

일반논문-09-14-1-03

# SKIP 모드 왜곡의 구분을 통한 H.264/AVC 부호화 P 슬라이스에서의 고속 모드 결정 방법

유종민<sup>a)†</sup>, 정제창<sup>a)</sup>

## Fast Mode Decision for H.264/AVC P Slices Using Classification of SKIP Mode Distortion

Jongmin You<sup>a)†</sup> and Jechang Jeong<sup>a)</sup>

### 요 약

최근 개발된 비디오 압축 표준인 H.264/AVC는 높은 압축 성능으로 인해 많은 응용 분야에서 사용되고 있다. 이러한 H.264/AVC의 높은 압축 성능은 주로 새롭게 추가된 많은 예측 기법에 의한 것이다. 새롭게 추가된 예측 기법 중 가변 블록 모드는 향상된 예측 성능을 제공함으로써 H.264/AVC의 높은 압축 성능에 많은 기여를 하지만 여러 블록 모드 중 최적 블록 모드를 선택하기 위해 많은 연산 양을 필요로 한다. 본 논문에서는 H.264/AVC 부호화 시 한 매크로블록에 대하여 작은 블록 모드에 대한 모드 결정 과정이 필요한지 아닌지를 SKIP 모드 왜곡을 이용하여 판정함으로써 모드 결정에 필요한 연산 양을 줄이는 고속 모드 결정 기법을 제안한다. 실험 결과는 제안하는 방법이 큰 압축 성능 저하 없이 최대 66.41%의 부호화 시간을 줄일 수 있음을 보인다.

### Abstract

H.264/AVC, a recently developed video compression standard, is used for various applications because of its high coding efficiency. Variable block mode plays important role in the high coding efficiency of H.264/AVC but involves significant computations to select the optimal mode. In this paper, a fast mode decision method for H.264/AVC P slices is presented. To reduce computations for mode decision, the proposed mode decision method skips the mode decision processes for small partition modes using distortions of SKIP mode and intra16x16 mode. The experimental results show that the proposed method can reduce encoding time up to 66.41% while maintaining compression efficiency.

Keyword : H.264/AVC, mode decision, rate distortion optimization, video coding

## I. 서 론

최근 개발된 비디오 압축 표준인 H.264/AVC는 이전 비

디오 압축 표준들에 비해 높은 압축 성능을 보인다<sup>[1]</sup>. H.264/AVC의 높은 압축 성능은 주로 새로이 추가된 여러 예측 기법들-가변 블록 모드, 다중 참조 프레임, 인트라 예측 등-에 의한 것이다. 그 중 가변 블록 모드는 H.264/AVC의 높은 압축 성능에 많은 기여를 하지만 최적 모드를 선택 하는데 많은 연산을 필요로 한다. H.264/AVC는 P 슬라이스에 2개의 인트라 모드(intra16x16, intra4x4), 4개의 인터

a) 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과  
Dept. of Electronics and Computer Engineering

† 교신저자 : 유종민 (Jongmin.You@gmail.com)

※본 연구는 서울시 산학연협력사업으로 구축된 서울 미래형콘텐츠 컨버전스 클러스터 지원으로 수행되었습니다.

모드 (inter16x16, inter16x8, inter8x16, inter8x8) 그리고 SKIP 모드, 총 7개의 모드를 허용한다. 이러한 다양한 블록 모드들은 각기 다른 특성을 갖는 영역에서 장점을 갖기 때문에 현재 부호화 되는 블록에 최적의 모드를 선택하는 것은 압축 성능에 많은 영향을 미친다. H.264/AVC의 다양한 블록 모드들을 효율적으로 이용하기 위하여 H.264/AVC 참조 프로그램은 모드 결정 방법으로 Rate Distortion Optimization (RDO)을 제공한다. RDO의 목적은 허용된 모든 모드 중 최적 rate-distortion (RD) 성능을 보이는 모드를 선택하는 것이다. 최적 RD 성능은 가장 적은 Lagrange 값을 구함으로써 얻어진다<sup>[2]</sup>. Lagrange 값은 다음과 같이 표현된다.

$$J(X, M) = D(X, M) + \lambda \times R(X, M) \quad (1)$$

어떤 매크로 블록 X와 블록 모드 M에 대하여 J(X, M)은 Lagrange 값, D(X, M)은 부호화 되고 복호화 된 블록들 간의 왜곡을, R(X, M)은 블록 X를 부호화 하는데 필요한 비트 수를 나타내며  $\lambda$ 는 모드 결정을 위한 Lagrange 상수를 나타낸다. 식 (1)은 많은 허용된 모드에 대하여 최적 모드를 결정하는데 효율적인 기준을 제공하지만, 어떤 모드에 대한 Lagrange 값을 구하기 위해서는 부호화 및 복호화 과정이 필요하기 때문에 H.264/AVC에서는 많은 모드로 인하여 많은 연산을 필요로 한다. RDO에 필요한 많은 연산은 실시간 처리를 필요로 하는 응용분야에서는 적합하지 않기 때문에 많은 고속 모드 결정 기법들이 제안되었다<sup>[3-10]</sup>. [3]에서는 공간적 상관도와 시간적 상관도의 비교를 통해 인트라 모드 결정을 선택적으로 수행함으로써 속도 향상을 꾀하였다. 고속 인트라 프레임의 모드 결정을 위하여 [4]와 [5] 방법은 다른 모드의 RD cost를 분석하여 제한된 블록 모드에 한하여 모드 결정을 수행하였고 반면에 [6]과 [7]의 방법은 all-zero 계수 블록에 대한 예측을 이용하여 움직임 벡터 탐색과 모드 결정에 대한 조기 종료를 수행하였다. 또한 이전 프레임과 현재 프레임의 차분치 [8] 또는 공간적/시간적 동질성 [9]을 이용하여 불필요한 모드에 대한 탐색을 생략하였고, [10]에서는 이전 프레임의 가장 높은 상관도를 갖는 블록의 모드를 이용 현재 블록의 후보 모드를 제한하였다. 이들 방법은 현재 블록의 모드를 예측하기 위해 서로 다른

정보를 이용하지만 제한된 모드에 대해서만 모드 결정 과정을 수행하여도 큰 부호화 효율의 저하 없이 부호화를 할 수 있다는 가정을 공통적으로 하고 있다.

본 논문은 작은 크기 블록 모드에 대한 모드 결정 과정을 선택적으로 수행함으로써 모드 결정에 필요한 연산 양을 줄이는 H.264/AVC P 슬라이스를 위한 고속 모드 결정 기법을 제안한다. 기존 방법들 중 이미 부호화된 프레임의 정보를 이용하는 방법들의 경우 일반적으로 보다 좋은 속도 향상을 얻을 수 있지만 이러한 방법은 이전 프레임이 인트라 프레임일 경우 고속 모드 결정 방법을 사용할 수 없고 또한 잘못된 최적 모드 선택이 일어나는 경우 잘못된 선택이 전파될 가능성이 크다. 때문에 본 논문에서 제안하는 방법은 현재 블록의 정보를 이용하여 모드 결정에 이용한다. 제안하는 방법은 [5]의 방법을 확장 및 개선한 것으로 작은 크기 블록 모드가 현재 블록에 적합하지 여부를 보다 정확하게 판정하기 위해 현재 블록에 대한 SKIP과 intra16x16 모드의 부호화 결과를 바탕으로 계산되는 제거 가능한 부분 SKIP 왜곡이라는 값을 이용한다. 이 값은 현재 블록이 보다 작은 모드로 부호화 되었을 때 얼마만큼 이득을 얻을 수 있는지를 효율적으로 나타낸다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 제거 가능한 부분 SKIP 왜곡에 대해 설명하고 이를 이용한 고속 모드 결정 기법을 제안한다. 3장에서는 제안하는 방법의 실험 결과를 보이며 4장에서 결론을 맺는다.

## II. SKIP 모드 왜곡의 구분을 통한 고속 모드 결정 기법

### 1. 제거 가능한 부분 SKIP 왜곡

일반적으로 큰 블록 모드를 사용하여 부호화 하는 것은 움직임 벡터와 모드를 표현하는데 적은 비트를 필요로 하지만 영상 내 복잡한 영역에서는 움직임 보상 후 오차 데이터에 많은 에너지를 포함한다. 이와는 반대로 작은 블록 모드를 선택하는 것은 움직임 보상 후 오차 데이터에 적은 에너지를 포함하지만 움직임 벡터와 블록 모드를 표현하는데 보다 많은 비

트를 필요로 한다<sup>[11]</sup>. 이러한 관점에서 볼 때 한 매크로 블록에 대하여 일반적으로 보다 큰 블록 모드의 부호화 결과 나타나는 왜곡은 보다 작은 모드로 부호화 한 결과 나타나는 왜곡에 비해 클 것이며, 가장 큰 블록 모드 중 하나인 SKIP 모드는 움직임 벡터 또한 예측에 의해 결정되므로 가장 큰 왜곡을 갖게 될 것이다. 이는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$D(X, SKIP) \geq D(X, inter16 \times 16) \geq D(X, inter16 \times 8) \geq D(X, inter8 \times 8) \quad (2)$$

$$D(X, SKIP) \geq D(X, inter16 \times 16) \geq D(X, inter8 \times 16) \geq D(X, inter8 \times 8) \quad (3)$$

위와 같은 관계에서 볼 때 현재 블록이 RDO에 의해 작은 모드로 선택되기 위해서는 움직임 벡터나 모드를 표현하는데 드는 보다 많은 비트에 대한 보상이 왜곡 측면에서 얻어져야 한다. 이는 바꾸어 말하면 SKIP 모드의 왜곡이 줄어들 여지가 적다면 작은 블록 모드로 부호화 하는 것은 현재 블록을 부호화함에 있어서 이득을 얻을 수 없음을 뜻한다.

때문에 H.264/AVC 부호화 과정에서 발생하는 왜곡의 원인에 대해 생각해 볼 필요가 있다. H.264/AVC는 손실 비디오 압축 알고리즘이며 H.264/AVC로 부호화 된 영상은 특별한 경우를 제외하고 대부분 왜곡을 포함한다. 부호화 과정에서 발생하는 왜곡은 트랜스폼 된 움직임 보상 후 오차 데이터에 양자화 에러가 추가되면서 발생한다. H.264/AVC를 비롯한 손실 비디오 압축 알고리즘에서 움직임 보상 후 오차 데이터가 생기는 이유는 다음과 같이 설명 될 수 있다.

- 1) 참조 블록에 포함 된 왜곡
- 2) 현재 블록과 참조 블록 간 움직임

부호화 과정에서 특별한 경우를 제외하면 현재 블록과 참조 블록이 완벽히 같아 움직임 보상 후 오차 데이터가 없을 경우 왜곡이 발생하지 않는다. 하지만 실제 부호화 시 참조 블록은 현재 블록과 차이를 보이는데 그 이유는 위에 언급한 두 가지로 구분할 수 있다. 참조 블록과 현재 블록 간 시간에 따른 움직임이 있다면 당연히 두 블록 간 움직임

보상 결과는 오차 데이터가 발생 할 것이다. 만약 참조 블록과 현재 블록 간 움직임이 없다 하여도 참조 블록은 이미 부호화되었기 때문에 왜곡을 포함하고 있으며 이 두 블록 간 움직임 보상 결과는 오차를 포함하게 된다. H.264/AVC 부호화에서 사용하는 가변 블록 모드는 현재 블록과 참조 블록 간 움직임에 의해 발생한 왜곡을 줄임으로써 부호화 효율을 높이는 것을 목표로 한다. 때문에 현재 블록과 참조 블록 간 움직임에 의해 발생한 왜곡은 보다 작은 모드로 부호화를 함으로써 어느 정도 제거가 가능하지만 참조 블록에 포함 된 왜곡으로 인해 발생한 왜곡은 손실 부호화 과정에서 구조적으로 발생하는 왜곡으로 보다 작은 모드로 부호화함으로써 제거 불가능하다고 할 수 있다. 이를 SKIP 모드 왜곡에 적용하면 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$D(X, SKIP) = D_{IR}(X, SKIP) + D_R(X, SKIP) \quad (3)$$

$D_R(X, SKIP)$ 은 블록 간 움직임에 의해 생긴 왜곡으로 작은 모드로 부호화를 함으로써 제거 가능한 (removable) SKIP 모드의 부분왜곡을 나타내며  $D_{IR}(X, SKIP)$ 은 참조 블록의 왜곡에 의해 발생한 왜곡으로 작은 모드로 부호화를 하여도 제거 불가능한 (irremovable) SKIP 모드의 부분 왜곡을 나타낸다.

이러한 왜곡에 대한 구분은 개념적인 것으로 다음과 같이 만들어진 움직임이 없는 영상을 이용한 실험을 통하여 대략적으로 확인할 수 있다. 움직임이 없는 영상은 일반 영상의 각 프레임을 자신 앞에 복사함으로써 만들어진다. 그림 1은 움직임이 없는 영상을 만드는 법을 나타낸다.

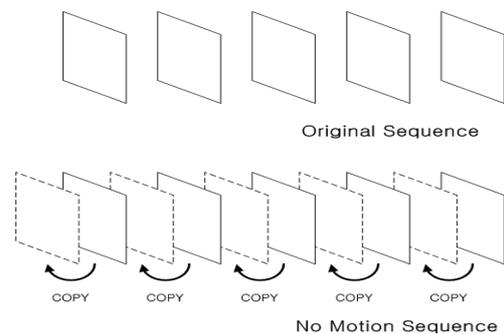


그림 1. 움직임이 없는 영상을 만드는 방법  
Fig. 1 The procedure of generating no motion sequences

그림 1과 같이 만들어진 움직임이 없는 영상을 GOP=2로 하고 참조 프레임을 1장만 사용하여 부호화 하면 이때 얻어진 부호화 결과를 원본 영상의 같은 위치 블록에 대한 DIR(X,SKIP)로 가정할 수 있다. 이렇게 얻어진 DIR(X,SKIP)과 원본 영상을 부호화 하여 얻어진 D(X,SKIP)을 이용하여 원본 영상의 DR(X,SKIP)을 다음과 같은 식을 통해 실험적으로 구할 수 있다.

$$D_R(X,SKIP) = D(X,SKIP) - D_{IR}(X,SKIP). \quad (5)$$

표 1은 다양한 CIF 형식의 영상을 QP=28로 부호화 하여 RDO에 의해 선택된 최적 모드 별로 구분한 매크로 블록들의 DR(X,SKIP)의 평균값을 나타낸다. 표 1로 부터 큰 모드로 선택된 블록일수록 보다 적은 DR(X,SKIP)을 갖는 것을 확인 할 수 있으며 다른 많은 실험을 통해 다른 QP에서도 동일한 결과가 얻어 짐을 볼 수 있었다. 이는 앞서 언급한 SKIP 모드의 왜곡이 줄어들 여지가 적으면 작은 블록

표 1. QP=28로 부호화 된 다양한 CIF 영상의 최적 모드별 평균 DR(X,SKIP)  
Table 1. The average DR(X,SKIP) of macroblocks which were selected for each mode in variable CIF sequences at QP28

	Foreman	Akiyo	Coastguard
SKIP	755	215	1466
inter16x16	13778	3893	27597
inter16x8	30880	6556	29667
inter8x16	17980	5400	53351
inter8x8	61214	16952	66725
intra4x4	143436	84563	68689
intra16x16	12738	928	6512

모드로 부호화를 하여도 이득을 얻을 수 없다는 있다는 가정과 부합한다.

## 2. 제거 가능한 부분 SKIP 왜곡에 대한 예측 모델

앞 절에서 언급한 가정을 고속 모드 결정에 이용하기 위해서는 DIR(X,SKIP)이나 DR(X,SKIP)에 대한 예측 모델

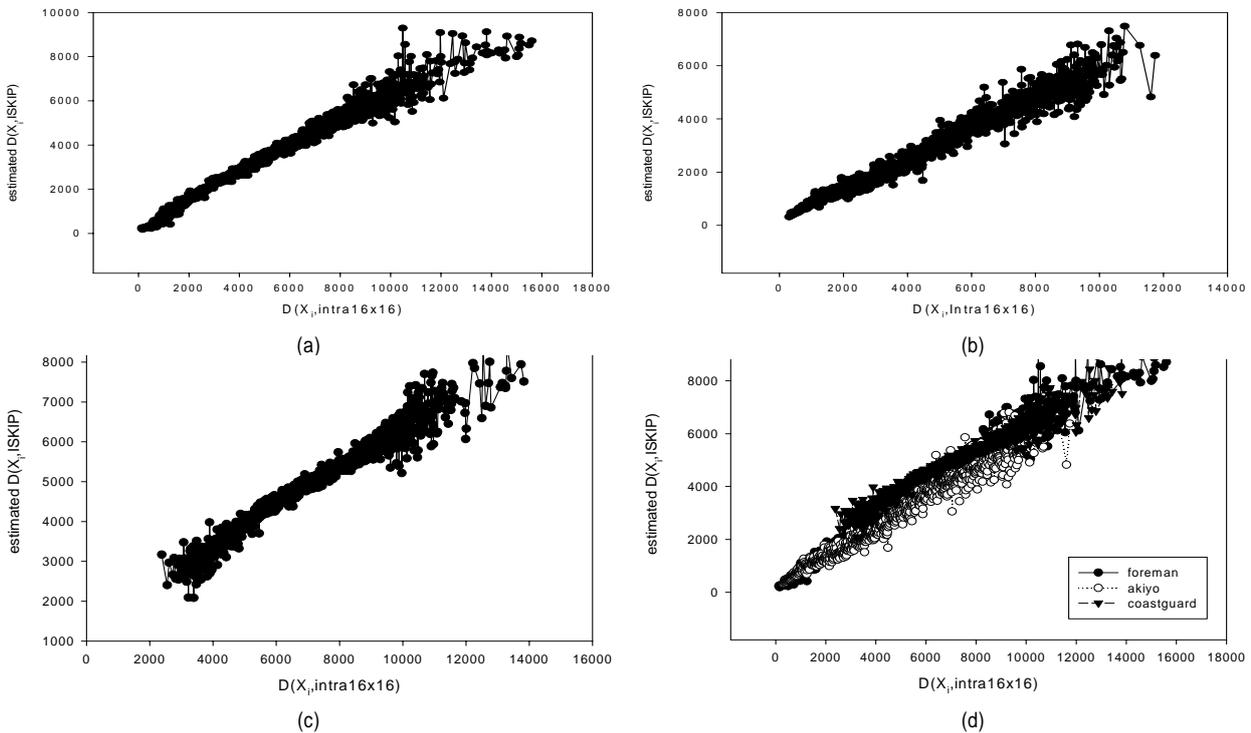


그림 2. DIR(X,SKIP)과 D(X,intra16x16)간의 관계: (a) foreman(CIF), (b) akiyo(CIF), (c) coastguard(CIF), (d) 여러 CIF 형식 영상  
Fig. 2 The relationship between DIR(X,SKIP)과 D(X,intra16x16): (a) foreman(CIF), (b) akiyo(CIF), (c) coastguard(CIF), (d) variable CIF sequences

이 필요하다. 많은 통계적 분석을 통해 같은 매크로 블록의  $DIR(X,SKIP)$ 과  $D(X,intra16x16)$ 은 높은 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있었다. 그림 2는 여러 CIF 영상을 QP=28로 부호화 하였을 경우  $D(X,intra16x16)$ 에 대한 평균  $DIR(X,SKIP)$  값의 관계를 나타낸다. 그림 2를 통해  $DIR(X,SKIP)$ 과  $D(X,intra16x16)$ 은 높은 상관도가 있음을 알 수 있다. 이러한 높은 상관관계는 다른 포맷의 다양한 영상들과 다른 QP에 대한 실험에서도 동일하게 나타났다.

$DIR(X,SKIP)$ 은 앞서 설명한 바와 같이 움직임이 없는 영상을 GOP=2로 하고 참조 프레임을 1장만 사용해 부호화하여 얻은 값으로 현재 블록을 인트라 부호화한 결과와 현재 블록의 차분치를 부호화한 결과이며  $D(X,intra16x16)$ 은 intra16x16 모드의 최적 예측과 현재 블록의 차분치를 부호화한 결과이다. 인트라 예측은 인접 블록 내 화소를 이용하여 현재 블록과 가장 유사한 예측 블록을 만드는 것을 목표로 하기 때문에 현재 블록과 유사할 것이다. 이러한 이유 때문에  $DIR(X,SKIP)$ 과  $D(X,intra16x16)$ 은 높은 상관도를 가지는 것으로 생각된다.  $DIR(X,SKIP)$ 과  $D(X,intra16x16)$ 의 이러한 관계는 다음과 같은 식으로 표현 가능하다.

$$\hat{D}_R(X,SKIP) = 0.65 \times D(X,intra16 \times 16) + 120 \quad (6)$$

식 (6)에서  $\hat{D}_R(X,SKIP)$ 은  $DIR(X,SKIP)$ 의 예측 값을 나타낸다. 식 (6)은 다양한 실험 결과를 통해 최소 사승 오차를 갖도록 구해졌다. 식 (6)을 이용하면 다음과 같이  $\hat{D}_R(X,SKIP)$ 을 구할 수 있다.  $\hat{D}_R(X,SKIP)$ 은  $DR(X,SKIP)$ 의 예측 값을 나타낸다.

$$\hat{D}_R(X,SKIP) = D(X,SKIP) - (0.65 \times D(X,intra16 \times 16) + 120) \quad (7)$$

표 2는 다양한 CIF 형식의 영상을 QP=28로 부호화 하여 RDO에 의해 선택된 최적 모드 별로 구분한 매크로 블록들의  $\hat{D}_R(X,SKIP)$ 의 평균값을 나타낸다. 표 2의 값은 표 1의 값과 유사함을 볼 수 있으며 이는  $\hat{D}_R(X,SKIP)$ 를 이용하여 효율적으로 현재 블록의 모드를 예측할 수 있음을 의미

한다. 이러한 결과는 다른 QP에서한 실험에서도 동일하게 나타난다.  $\hat{D}_R(X,SKIP)$ 를 구하기 위해 필요한  $D(X,SKIP)$ 과  $D(X,intra16x16)$ 를 구하는 것은 많은 연산 양을 필요로 하지 않기 때문에 이를 이용한다면 모드 결정에 필요한 시간은 줄일 수 있다.

표 2. QP=28로 부호화 된 다양한 영상에서 최적 모드별 평균  $\hat{D}_R(X,SKIP)$

Table 2. The average  $\hat{D}_R(X,SKIP)$  of macroblocks which are selected for each mode in variable sequences at QP28

	Foreman	Akiyo	Coastguard
SKIP	964	103	2102
inter16x16	13923	3543	28017
inter16x8	30948	6163	30079
inter8x16	18120	5039	53775
inter8x8	61272	16536	67047
intra4x4	143506	83961	69357
intra16x16	12851	1027	7190

### 3. 제거 가능한 부분 SKIP 왜곡을 이용한 고속 모드 결정 기법

현재 부호화 하는 블록에 대하여 먼저  $\hat{D}_R(X,SKIP)$ 을 구한 후, 구해진  $\hat{D}_R(X,SKIP)$  값이 충분히 작다면 작은 블록 모드에 대한 모드 결정 과정을 생략할 수 있다. 이를 위하여 다음과 같이 임계값들을 정한다. 임계값이 너무 클 경우 많은 속도 향상을 얻을 수 있지만 잘못된 모드 선택으로 인해 부호화 효율 측면에서 손실을 가져 올 수 있으며 임계값이 너무 작을 경우에는 부호화 효율의 손실은 미비하겠지만 충분한 속도 향상을 얻을 수 없다. 때문에 인접한 프레임들 사이에는 선택된 모드들 간에 높은 상관성이 있음을 이용하여 많은 실험을 통해 적은 부호화 효율 저하만으로 충분한 속도 향상을 얻을 수 있도록 많은 실험을 통해 임계값을 정하였다. 제안하는 방법에서 사용되는 임계 값 Th1, Th2과 Th3은 다음과 같다.

이전 프레임이 인트라 프레임인 경우:

$$Th1 = 500, Th2 = 1000, Th3 = 2000. \quad (8)$$

이전 프레임이 인트라 프레임이 아닌 경우:

$$\begin{aligned} Th1 &= \hat{D}_R(X_i, SKIP)_{SKIP} \times \alpha_1 \\ Th2 &= \hat{D}_R(X_i, SKIP)_{intra16x16} \times \alpha_2 \\ Th3 &= (\hat{D}_R(X_i, SKIP)_{intra16x8} + \hat{D}_R(X_i, SKIP)_{inter8x16}) / 0.5 \times \alpha_2 \end{aligned} \quad (9)$$

$\hat{D}_R(X, SKIP)_M$ 은 이전 프레임에서 모드 M으로 선택된 블록들의 평균  $\hat{D}_R(X, SKIP)$ 을 의미하며 round는 가장 가까운 정수를 의미한다.  $\alpha_1$ 과  $\alpha_2$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= round(QP/10) \times 0.2 - 0.3 \\ \alpha_2 &= round(QP/10) \times 0.2 - 0.2. \end{aligned} \quad (10)$$

$\hat{D}_R(X, SKIP)$ 과 임계값들을 이용하여 부호화 되는 블록에 허용되는 모드들은 표 3과 같다. 제안하는 고속 모드 결정 방법은 먼저 SKIP 모드와 intra16x16 모드에 부호화를 수행한 후 그 결과를 이용하여 구한  $\hat{D}_R(X, SKIP)$  값에 따라 표 3에 기술된 모드들에 대해서만 RDO를 수행함으로써 모드 결정에 필요한 연산 양을 줄인다.

표 3.  $\hat{D}_R(X, SKIP)$ 에 따른 허용 모드

Table 3. Candidate modes depending on  $\hat{D}_R(X, SKIP)$

조건	허용 모드
$\hat{D}_R(X, SKIP) < Th1$ 일 경우	SKIP, intra16x16
$\hat{D}_R(X, SKIP) < Th2$ 일 경우	SKIP, intra16x16, inter16x16
$\hat{D}_R(X, SKIP) < Th3$ 일 경우	SKIP, intra16x16, inter16x16, inter16x8, inter8x16
그 외	모든 모드

### III. 실험 결과

이 장에서는 제안하는 방법의 성능을 부호화에 걸리는 시간, 화질 그리고 비트율 측면에서 나타낸다. 실험은 JM 12.2에서 수행되었으며 성능 비교를 위하여 JM 12.2 RDO

부호화기와 비교하였다. 때문에 모든 값은 JM 12.2 RDO 부호화기에 상대적인 값으로 나타낸다. 실험은 다양한 움직임과 공간적 복잡도를 갖는 여러 시퀀스에 대하여 1장의 참조 프레임, Full Search 움직임 벡터 탐색 기법, Search Range= $\pm 16$ , CAVLC, IPPP...구조를 사용하여 QP={22, 27, 32, 37}에서 수행 되었다. 비트율과 화질은 [12]의 기준을 따라 계산 되었으며 [10] 방법과 비교를 하였다.

표 3은 제안하는 방법의 결과를 나타낸다.

제안하는 방법은 RDO를 사용하여 모드 결정을 하는 부호화기에 비해 평균적으로 2.12%의 비트율 증가와 0.09dB의 화질 저하를 보이지만 52.35%의 속도 향상을 얻을 수 있다. 표 4의 결과 중 가장 많은 속도 향상을 얻은 시퀀스는 akiyo(CIF)로 66.41%의 속도 향상을 얻었으며 가장 적은 속도 향상을 얻은 시퀀스는 mobile(CIF)로 44.38%의 속도 향상을 얻었다. 제안하는 방법은 부호화 되는 블록의 특성을 이용하여 모드를 제한하기 때문에 영상이 움직임과 공간적 복잡도가 많아 작은 크기 모드로 선택되는 블록이 많은 경우에는 속도 향상이 적을 수밖에 없다. 하지만 모든 영상에서 충분한 부호화 시간 감소를 얻을 수 있다.

표 4. 실험 결과

Table 4. Experimental results

	time(%)		PSNR(dB)		Bit(%)	
	proposed	[10]	proposed	[10]	proposed	[10]
foreman(QCIF)	-46.97	-37.55	-0.16	-0.09	2.97	1.74
carphone(QCIF)	-47.23	-43.14	-0.06	-0.07	1.28	1.44
coastguard(QCIF)	-45.21	-44.20	-0.06	-0.04	1.61	0.90
silent(QCIF)	-57.78	-51.92	-0.07	-0.07	1.20	1.20
foreman(CIF)	-55.10	-46.53	-0.16	-0.13	3.85	3.12
akiyo(CIF)	-66.41	-62.11	-0.02	-0.06	0.38	1.46
coastguard(CIF)	-48.86	-49.33	-0.06	-0.08	1.35	1.83
highway(CIF)	-59.24	-52.78	-0.09	-0.14	4.22	6.57
mobile(CIF)	-44.38	-37.47	-0.12	-0.06	2.25	1.15
average	-52.35	-47.23	-0.09	-0.08	2.12	2.16

그림 3은 여러 영상에 대한 제안하는 방법과 RDO의 RD 곡선을 보여준다. 제안하는 방법은 제한된 모드에 대해서

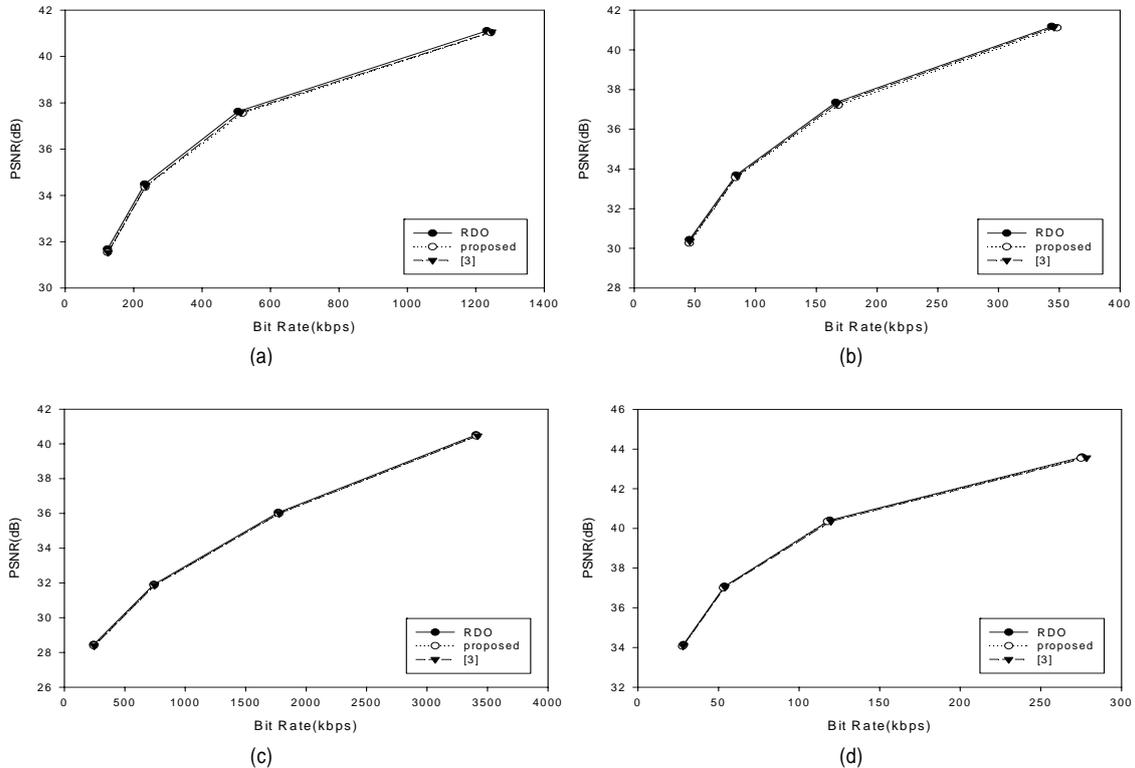


그림 3. 부호화 성능 비교: (a) foreman(QCIF), (b) foreman(CIF), (c) akiyo(CIF), (d) coastguard(CIF)  
 Fig. 3. RD performance comparison: (a) foreman(QCIF), (b) foreman(CIF), (c) akiyo(CIF), and (d) coastguard(CIF)

만 모드 결정 과정을 수행하기 때문에 RDO와 비교하여 저하된 부호화 효율을 보인다. 표 4와 그림 3으로부터 볼 수 있듯이 부호화 효율 저하는 움직임이 많고 움직임의 변화가 많은 시퀀스들(ex: foreman, highway, mobile)에서 크게 일어난다. 이는 대부분의 H.264/AVC를 위한 고속 모드 결정 방법이 가지고 있는 문제로 이러한 시퀀스들에서는 모드에 대한 잘못된 예측이 다른 블록의 모드 결정에 영향을 미침으로써 발생한다고 생각된다. 하지만 그림 3에서 볼 수 있듯이 제안하는 방법은 부호화 효율 저하가 큰 경우에도 RDO와 거의 유사한 부호화 효율을 보임을 알 수 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 H.264/AVC P 슬라이스를 위한 고속 모드

결정 기법을 제안하였다. 제안하는 방법은 기존 고속 모드 결정 기법들과 같이 제한된 모드에 대해서만 모드 결정 과정을 수행하여도 큰 부호화 효율의 저하 없이 최적 모드를 선택할 수 있다는 가정에 바탕을 두고 있다. 하지만 본 논문에서는 보다 정확히 최적 모드를 예측하기 위하여 SKIP 모드 왜곡과 intra16x16 모드 왜곡을 이용하여 제거 가능한 부분 SKIP 모드 왜곡을 제안하였다. 제안하는 고속 모드 결정 기법은 제거 가능한 부분 SKIP 모드 왜곡을 이용하여 현재 부호화되는 블록에 후보 모드를 보다 세분화하여 허용함으로써 모드 결정에 필요한 연산량을 줄일 수 있었다. 제안하는 방법은 여러 종류의 영상을 사용한 실험에서 평균적으로 2.12% 비트율 증가와 0.09dB PSNR 저하만을 보이면서 52.35%의 부호화 속도 향상을 얻을 수 있었다. 하지만 제안하는 방법은 움직임이 복잡한 시퀀스들에서는 보다 큰 부호화 효율 저하를 일으키는데 이러한 부호화 효율 저

하를 줄이기 위해서는 보다 더 정확한 모드 예측에 대한 연구가 이루어 져야 한다. 제안하는 방법은 단지 모드 결정 과정만을 다루기 때문에 고속 움직임 벡터 탐색 기법과 같이 사용되었을 경우 보다 많은 속도 향상을 기대할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] R. Schafer, T. Wiegand, and H. Schwarz, "The emerging H.264 standard EBU Technical Review", [Online] available at [http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev\\_298-bookshelf.html](http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_298-bookshelf.html).

[2] T. Wiegand, M. Lightstone, D. Mukherjee, T. G. Campbell, and S. K. Mitra, "Rate-distortion optimized mode selection for very low bit rate video coding and the emerging H.263 standard", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, vol.6, issue 2, pp. 182 - 190, Apr. 1996.

[3] I. Choi, J. Lee, and B. Jeon, "'Fast coding mode selection with rate-distortion optimization for MPEG-4 Part-10 AVC/H.264,'" IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 16, no. 12, pp. 1557 - 1561, Dec. 2006.

[4] P. Yin, H. C. Tourapis, A. M. Tourapis, and J. Boyce, "'Fast mode decision and motion estimation for JVT/H.264,'" in Proc. IEEE ICIP'03, Sep. 2003, vol. 3, pp. 853 - 856.

[5] J. M. You, W. K. Kim, and J. C. Jeong, "'16x16 Macroblock partition size prediction for H.264 P slices,'" IEEE Trans. Consum. Electron., vol. 52, no. 3, pp. 1377 - 1383, Nov. 2006.

[6] Y. H. Kim, J. W. Yoo, S. W. Lee, J. Shin, J. Paik, and H. K. Jung, "'Adaptive mode decision for H.264 encoder,'" Electron. Lett., vol. 40, no. 19, pp. 1172 - 1173, Sep. 2004.

[7] H. L. Wang, S. Kwong, and C. W. Kok, "'An efficient mode decision algorithm for H.264/AVC encoding optimization,'" IEEE Trans. Multimedia, vol. 9, no. 4, pp. 882-888, Jun. 2007.

[8] X. Jing and L. P. Chau, "'Fast approach for H.264 inter mode decision,'" Electron. Lett., vol. 40, no. 17, pp. 1051-1052, Aug. 2004.

[9] D. Wu, F. Pan, K. P. Lim, S. Wu, Z. G. Li, X. Lin, S. Rahardja, and C. C. Ko, "'Fast intermode decision in H.264/AVC video coding,'" IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 15, no. 7, pp. 953 - 958, Jul. 2005.

[10] B. Kim and C. Cho, "Fast inter-mode decision algorithm for P slices in H.264/AVC video standard". in IEEE Int. Symp. Consumer Electronics, 2007, pp. 1-6.

[11] Iain E. G. Richardson, "H.264 and MPEG-4 video compression: video coding for Next generation Multimedia", John Wiley & Sons, Ltd, 2003, pp. 170-171.

[12] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T Q.6/SG16 VCEG, VCEG-M33, Apr. 2001.

저 자 소 개



유 종 민

- 2003년 2월 : 한양대학교 전자전기공학부 졸업 (공학사)
- 2005년 2월 : 한양대학교 전자통신전파공학화 졸업 (공학석사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 박사과정
- 주관심분야 : 영상처리 및 영상압축, 화질 개선, 트랜스코딩



정 제 창

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1982년 2월 : KAIST 전기전자공학과 졸업 (공학석사)
- 1990년 3월 : 미국 Univ. of Michigan 전기공학과 졸업 (공학박사)
- 1982년 2월 ~ 1986년 7월 : KBS 기술연구소 연구원 (디지털 TV 및 뉴미디어 연구)
- 1990년 9월 ~ 1991년 1월 : 미국 Univ. of Michigan 전기공학과 연구교수
- 1991년 1월 ~ 1995년 2월 : 삼성전자 멀티미디어 연구소 (MPEG, HDTV 및 멀티미디어 연구)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수 (영상통신 및 신호처리 연구실)
- 1998년 : 과학기술자상 수상
- 1998년 : 정보통신부 장관상 수상
- 주관심분야 : 영상처리 및 영상압축