 이용하여 예측 모드 수를 한정함으로써 부호화 성능을 유지하면서 모드 결정을 위한 복잡도를 감소시키는 기법을 제안한다.

본 논문의 II장에서는 MPEG-2에서 H.264로의 트랜스 코딩 과정에서 인트라 예측 모드를 결정하는 기존의 방법들을 분석하고 III장에서는 본 논문에서 제안하는 방법을 기술한다. IV장에서 표준 테스트 영상을 이용하여 기존의 방법과 제안하는 방법의 실험 결과를 비교 및 분석하며 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

## II. 인트라 모드 결정을 위한 기존의 방법

MPEG-2에서 H.264로의 트랜스 코딩 과정에서 효율적인 인트라 모드 결정을 위한 기존의 방법으로 Kalva 등은 MPEG-2에서 H.264로의 변환 과정에서 MPEG-2 비트열에서 얻어지는 8×8 DCT 계수를 이용하여 인트라 예측 모드를 결정하는 방법

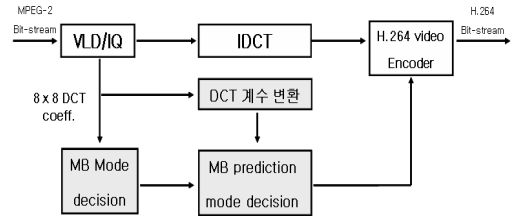


그림 1. Kalva 등이 제안한 MPEG-2에서 H.264로의 트랜스 코더

을 제안하였다<sup>4)</sup>. 그림 1은 Kalva 등이 제안하는 MPEG-2에서 H.264로의 트랜스 코더를 도시하였다. Kalva 등은 인트라 모드 결정을 위해 매크로 블록 단위의 8×8 DCT 계수의 DC 계수 4개를 이용한 분산값을 사용하였다. 다음으로 인트라 예측 모드 결정을 위해 선택된 인트라 모드에 따라 8×8 DCT 계수를 16×16 DCT 계수 혹은 4×4 DCT 계수로 변환한 후 각 블록의 AC 계수를 이용하여 예측 방향을 결정하게 된다. 그러나 이 연구에서는 인트라 모드 결정에만 많은 주안점을 두고 있는데 인트라 모드를 정확하게 분류하는 것도 영상의 성능에 좋은 영향을 미치지만, 다음 장에서 설명하는 것과 같이 인트라 4×4 모드에서 정확한 인트라 예측 모드를 결정하는 것이 더 효율적인 영상의 부호화 성능을 보여준다.

DCT 계수를 이용하여 인트라 모드 결정을 제안하는 또 다른 방법이 Kato 등에 의해 제안되었다<sup>5)</sup>. 인트라 모드 결정에 있어서 Kato 등이 제안한 방법과 Kalva 등이 제안한 방법의 차이는 8×8 DCT 계수 4개에서 얻어지는 AC 계수의 합으로 인트라 모드를 결정한다는 점이다. 또한 4×4 인트라 예측 모드 결정을 위해 4×4 DCT 계수의 AC 계수를 통해 선택한 예측 모드와 SATD(Sum of Absolute Transform Difference)를 이용해 얻은 비용값이 작은 모드들을 후보 모드로 선택하여 이들 중 비트율 왜곡 값이 가장 작은 모드를 최종 모드로 선택하는 차이를 보인다. 마지막으로 Wang 등은 8×8 DCT 계수의 DC 계수와 AC 계수의 절대값의 합을 이용하여 모드를 결정하는 방법을 제안하였다<sup>6)</sup>. Wang 등이 제안한 방법에서는 너무나 많은 조건과 경계 값을 설정해야 하는 복잡함을 가지고 있다.

이와 같이 기존의 연구들은 모두 8×8 DCT 계수를 이용하여 매크로 블록을 선택하게 되는 공통점을 가지고 있다. 비록 Kato 등의 연구에서는 인트라 예측 모드 결정을 위한 DCT 계수 변환 문제를

설명하고 있지는 않지만, 앞서 설명한 기존의 방법들은 8×8 DCT 계수를 이용하여 인트라 16×16 모드 혹은 인트라 4×4 모드로 인트라 모드가 결정되어지면, 다시 인트라 예측 모드를 결정하기 위해 각 모드의 DCT 계수로 변환시켜주어야 하는 또 하나의 공통점을 가지고 있다. 그러나 8×8 DCT 계수를 16×16 DCT 계수 혹은 4×4 DCT 계수로 변환할 때 많은 계산량이 필요한 단점을 가지고 있는데 4장에서 이에 대한 계산량을 분석하였다.

### III. 효율적인 인트라 모드 결정을 위해 제안하는 알고리즘

본 장에서는 MPEG-2의 8×8 DCT 계수를 4×4 정수 변환 계수로 효율적으로 변환하는 기존의 연구<sup>7)</sup>를 바탕으로 DCT 계수에서 정수 변환 계수로의 변환 과정에서 4×4 DCT 계수를 얻을 수 있기 때문에 4×4 DCT 계수를 이용하여 인트라 모드 및 인트라 예측 모드를 결정하는 효율적인 방법을 제안한다. MPEG-2에서 H.264로의 변환 과정에서 효율적인 인트라 모드 결정 및 인트라 예측 모드 결정을 위한 제안하는 알고리즘의 전체적인 구조를 그림 2에 도시하였다. 그림에서와 같이 DCT 계수에서 정수 변환 계수로의 변환 과정에서 발생하는 4×4 DCT 계수를 이용하여 다음과 같이 인트라 모드 및 인트라 예측 모드를 결정한다.

먼저, 4×4 혹은 16×16의 두 가지 인트라 모드 중 하나를 결정하기 위해 4×4 DCT 계수의 DC 계수 16개를 이용하여 다음의 식 (1)과 (2)에 의해 인트라 모드를 선택하기 위한 분산을 구한다.

$$\mu = \frac{1}{16} \sum_{i=1}^{16} DC_i \quad (1)$$

$$Vr = \frac{1}{16} (DC_i - \mu)^2 \quad i = 1, 2, \dots, 16 \quad (2)$$

식 (1)과 (2)에서 Vr과  $\mu$ 는 각각 분산과 평균을 의미하며, DC는 매크로 블록 당 4×4 DCT 계수에서의 DC 계수를 의미한다. 이렇게 구하여진 분산을 이용하여 실험을 통해 결정된 경계치 값을 기준으로 인트라 16×16 모드 혹은 인트라 4×4 모드로 나누어 인트라 모드를 결정하며 경계치 값은 양자화 파라미터(QP)에 따라 달라진다. 인트라 모드 결정을 위해 DC 계수의 분산을 이용한 것은 DC 계수가 각 블록의 대표값을 나타낸다는 점과 매크로 블록

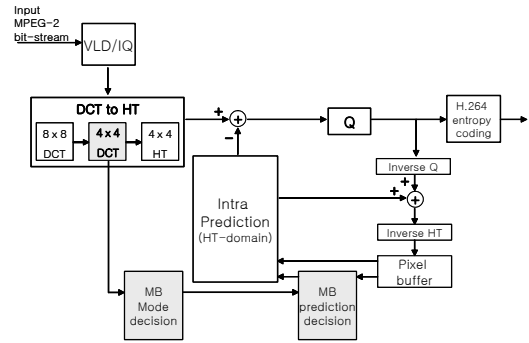


그림 2. 제안하는 알고리즘의 인트라 트랜스 코딩

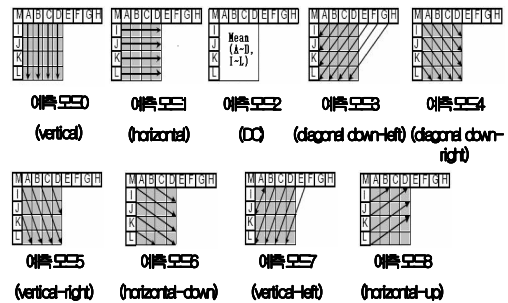


그림 3. 인트라 4×4 모드의 9가지 예측 모드

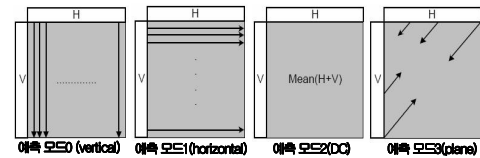


그림 4. 인트라 16×16 모드의 4가지 예측 모드

당 16개의 DC 계수의 분포가 매크로 블록의 복잡도를 나타내기 때문이다.

다음으로 위의 과정을 통해 선택된 인트라 모드 별로 예측 모드를 선택하게 되는데 기존의 방법과 다르게 제안하는 방법은 인트라 16×16 모드와 인트라 4×4 모드 모두에서 4×4 DCT 계수를 이용하여 인트라 예측 모드를 결정하기 때문에 DCT 계수간의 변화가 필요하지 않은 장점이 있다. H.264에서 인트라 4×4모드는 9가지의 예측 모드를, 인트라 16×16 모드는 4가지의 예측 모드를 가지고 있으며 그림 3과 4에 각각의 모드에 따른 예측모드를 나타냈다. 먼저 4×4 예측 모드를 결정하기 위해 다음과 같은 식을 사용하였다.

$$Ratio_{4 \times 4} = \frac{AC_{4 \times 4}(0,1)}{AC_{4 \times 4}(1,0)} \quad (3)$$

식 (3)에서 첫 행과 열의 AC 계수의 비율을 이용하여 영상의 화소값들의 상관관계를 분석할 수 있고 이를 바탕으로 영상의 방향성까지 확인할 수 있다. 또한, 방향성에 따른 tangent 값과 위의 식 (3)의 값이 일치하는 점을 고려하여 예측 모드 결정을 위한 경계치 값을 tangent 값에 바탕을 둔다. 비율에 따른 예측 모드 결정은 표 1에 제시하였다. 이렇게 결정된 예측 모드를 최적의 모드에 가능성이 있는 후보 모드로 선택하고, 더 정확한 결정을 위해 표 1에서 선택된 모드에 따라 표 2와 같이 다시 분류한다. 따라서 예측 모드와 함께 표 2에 의해 최종 결정된 3가지 후보 모드에 대해 RDO를 적용하여 가장 작은 비용값을 갖는 모드를 최적의 모드로 결정하게 된다. 따라서 9가지 모드에서 모드 수를 4가지 모드로 한정하여 비트율 왜곡값을 계산하기 때문에 계산량 및 부호화를 위한 수행 시간을 줄일 수 있다. 마찬가지로 16×16 예측 모드 결정도 4×4 DCT 계수를 이용한다. 다만, 16×16 예측 모드 수가 4개이므로 식 (3)과 그림 5에 의해 예측 모드를

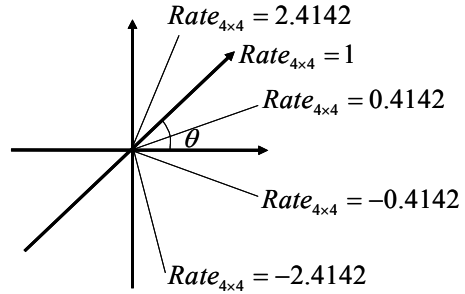


그림 5. 인트라 16×16 예측 방향에 따른 Ratio 값

결정한다. 예측 모드의 결정은 식 (3)에 의해 얻어지는 값을 표 3에 따라 예측 모드를 결정하게 된다. 여기서 계산상의 복잡도를 감소시키기 위해 매크로 블록 당 16개의 4×4 블록 중 16개 모두의 예측 모드를 구하는 것이 아니라 가운데 4개 블록의 예측 모드를 구하여 가장 많이 나타나는 예측 모드를 최종 모드로 결정한다. 따라서 비트율 왜곡값이 적용되는 모드 수를 4개에서 1개로 줄임으로서 계산량을 감소시킬 수 있으며, 16×16 예측 모드를 결정하기 위해 4×4 DCT 계수를 이용함으로써 DCT 계수 변환이 필요하지 않은 장점이 있다.

앞서서 16×16 예측 모드를 결정하기 위해 16×16 블록의 가운데 4×4 크기의 블록 4개를 선택하여 결정하는 이유는 계산상의 복잡도를 감소시키기 위한 것이며 IV장의 실험 결과에서 보이는 것과 같이 영상의 부호화 성능에 있어서 16개를 사용하는 것과 비교하여 매우 근접함을 보이고, 기존의 16×16 DCT 계수를 이용하여 결정한 방법과도 유사한 성능을 보이기 때문이다. 이와 같이 3가지 방법들이 근소한 차이를 갖는다는 것은 인트라 16×16 모드에서의 예측 모드 결정은 영상의 부호화 성능에 있어 많은 영향을 미치지 않는다는 사실을 확인할 수 있다. 이에 대한 정확한 비교는 IV장에서 다시 확인한다.

표 1.  $Ratio_{4 \times 4}$ 에 따른 4×4 예측 후보 모드 결정

$Ratio_{4 \times 4}$ 값의 범위	예측 모드
$Ratio_{4 \times 4} \geq 2.4142$ or $Ratio_{4 \times 4} \leq -2.4142$	0
$-0.4142 \leq Ratio_{4 \times 4} \leq 0.4142$	1
$0.4142 < Ratio_{4 \times 4} < 2.4142$	3
$-2.4142 < Ratio_{4 \times 4} < -0.4142$	4

표 2. 표 1에 의해 결정된 예측 모드와  $Ratio_{4 \times 4}$ 에 따른 최종 4×4 예측 후보 모드 결정

표 1에 의해 결정된 모드	$Ratio_{4 \times 4}$ 값의 범위	최종 후보 모드
0	$Ratio_{4 \times 4} > 2.4142$	0,7,1
	$Ratio_{4 \times 4} < -2.4142$	0,5,1
1	$0 < Ratio_{4 \times 4} \leq 0.4142$	1,8,0
	$0.4142 \leq Ratio_{4 \times 4} < 0$	1,6,0
3	$0.4142 < Ratio_{4 \times 4} < 1$	3,8,1
	$1 < Ratio_{4 \times 4} \leq 2.4142$	3,7,0
4	$-1 < Ratio_{4 \times 4} < -0.4142$	4,6,1
	$-2.4142 \leq Ratio_{4 \times 4} < -1$	4,5,0

표 3.  $Ratio_{4 \times 4}$ 에 따른 16×16 예측 모드 결정

$Ratio_{4 \times 4}$ 값의 범위	예측 모드
$-0.4142 \leq Ratio_{4 \times 4} < 0.4142$	1
$0.4142 \leq Ratio_{4 \times 4} \leq 2.4142$	3
$2.4142 < Ratio_{4 \times 4}$ or $Ratio_{4 \times 4} \leq -2.4142$	0
otherwise	2

#### IV. 실험 결과

제안하는 알고리즘의 효율성과 타당성을 입증하기 위해서 ITU-T에서 권고하는 H.264 참조 소프트웨어 JM 11.0<sup>[8]</sup>을 이용하여 실험하였으며 실험을 위한 환경은 다음과 같다. 전체 프레임은 최초 100 프레임, GOP 구조는 모두 인트라 프레임, 그리고 엔트로피 코딩은 CAVLC로 설정하였다. 또한, RDO를 사용한 것과 사용하지 않은 경우에 대해 QCIF(176×144) 영상 크기의 Carphone, Foreman, 그리고 Miss America와 CIF(352×288) 영상 크기의 News와 Stefan 영상을 사용하였다.

먼저 기존의 방법들이 모두 DCT 계수를 이용한다는 점에서 DCT 계수 변환에 필요한 계산량을 분석하였다. 이를 위해 각 알고리즘을 통해 얻은 인트라 모드 결정수와 DCT 계수간의 변환 계산량을 표 4와 5에 각각 나타내었다. 표 4의 결과 값은 RDO를 사용하지 않고, 양자화 파라미터 값을 28로 하여, 각 영상에 대해 최초 100 프레임의 평균값이다. 또한, 표 5에서는 Jiang 등이 제안한 크기가 다른 DCT 계수간의 변환 관계<sup>[9]</sup>를 토대로 2차원 DCT 계수의 크기 변환을 위한 계산량을 보여준다. 이를 근거로 Carphone 영상에 대해 Kalva 등이 제안한 방법에서 DCT 계수 변환을 위한 계산량은 다음과 같다. 먼저 8×8 DCT 계수에서 4×4 DCT 계수로 변환하기 위한 덧셈 수는 25,280(79×320)회가 필요하고, 곱셈 수는 12,640(79×160)이 필요하다. 또한, 8×8 DCT 계수에서 16×16 DCT 계수로의 변환을 위한 덧셈 수는 4, 480(20×224)이, 곱셈 수는 2,560

(20×128)이 필요하다. 따라서 전체 계산량은 덧셈 37,920회수가 곱셈 7,040의 회수가 필요하다. 같은 방법으로 Kato 등의 제안한 방법의 경우는 33,600개의 덧셈과 10,208개의 곱셈이 필요하다. 이에 비해 제안하는 알고리즘의 경우 4×4 DCT 계수로 4×4 예측 모드 및 16×16 예측 모드를 결정하므로 DCT 계수 변환을 위한 계산량이 필요하지 않다.

다음으로 앞장에서 언급한 인트라 16×16 모드에서 예측 모드를 결정하는 방법에서 16×16 DCT 계수를 이용하는 방법과 본 논문에서 제안하는 방법 등을 비교한다. 인트라 16×16 모드에서 각각의 방법을 통해 결정되는 예측 모드가 영상의 부호화 성능에 얼마나 많은 영향을 미치는가를 알기 위해 인트라 4×4 모드에서의 예측 모드 결정은 표준 방법인 9가지 모드에 대해 비트율-왜곡 기법을 이용하여 최적의 모드를 결정하는 방법을 사용하였고 실험 환경은 위의 조건과 같다.

이를 바탕으로 한 실험의 결과는 표 6과 7에 제시하였는데 표에서 4×4 DCT 계수를 사용하는 것에서 괄호 안의 수는 예측 모드 결정을 위해 사용된 4×4 블록의 개수를 의미한다. 즉 괄호 안의 수 16은 16×16 블록에서 4×4 블록 16개의 예측 모드 중 가장 많이 나타나는 예측 모드를 최종 모드로 결정한 것이고, 괄호 안의 수 4는 가운데 4×4 블록 4개의 예측 모드 중 가장 많이 나타나는 예측 모드를 최종 모드로 결정한 것을 의미한다. 표에서 알 수 있듯이 참조 소프트웨어를 통해 얻은 결과와 비교할

표 4. 각 방법에 의한 영상의 최초 100 프레임의 평균 인트라 모드 결정 수

sequence	4×4 인트라 모드				16×16 인트라 모드				
	JM	Kalva's	Kato's	Proposed	JM	Kalva's	Kato's	Proposed	
QCIF	Carphone	82	79	70	81	17	20	29	18
	Miss_am	52	42	37	45	47	57	62	54
CIF	News	260	251	236	245	136	145	160	151
	Stefan	308	316	312	324	88	80	84	72

표 5. 매크로 블록 크기의 DCT 계수 간의 변환에 필요한 2차원 계산량

DCT 계수간의 변환	덧셈 수	곱셈 수
8×8 ⇒ 16×16	224	128
8×8 ⇒ 4×4	320	160

표 6. 인트라 16×16 모드의 각각의 방법에 따른 예측 모드 결정에 따른 영상의 부호화 성능 비교(RD=OFF)

Sequence	부호화 성능	16×16 DCT	4×4 DCT (16)	4×4 DCT (4)	JM
Carphone(QCIF)	PSNR (dB)	38.06	38.09	38.10	38.10
	Bit-rate (kbits/s)	315.84	314.85	314.51	312.50
	Time (%)	0.882	0.883	0.870	1.000
Foreman(QCIF)	PSNR (dB)	36.66	36.67	36.67	36.67
	Bit-rate (kbits/s)	384.31	383.27	383.03	381.84
	Time (%)	0.884	0.877	0.863	1.000
Miss_a(QCIF)	PSNR (dB)	40.90	40.90	40.90	40.91
	Bit-rate (kbits/s)	172.81	172.25	170.25	169.19
	Time (%)	0.813	0.805	0.800	1.000
News(CIF)	PSNR (dB)	38.81	38.81	38.81	38.82
	Bit-rate (kbits/s)	1089.19	1084.78	1078.12	1062.60
	Time (%)	0.856	0.810	0.811	1.000
Stefan(CIF)	PSNR (dB)	36.43	36.43	36.44	36.45
	Bit-rate (kbits/s)	2313.09	2297.62	2299.72	2279.29
	Time (%)	0.864	0.854	0.843	1.000

표 7. 인트라 16×16 모드의 각각의 방법에 따른 예측 모드 결정에 따른 영상의 부호화 성능 비교(RD=ON)

Sequence	부호화 성능	16×16 DCT	4×4 DCT (16)	4×4 DCT (4)	JM
Carphone(QCIF)	PSNR (dB)	38.27	38.27	38.28	38.27
	Bit-rate (kbits/s)	311.20	310.79	310.17	309.22
	Time (%)	0.910	0.901	0.899	1.000
Foreman(QCIF)	PSNR (dB)	36.83	36.83	36.82	36.82
	Bit-rate (kbits/s)	378.42	377.86	378.25	377.99
	Time (%)	0.913	0.905	0.903	1.000
Miss_am(QCIF)	PSNR (dB)	40.97	40.99	41.00	41.02
	Bit-rate (kbits/s)	169.36	168.57	169.01	166.68
	Time (%)	0.918	0.910	0.908	1.000
News(CIF)	PSNR (dB)	38.99	38.99	38.99	39.01
	Bit-rate (kbits/s)	1060.63	1058.05	1057.94	1049.41
	Time (%)	0.910	0.903	0.909	1.000
Stefan(CIF)	PSNR (dB)	36.88	36.88	36.89	36.88
	Bit-rate (kbits/s)	2270.27	2265.18	2260.30	2256.83
	Time (%)	0.922	0.904	0.913	1.000

때 3가지 방법 모두 유사한 성능을 보여주는 가운데 4×4 DCT 계수를 이용한 방법이 좀 더 효율적인 모습을 보여주고 있고 16개를 사용한 것과 4개를 사용한 것과의 차이는 거의 나타나지 않는 결과를 볼 수 있다. 또한 인트라 16×16 모드에서 예측 모드 결정은 영상의 부호화 성능을 결정하는 데에 많은 영향을 주지 않음을 확인할 수 있다.

마지막으로 각 알고리즘을 통해 얻은 PSNR 값, 발생하는 비트율, 그리고 부호화 시간을 각각 비교하여 나타냈다. 표 8, 10, 12에 나타난 값들은 RDO를 사용하지 않은 경우이고, 표 9, 11, 13은 사용한 경우이며 양자화 파라미터 QP값은 28로 하

표 8. 각 방법을 통해 얻은 PSNR(dB) 비교 (RDO=OFF)

sequence	JM	Kalva	Kato	Proposed	
QCIF	Carphone	38.10	37.79	38.00	38.09
	Foreman	36.67	36.50	36.55	36.63
	Miss_am	40.91	40.80	40.82	40.90
CIF	News	38.82	38.74	38.74	38.78
	Stefan	36.45	36.40	36.40	36.44

표 9. 각 방법을 통해 얻은 PSNR(dB)비교 (RDO=ON)

sequence	JM	Kalva	Kato	Proposed	
QCIF	Carphone	38.27	38.19	38.22	38.26
	Foreman	36.82	36.55	36.68	36.79
	Miss_am	41.02	40.89	40.92	40.93
CIF	News	39.01	38.82	38.94	38.95
	Stefan	36.88	36.71	36.79	36.79

표 10. 각 방법을 통해 얻은 발생 비트율 비교 (RDO=OFF)

sequence	JM	Kalva	Kato	Proposed	
QCIF	Carphone	1.000	1.170	1.244	1.048
	Foreman	1.000	1.216	1.180	1.086
	Miss_am	1.000	1.169	1.132	1.054
CIF	News	1.000	1.195	1.177	1.056
	Stefan	1.000	1.125	1.113	1.044

표 11. 각 방법을 통해 얻은 발생 비트율 비교 (RDO=ON)

sequence	JM	Kalva	Kato	Proposed	
QCIF	Carphone	1.000	1.160	1.151	1.039
	Foreman	1.000	1.204	1.145	1.067
	Miss_am	1.000	1.149	1.102	1.044
CIF	News	1.000	1.160	1.110	1.033
	Stefan	1.000	1.100	1.076	1.020

표 12. 각 방법의 부호화 시간 비교 (RDO=OFF)

sequence	JM	Kalva	Kato	Proposed	
QCIF	Carphone	1.000	0.740	0.740	0.738
	Foreman	1.000	0.885	0.804	0.805
	Miss_am	1.000	0.745	0.739	0.698
CIF	News	1.000	0.837	0.839	0.787
	Stefan	1.000	0.799	0.810	0.789

표 13. 각 방법의 부호화 시간 비교 (RDO=ON)

sequence	JM	Kalva	Kato	Proposed	
QCIF	Carphone	1.000	0.534	0.719	0.645
	Foreman	1.000	0.580	0.714	0.650
	Miss_am	1.000	0.567	0.729	0.657
CIF	News	1.000	0.529	0.722	0.647
	Stefan	1.000	0.520	0.716	0.642

였다. 표에서 알 수 있듯이 PSNR에서는 차이가 없기 때문에 발생하는 비트율과 수행 시간의 분석은 각 알고리즘의 차이를 분석하는 데에 중요한 요소가 된다. 표 10, 12 및 11, 13에 제시된 각 알고리즘에 의해 발생하는 비트율과 수행 시간은 참조 소프트웨어에 의해 얻어진 결과 값을 1로 하였을 때의 상대적인 값을 정리한 것이다. 발생 비트율에 있어서 제안하는 방법은 RDO를 사용한 경우와 그렇지 않은 경우 모두 기존의 방법에 비해 높은 성능을 보인다. 부호화 시간에 대해서 RDO를 사용하지 않은 경우 제안하는 알고리즘이 다른 방법에 비해 좀 더 좋은 성능을 보이는 반면, RDO를 사용한 경우에서 Kato 등이 제안하는 방법에 비해서는 10% 정도 더 효율적이지만, Kalva 등이 제안한 방법에

비해서는 18% 높은 복잡도를 보인다. 제안하는 방법이 Kalva 등에 비해 부호화 시간이 좀 더 복잡하게 나타난 이유는 Kalva 등이 제안한 방법에서는 구체적인 인트라 예측 모드 방법을 제시하지 않았기 때문에 실험상에서 최종 후보 모드 수를 2가지로 하였기 때문이다. 따라서 제안하는 방법에 비해 Kalva 등이 제안한 방법이 부호화 시간 측면에서 더 우수할 수 있지만, PSNR과 발생 비트율을 모두 고려할 때 Kalva 등이 제안하는 방법에 비해 본 논문에서 제안하는 방법이 더 효율적임을 알 수 있다.

## V. 결 론

본 논문에서는 MPEG-2에서 H.264로의 변환을 위해 DCT 계수를 H.264 정수 변환 계수로 변환하는 과정에서  $4 \times 4$  DCT 계수를 이용하여 인트라 모드와 인트라 예측 모드를 결정하는 방법을 제안하였다. 제안하는 알고리즘은 인트라 모드 결정 및 인트라 예측 모드 결정을 위해  $4 \times 4$  DCT 계수를 이용하기 때문에 기존의 방법과는 다르게 인트라 모드 결정 후 DCT 계수의 변환 과정이 필요하지 않다. 따라서 복잡도를 감소시킬 수 있었고, 예측 모드 결정에서 후보 모드를 줄임으로서 부호화 성능을 유지하는 가운데 최적의 모드를 선택함으로써 복잡도를 감소시킬 수 있었다. 또한, 본 논문에서 제안하는 방법은 DCT 계수를 H.264 변환 계수로 변환하는 과정에서  $4 \times 4$  DCT 계수를 이용하기 때문에 MPEG-2에서 H.264로의 트랜스 코딩 과정에서 DCT 계수에서 정수 변환 계수로의 효율적인 변환과 더불어 효율적인 인트라 예측 모드 결정을 구현할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 인트라 예측에 대한 주제로 다루었으며, 인트라 예측뿐 만이 아니라 인터 예측까지 확장하는 방법을 후속 연구 과제로 연구할 계획이다.

## 참 고 문 헌

[1] Wiegand, T., Sullivan, G. J., Bjntegaard, G., Luthra, A., "Overview of the H.264/AVC video coding standard", *IEEE Trans. on Circuits and Syst. for video Technol.*, Vol.13, No.7, pp.560-576, 2003.

[2] F. Pan, X. Lin, S. Rahardja, K. P. Lim, Z. G. Li, D. Wu, and S. Wu, "Fast mode decision algorithm for intraprediction in H.264/AVC

video coding," *IEEE Trans. on Circuits and Syst. for video Technol.*, Vol.15, No.7, pp.813-822, July 2005.

[3] A. Vetro, Christopoulos, C, and Huifang Sun, "Video transcoding architectures and techniques: an overview", *IEEE Signal Processing Magazine*, pp.18-29, Mar, 2003.

[4] H. Kalva, and B. Petljanski, "Exploiting the directional features in MPEG-2 for H.264 intra transcoding", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol.52, No.2, MAY. 2006.

[5] H. Kato, Y. Takishima and Y.Kaji, "Fast intra mode decision method for MPEG to H.264 transcoding", *IEEE Int. Conf. Image Proc.*, pp.833-836, OCT, 2006.

[6] L. Wang, Q. Wang, Y. Liu, W. Lu, "A fast intra mode decision algorithm for MPEG-2 to H.264 video transcoding", *IEEE International Symposium on Consumer electronics*, pp.1-5, 2006.

[7] 김용재, 이창우, "MPEG-2에서 H.264로의 Transcoding 과정에서 DCT 계수를 H.264 정수 변환 계수로 변환하는 효율적인 알고리즘", *한국 통신 학회 논문지*, Vol.32, No.8, pp.729-737, 2007.

[8] H.264 Reference Software JM 11.0, available online at <http://iphonme.hhi.de/suehring/tml/download>.

[9] Jiang, J, and Feng, G, "The spatial relationship of dct coefficients between a block and its sub-blocks", *IEEE Trans. Signal Process.*, Vol.50, No.5, pp.1160-1169, May 2002.

김 용 재 (Yong-jae Kim)

준회원



2006년 8월 가톨릭대학교 컴퓨터 전자공학부 학사 졸업  
2008년 8월 가톨릭 대학교 컴퓨터공학과 석사과정 졸업  
현재 엠텍비전 연구원  
<관심분야> 영상처리, 영상통신

이 창 우 (Chang-woo Lee)

정회원

현재 가톨릭대학교 정보통신전자공학부 교수  
<관심분야> 영상통신, 영상처리