

# MPEG-2에서 H.264로의 Transcoding 과정에서 정수 변환 계수를 이용한 효율적인 인트라 예측 모드 결정 방법

준회원 김 용 재\*, 정회원 이 창 우\*\*

## Efficient Intra Prediction Mode Decision Method using Integer Transform Coefficients for the Transcoding of MPEG-2 to H.264 Standard

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

### 요 약

H.264/AVC 비디오 부호화 표준은 높은 부호화 효율을 보여주지만, 그에 따른 부호기의 복잡도가 증가하는 단점이 있다. 특히 비트율-왜곡 최적화 기법을 이용하여 인트라 모드를 결정하는 방법은 부호기의 복잡도를 증가시키는 가장 큰 원인이다. 따라서 부호화 효율을 유지하면서 부호기의 복잡도를 감소시키는 여러 가지 방법이 제안되고 있다. 본 논문에서는 MPEG-2에서 H.264로의 변환 과정에서 4×4 정수 변환 계수를 이용하여 효율적으로 인트라 예측 모드를 결정하는 방법을 제안한다. 제안하는 알고리즘을 적용한 모의실험 결과는 영상의 부호화 성능을 유지하면서 복잡도 및 부호화 수행 시간을 감소시킬 수 있었다.

**Key Words** : Video Transcoding, H.264/AVC, MPEG-2, Integer Transform, Intra Prediction mode decision

### ABSTRACT

The H.264/AVC video coding standard shows extremely higher coding efficiency, but it causes high computational complexity. Especially, the intra mode decision using the rate-distortion method requires many computations. Thus, the efficient intra mode decision methods have been proposed by decreasing the encoding complexity. In this paper, we propose an efficient intra mode decision algorithm using 4×4 integer transform coefficients in the conversion of MPEG-2 to H.264 standard. It is shown that the proposed algorithm reduces encoding time and complexity compared to the conventional algorithm, while showing similar PSNR performance.

### I. 서 론

비디오 재생 기능을 가진 PDA, 노트북, 스마트폰의 보급률이 증가하고 높은 압축률을 자랑하는 H.264를 표준으로 채택한 휴대용 이동 수신 TV 단말기의 보급이 늘어나면서 기존의 비디오 표준인 MPEG-1,2 그리고 H.263과의 호환성이 더욱 증대되고 있다. 기존의 표준안과는 다르게 H.264/AVC

는 인트라 예측 과정, 디블록킹 필터, 4×4 정수 변환, 다양한 크기의 화면 간 예측 모드 등의 새로운 기술을 적용하여 높은 압축 효율을 보이지만, 비트율 왜곡 최적(RDO: Rate Distortion Optimization) 기법을 사용하여 인트라 및 인터 모드를 예측하는 방식은 압축 효율을 향상시키는 가장 큰 기법인 동시에 모든 모드의 비트율 왜곡 비용값(Rate Distortion Cost)을 계산하여 비교하므로 많은 계산

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

\* (주)엠텍비전 시스템그룹 개발 4부, \*\* 가톨릭대학교 정보통신전자공학부 (changwoo@catholic.ac.kr)

논문번호 : KICS2008-03-120, 접수일자 : 2008년 3월 10일, 최종논문접수일자 : 2008년 10월 28일

량을 필요로 하는 단점이 있다<sup>[1]</sup>.

H.264 부호화의 높은 복잡도 문제를 해결하기 위해 Pan 등은 공간 영역에서 영상의 에지 성분을 이용하여 인트라 모드를 결정하는 알고리즘을 제안하였다<sup>[2]</sup>. 그러나 이는 앞에서 언급한 호환성 문제에 대한 중요성을 고려하지 않은 기법이다. 따라서 호환성 문제와 부호화 복잡도 문제를 동시에 해결하기 위해 Kalva 등은 MPEG-2에서 H.264로의 변환 과정에서 MPEG-2 비트열에서 얻어지는 8×8 DCT 계수를 이용하여 인트라 예측 모드를 결정하는 방법을 제안하였다<sup>[3]</sup>. Kalva 등이 제안한 방법과 같이 MPEG-2 비트열에서 얻어지는 8×8 DCT 계수의 여러 특성을 이용하여 인트라 모드를 결정하는 방법들이 최근에 많이 제안되고 있다<sup>[4,5]</sup>. 이와는 다른 방법으로 DCT 계수를 이용하지 않고 DCT 계수를 H.264 정수 변환 계수로 전환하는 과정에서 얻은 정수 변환 계수를 인트라 모드 결정에 사용하는 방법을 Su 등은 제안하였다<sup>[6]</sup>. 이는 인트라 모드 및 예측 모드 결정시 정수 변환 계수를 이용하여 연산이 이루어지기 때문에 소수점 이하 연산을 수행해야 하는 DCT 계수를 이용한 인트라 모드 결정 방법보다 계산상의 이점뿐만 아니라 트랜스코더의 하드웨어 구현에 있어서도 장점을 가진다. 따라서 본 논문에서는 MPEG-2에서 H.264로의 트랜스 코딩 과정에서 인트라 모드 결정 및 인트라 예측 모드 결정을 위한 효율적인 방안을 위해 4×4 정수 변환 계수를 이용하여 예측 모드 수를 한정함으로써 부호화 성능을 유지하면서 부호기의 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 위해 정수 변화 계수를 이용한 기존의 방법

MPEG-2에서 H.264로의 트랜스코더를 공간 영역 상에서 구현하기 위한 방법은 그림 1의 (a)에 도시한 것과 같이 입력으로 들어오는 MPEG-2 비트열을 MPEG-2 복호기를 통해 복호하여 공간 영역 상의 화소값을 얻고 이를 H.264 부호기의 입력으로

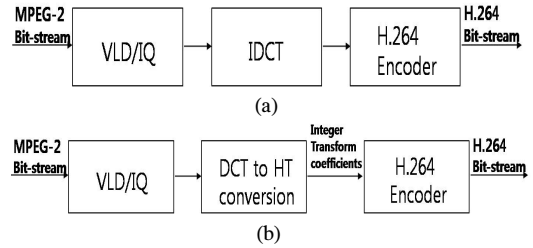


그림 1. (a) 공간 영역상의 트랜스 코딩 구조  
(b) 정수 변환 영역상의 트랜스 코딩 구조

받아들이는 구조로 구현할 수 있다. 그러나 이와 같은 구현방법은 많은 계산량과 구조상의 복잡도로 비효율적이기 때문에 그림 1의 (b)와 같이 MPEG-2 비트열에서 얻어지는 DCT 계수를 H.264 정수 변환 계수로 변환 시켜주는 기법<sup>[7]</sup>을 추가하여 이를 통해 얻어지는 4×4 정수 변환 계수를 H.264 부호기의 입력으로 받아들임으로서 효율적인 트랜스코더를 구현할 수 있다. 정수 변환 계수를 기반으로 한 트랜스코더 구조를 바탕으로 Su 등은 인트라 예측, 인트라 모드 결정 그리고 비트율 왜곡 비용값(Rate Distortion Cost)을 모두 정수 변환 계수를 사용하는 인트라 예측 모드 결정 기법을 제안하였다. 인트라 모드를 결정하기 위해 Su 등은 SATD 값을 정의하고, 화소값의 평균값으로 예측되는 예측 모드 2를 제외한 8개의 후보 모드들에 대한 SATD 값을 계산하여 이 중 가장 작은 값을 갖는 후보 모드 3개를 선정한다. 선정된 3개의 후보 모드와 앞에서 제외되었던 예측 모드 2에 대해 비트율 왜곡 비용값(Rate Distortion Cost)을 적용하여 가장 작은 값을 갖는 모드를 최종 모드로 결정하게 된다. 그러나 Su 등이 제안한 방법에서 후보 모드를 선정하기 위해 사용되는 SATD 값은 많은 계산량이 요구되는 단점을 가지고 있다.

이와 같이 Su 등은 입력의 정수 변환 계수와 예측 모드별로 예측된 값을 정수 변환하여 얻은 계수 값의 차를 기반으로 후보 모드 수를 줄이는 방법을 제안하였지만, Obermeier 등은 정수 변환 계수의 AC 계수를 이용하여 모드 수를 줄이는 방법을 제안하였다<sup>[8]</sup>. 이 방법에서는 4×4 블록의 첫 행의 AC 계수 3개의 합과 첫 열의 AC 계수 3개의 합의 비율을 이용하여 영상의 방향성을 확인하고 그 방향에 따라 예측 모드를 결정한다. 이렇게 결정된 예측 모드와 예측 모드 2의 비트율 왜곡 비용값을 비교하여 작은 값을 갖는 모드를 최종 예측 모드로 결정하게 된다. 그러나 이 방법에 있어서는 정수 변환

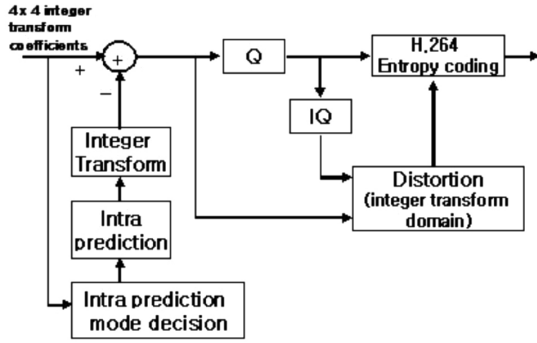


그림 2. 제안하는 트랜스 코딩 구조

계수가 DCT 계수와는 다르게 영상의 에너지 보존이 이루어지지 않는다는 점을 고려하지 않고 비율 값을 계산하기 때문에 예측 모드 결정에 있어서 그 정확성이 떨어진다.

### III. 정수 변환 계수를 이용한 제안하는 알고리즘

본 장에서는 DCT 계수를 4×4 정수 변환 계수로 전환하여 얻은 4×4 정수 변환 계수를 이용하여 효율적으로 인트라 모드 및 인트라 예측 모드를 결정하는 방법을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 기존의 방법에서는 제시하지 않은 인트라 16×16 모드 내에서도 예측 모드를 효율적으로 결정하는 방법을 제안하고 비트율 왜곡 비용값을 이용하여 인트라 16×16 모드와 인트라 4×4 모드를 나누는 것이 아닌 정수 변환 계수를 이용한 분산을 통해 인트라 모드를 결정하는 방법을 제안한다. 제안하는 트랜스 코더의 구조는 그림 2에 제시하였고 간략한 알고리즘 순서도는 그림 3에 각각 도시하였다.

그림 3의 알고리즘 순서도에서 보는 것과 같이 제안하는 알고리즘은 기존의 방법과는 다르게 인트라 모드를 먼저 결정한다. 즉, 4×4 혹은 16×16의 두 가지 인트라 모드 중 하나를 결정하기 위해 4×4 정수 변환 계수의 DC 계수 16개를 이용하여 다음의 식 (1)과 (2)에 의해 인트라 모드를 선택하기 위한 분산을 구한다.

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

$$Variance = \frac{1}{16} (HT\_DC_i - \mu)^2 \quad (2)$$

식 (1)의 결과 값은 평균을 식 (2)의 결과 값은

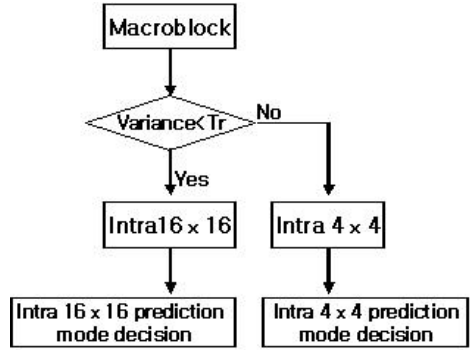


그림 3. 제안하는 알고리즘의 순서도

분산을 각각 의미하며, HT\_DC는 매크로 블록 당 4×4 정수 변환 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 결정한다. 인트라 모드 결정을 위해 DC 계수의 분산을 이용한 것은 DC 계수가 각 블록의 대표값을 나타낸다는 점과 매크로 블록 당 16개의 DC 계수의 분포가 매크로 블록의 복잡도를 나타내기 때문이다. 또한, 4×4 정수 변환 계수는 8×8 DCT 계수와는 다르게 공간 영역에서의 에너지가 보존되지 않으므로 식 (1)과 (2)에서 사용되는 HT\_DC값은 4×4 정수 변환 계수의 DC 계수 값에 스케일링 값을 곱하여 얻어진 값이다. 즉 에너지 보존이 이루어지는 DCT 계수와 가까운 값으로 나타내기 위해 정수 변환 계수의 DC 계수에는 0.25를 AC 계수에는 0.158의 가중치 값을 곱하여 주며 가중치 행렬(W)는 식 (3)과 같다. 이와 같이 제안하는 방법은 인트라 16×16 모드와 인트라 4×4 모드를 H.264 참조 소프트웨어<sup>[9]</sup>에서처럼 비트율 왜곡 비용값을 통해 선택하지 않고 식 (1)과 (2)를 이용하여 인트라 모드를 먼저 선정함으로써 계산상의 이점을 가지게 된다.

$$W = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.158 & 0.25 & 0.158 \\ 0.158 & 0.1 & 0.158 & 0.1 \\ 0.25 & 0.158 & 0.25 & 0.158 \\ 0.158 & 0.1 & 0.158 & 0.1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

또한, 기존의 방법에서는 이러한 인트라 모드를 구분하는 방법을 제안하고 있지 않은데 본 논문에서는 이러한 방법을 추가함으로써 영상의 부호화 성능을 극대화시킨다.

다음으로 위의 과정을 통해 선택된 인트라 모드 별로 예측 모드를 선택하게 되는데, 인트라 16×16 모드와 인트라 4×4 모드에서 4×4 정수 변환 계수를 이용하여 인트라 예측 모드를 결정한다. 기존의 방법에서는 인트라 16×16 모드의 예측 모드 결정은 영상의 부호화 성능에 많은 영향을 주지 않기 때문에 인트라 16×16 모드 내에서 예측 모드를 선택하는 방법을 제시하지 않았다. 그러나 4장의 실험 결과에서도 확인할 수 있듯이 본 논문에서는 4×4 정수 변환 계수를 이용하여 인트라 16×16 모드의 예측 모드를 결정하는 방법을 제안함으로써 기존의 방법에서와 같은 수준의 부호화 성능을 유지하는 가운데 부호화 시간을 줄일 수 있다.

4×4 정수 변환 계수를 이용하여 인트라 4×4 모드에서의 예측 모드를 결정하는 방법은 다음과 같다. H.264 표준에서는 그림 4와 같이 인트라 4×4 모드에서 9가지의 예측 모드를 가지고 있다. 먼저 4×4 예측 모드를 결정하기 위해 다음과 같은 식을 사용하였다.

$$HT\_Ratio_{4 \times 4} = \frac{HT\_AC_{4 \times 4}(0,1)}{HT\_AC_{4 \times 4}(1,0)} \quad (4)$$

식 (4)에서 4×4 정수 변환 계수의 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 (4)의 값이 일치하는 점을 고려하여 예측 모드 결정을 위한 경계치 값을 tangent

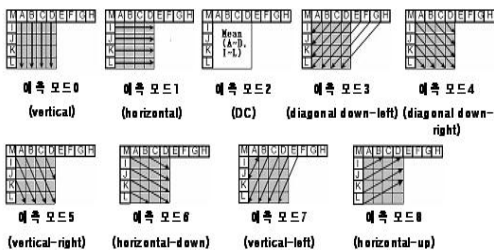


그림 4. 인트라 4×4 모드의 9가지 예측 모드

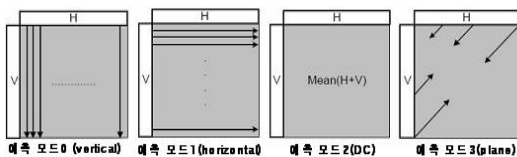


그림 5. 인트라 16×16 모드의 4가지 예측 모드

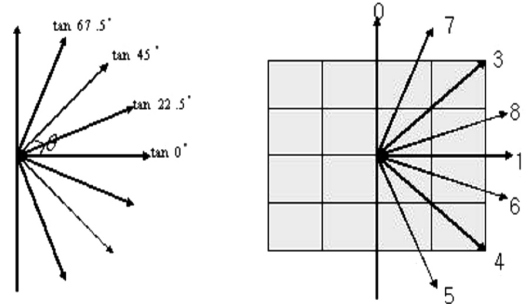


그림 6. 인트라 4×4 예측 모드의 방향과 그에 따른 기울기값

값에 바탕을 둔다. 즉, 그림 6에 제시한 기울기 값에 따라 그림 4와 5에서 나타나는 예측 모드의 방향을 대응시킬 수 있고 그림 6에서 숫자들은 예측 방향에 따른 예측 모드를 나타낸다. 이를 이용하여 기울기 값에 따른 예측 모드 결정을 표 1과 2에 제시하였다. 이렇게 결정된 예측 모드를 최적 모드에 가능성이 있는 후보 모드로 선택하고, 예측 모드 2와 함께 비트율 왜곡 비용을 적용하여 가장 작은 비용을 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 정수 변환 계수를 이용한다. 인트라 16×16 모드에서는

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

$HT\_Ratio_{4 \times 4}$ 값의 범위	후보 모드
$HT\_Ratio_{4 \times 4} > 2.4142$	0, 7, 1
$HT\_Ratio_{4 \times 4} < -2.4142$	0, 5, 1
$0 < HT\_Ratio_{4 \times 4} \leq 0.4142$	1, 8, 0
$0.4142 \leq HT\_Ratio_{4 \times 4} < 0$	1, 6, 0
$0.4142 < HT\_Ratio_{4 \times 4} < 1$	3, 8, 1
$1 < HT\_Ratio_{4 \times 4} \leq 2.4142$	3, 7, 0
$-1 < HT\_Ratio_{4 \times 4} < -0.4142$	4, 6, 1
$-2.4142 \leq HT\_Ratio_{4 \times 4} < -1$	4, 5, 0

표 2.  $HT\_Ratio_{4 \times 4}$ 에 따른 인트라 16×16 예측 모드 결정

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

그림 5와 같이 4가지의 예측 모드를 가지고 있다. 인트라 예측 모드를 결정하기 위해 위의 인트라 4×4 모드에서와 같이 식 (4)를 그대로 이용한다. 그러나 인트라 16×16 모드는 16개의 4×4 블록을 가지고 있으므로 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 표 2와 같이 비트율 왜곡값이 적용되는 모드 수를 4개에서 1개로 줄임으로서 계산량을 감소시킬 수 있다.

#### IV. 실험 결과

제안하는 알고리즘의 효율성과 타당성을 입증하기 위해서 ITU-T에서 권고하는 H.264 참조 소프트웨어 JM 11.0<sup>[9]</sup>를 이용하여 실험하였으며 실험 환경은 다음과 같다. 전체 프레임은 최초 100 프레임, GOP 구조는 모두 인트라 프레임, 그리고 엔트로피 코딩은 CAVLC로 설정하였다. 또한, 참조 소프트웨어를 사용할 때 RDO를 사용하여 얻은 결과와 RDO를 사용하지 않고 얻은 결과는 차이를 가지게 된다. 즉, RDO를 사용한 경우는 전체 후보 모드에 대해 비트율 왜곡 비용을 계산하므로 영상의 부호화 시간에 있어서 RDO를 사용하지 않은 것보다 부호화 시간이 높게 나타난다. 그러나 정확한 예측 모드를 결정하게 되므로 영상의 PSNR 성능과 발생 비트율에 있어서는 높은 효율성을 자랑한다. 따라서 본 실험에서는 RDO를 사용하여 실험을 하였으며 테스트 영상은 QCIF(176×144) 영상 크기의 Carphone, Foreman, Claire 그리고 Miss America 와 CIF (352×288) 영상 크기의 News, Stefan 그리고 Mobile 영상을 사용하였다.

영상의 부호화 성능을 비교하기에 앞서 기존의 방법들과 제안하는 방법은 비트율 왜곡 비용값에 적용 되는 후보 모드 수를 줄이는 과정을 수행하게 된다. 이때 예측 모드 하나에 필요한 계산량을 표 3에 정리하였으며 표에서 M은 곱셈 수를 A는 덧셈 수를 나타낸다. 표 3에서와 같이 Su 등이 제안한 방법에서는 예측 모드의 정수 변환 계수와 입력의 정수 변환 계수의 차이를 이용하게 되는데 이때 정수 변환 계수의 에너지 보존을 위해 스케일링 값을 곱하게 된다. 여기서 4×4 크기의 예측 후보 모드 하나에 필요한 곱셈 수는 16회가 필요하다. Obermeier 등이 제안한 방법의 경우는 AC계수를

표 3. 인트라 4×4 후보 모드 선정에 필요한 각 알고리즘에서의 계산량 비교

Su's algorithm[6]	Obermeier's algorithm[8]	Proposed algorithm
16M	4A+1M	3M

이용해 경계치 값을 구하는 과정에서 4회의 덧셈 수와 1회의 곱셈 수가 필요하며 제안하는 방법에서는 정수 변환 계수의 첫 행과 열의 첫 번째 AC계수에 대한 가중치 곱과 그 비율 계산을 위한 곱셈 수로 3회가 필요하다. 따라서 인트라 4×4 예측 모드 결정을 위한 후보 모드 선정에 요구되는 계산량은 표 3에 제시된 것과 같다. 표에서처럼 제안하는 방법은 Obermeier 등이 제안한 방법에 비해 계산량에서 많은 차이를 보이지 않으면서 정수 변환 계수의 에너지 보존을 고려하여 경계치 값을 설정하였으므로 예측 모드 결정을 위한 정확성에서도 효율적이다. 이는 실험 결과의 부호화된 정보량 비교에서도 확인할 수 있다.

다음으로 각 알고리즘을 통해 얻은 PSNR 값, 발생되는 비트율, 그리고 부호화 시간을 비교 분석한다. 표 4, 5, 6에 나타난 값들은 RDO를 사용한 경우의 결과이고 양자화 파라미터 QP값은 28로 하였으며, 표 5와 6에 제시된 각 알고리즘에 의해 발생되는 비트율과 수행 시간은 참조 소프트웨어에 의해 얻어진 결과 값을 1로 하였을 때의 상대적인 값을 나타낸다. 분석에 앞서 제안하는 방법은 기존에 사용하지 않았던 인트라 16×16 모드에서 예측에 필요한 4가지 후보 모드 수를 1가지로 줄이고, 정수변환 계수의 AC계수를 이용한 분산을 통해 인트라 16×16 모드와 인트라 4×4 모드를 구분하는 방법을 제안하였고, 이에 따른 실험 결과를 Proposed2로 나타내었다. 또한, 기존의 방법들과 같은 상황에서

표 4. 각 방법을 통해 얻은 PSNR(dB) 비교 (RDO= ON)

sequence	JM	Su[6]	Obermeier[8]	Proposed d1	Proposed d2
Q C I F	Carphone	38.27	38.23	38.10	38.21
	Foreman	36.82	36.75	36.75	36.77
	Claire	40.80	40.78	40.60	40.76
	Miss_am	41.02	40.97	40.95	40.94
C I F	News	39.01	38.95	38.88	38.99
	Stefan	36.88	36.72	36.60	36.71
	Mobile	35.66	35.53	35.37	35.49

표 5. 각 방법을 통해 얻은 발생 비트량 비교 (RDO= ON)

sequence		JM	Su[6]	Obermeier[8]	Proposed1	Proposed2
Q C I F	Carphone	1.000	1.050	1.158	1.047	1.048
	Foreman	1.000	1.098	1.202	1.079	1.081
	Claire	1.000	1.021	1.166	1.037	1.043
	Miss_am	1.000	1.025	1.135	1.032	1.040
C I F	News	1.000	1.053	1.160	1.038	1.041
	Stefan	1.000	1.036	1.110	1.030	1.030
	Mobile	1.000	1.020	1.072	1.024	1.025

표 6. 각 방법을 통해 얻은 부호화 시간 비교 (RDO= ON)

sequence		JM	Su[6]	Obermeier[8]	Proposed1	Proposed2
Q C I F	Carphone	1.000	0.692	0.501	0.659	0.624
	Foreman	1.000	0.715	0.514	0.673	0.653
	Claire	1.000	0.741	0.549	0.665	0.658
	Miss_am	1.000	0.678	0.502	0.641	0.602
C I F	News	1.000	0.718	0.518	0.680	0.651
	Stefan	1.000	0.691	0.509	0.675	0.646
	Mobile	1.000	0.659	0.488	0.652	0.622

비교하기 위해 인트라 4×4모드 내에서의 예측 모드 결정만을 실험한 방법을 Proposed1로 나타내었고 이 방법에서 인트라 16×16모드의 예측 모드 결정은 4가지 후보 모드를 모두 사용하였다.

첫 번째로, PSNR 성능에 있어서 각 알고리즘의 결과를 비교 분석한다. 참조 소프트웨어를 통해 얻은 결과를 기준으로 각 알고리즘을 통해 얻은 PSNR값의 차에 대한 평균을 볼 때, QCIF 크기의 영상에 대해 Su 등이 제안한 방법은 0.05dB, Obermeier 등이 제안한 방법은 0.13dB, 제안하는 Proposed2의 결과는 0.04dB의 차이를 나타내었다. CIF 크기의 영상에 대해서는 각각의 방법에 대해 0.12dB, 0.23dB 그리고 0.09dB의 차이를 나타내었다. 즉, PSNR 성능에 있어서 QCIF와 CIF 크기의 영상 모두에서 기존 알고리즘과 제안하는 방법 모두 참조 소프트웨어를 통해 얻은 결과와 많은 차이를 보이지 않았다. 다음으로 발생 비트량을 비교 분석한다. PSNR 성능비교와 같은 방법으로 비교하면, QCIF 크기의 영상에 대해 Su 등이 제안한 방법은 5%, Obermeier 등이 제안한 방법은 16%, 제안하는 Proposed2의 결과는 5%씩 각각 증가하였다. CIF

크기의 영상에 대해서는 4%, 12% 그리고 3%씩 각각 증가하였다. 발생 비트량의 경우 Obermeier 등이 제안한 방법이 다른 방법에 비해 많이 증가한 것을 확인할 수 있는데 이는 최종 후보 모드 수를 2개로 줄임으로서 모드 결정에 대한 정확성이 떨어진 것에 대한 결과이다.

마지막으로, 부호화 시간에 대해 비교 분석한다. 참조 소프트웨어를 통해 얻은 결과를 기준으로 각 알고리즘을 통해 얻은 부호화 시간의 차에 대한 평균으로 비교할 때 QCIF 크기의 영상에 대해 Su 등이 제안한 방법은 29%, Obermeier 등이 제안한 방법은 48%, 제안하는 Proposed2의 결과는 37%씩 각각 감소시키는 결과를 얻었다. 또한, CIF 크기의 영상에 대해서는 각각의 방법에 대해 31%, 49% 그리고 36%씩 각각 감소시켰다. 결과적으로는 Obermeier 등이 제안한 방법이 가장 높은 감소를 보이고 있지만, 이는 후보 모드 수를 2개로하여 비트율 왜곡 비용값을 계산하기 때문이다. 그러나 앞에서 확인한 발생 비트량 및 PSNR을 모두 고려할 때 비효율적임을 알 수 있다. 따라서 모든 부호화 성능을 고려하여 그 결과를 비교해 볼 때 Su 등이 제안하는 방법과 본 논문에서 제안하는 Proposed2의 방법이 보다 효율적이다. 그리고 제안하는 방법은 인트라 모드 결정과 인트라 16×16 모드에서 예측 모드 결정을 추가함으로써 Su 등이 제안한 방법에 비해 PSNR의 경우 -0.04~0.07dB에서, 발생 비트량은 ±3% 범위 내에서 차이를 보이는 가운데 부호화 시간은 최대 11%까지 차이를 보이는 효과를 얻었다.

또한, 본 논문에서 제안하는 방법은 기존의 방법과 다르게 인트라 16×16 모드에서의 예측 모드 결정과 정 방법의 추가와 정수 변환 계수의 DC 계수를 이용하여 인트라 16×16 모드와 인트라 4×4 모드의 분류 방법을 제안하였는데, 제안하는 알고리즘의 타당성과 효율성의 증명은 위의 표 4, 5, 6에서 proposed1과 proposed2의 결과를 통해 알 수 있다. 앞서서도 설명한 것과 같이 proposed1은 인트라 모드의 분류와 인트라 16×16 모드에서의 인트라 예측 모드 결정방법을 추가하지 않고 인트라 4×4 모드에서의 인트라 예측 방법만을 고려한 실험 결과이며 proposed2는 모든 방법을 고려하여 실험한 결과이다. 영상의 부호화 성능에 있어서 proposed2의 결과는 proposed1의 결과와 비교하여 많은 차이를 보이지 않는 가운데 부호화 시간에서 이득을 보임을 알 수 있다. 이는 인트라

16×16 모드의 예측 모드를 결정하는 방법을 추가하는 것이 부호화 성능을 유지하는 가운데 부호화 시간을 줄일 수 있음을 보여 준다.

## V. 결 론

본 논문에서는 MPEG-2에서 H.264로의 변환을 위해 DCT 계수를 H.264 정수 변환 계수로 변환하는 과정을 통해 얻은 4×4 정수 변환 계수를 이용하여 인트라 모드와 인트라 예측 모드를 결정하는 방법을 제안하였다. 제안하는 알고리즘은 인트라 모드 결정 및 인트라 예측 모드 결정을 위해 4×4 정수 변환 계수를 이용하기 때문에 영상의 부호화 과정에서 비트율 왜곡 값을 구현할 때 정수 변환 계수의 차를 이용하게 된다.

또한, 인트라 16×16 모드에서 예측 모드를 결정하는 것은 영상의 부호화 성능에 많은 영향을 미치지 않는다는 점 때문에 고려되지 않았던 기존의 방법과는 달리 본 논문에서는 인트라 16×16 모드에서도 후보 모드 수를 줄이는 방법을 제안함으로써 부호화 성능을 유지하는 가운데 부호화 복잡도 및 수행 시간의 비율을 감소시킬 수 있는 결과를 얻었다. 그리고 기존의 방법과 같이 제안하는 알고리즘에서도 비트율 왜곡 비용값에 적용되는 후보 모드를 선정하게 되는데, 4×4 정수 변환 계수에서 첫 행과 열의 AC 계수를 이용함으로써 이 과정에 필요한 계산량을 최대한 줄이는 효과를 얻을 수 있었다. 이러한 이점을 바탕으로 모의실험을 통한 영상의 부호화 성능 비교에서도 영상의 PSNR과 발생 비트량을 유지하는 가운데 부호화 시간을 줄이는 결과를 얻었다.

## 참 고 문 헌

[1] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjntegaard, A. Luthra, "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, July 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] 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, pp.706-711, May 2006.

[4] 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.

[5] 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.

[6] Y. Su, J. Xin, A. Vetro, and H. Sun, "Efficient MPEG-2 to H.264/AVC intra transcoding in transform domain", *ISCA 2005*, pp.1234-1237, May 2005.

[7] J. Xin, A. Vetro, and H. Sun, "Converting DCT coefficients to H.264/AVC transform coefficients", *Technical Report of Mitsubishi Electric Research Lab.*, TR 2004-058, June 2004.

[8] F. Obermeier, M. Durkovic, M. Zwick, K. Diepold, "AVC Intraprediction mode decision based on 4×4 Integer Transform Coefficients", *Eight International Work-shop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services*, June 2007.

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

김 용 재 (Yong-jae Kim)

준회원



2006년 8월 가톨릭대학교 컴퓨터전자공학부 학사 졸업  
2006년 8월~현재 가톨릭대학교 컴퓨터공학과 석사과정  
<관심분야> 신호처리, 영상통신, 영상처리

이 창 우 (Chang-woo Lee)

정회원

Vol. 33, No. 10 통신이론 및 부호이론 참조