

## 영상 부호화 효율을 위한 새로운 화면 내 부호화 방법

김 지 언<sup>a)†</sup>, 노 대 영<sup>a)</sup>, 정 세 윤<sup>b)</sup>, 이 진 호<sup>b)</sup>, 오 승 준<sup>a)c)</sup>

### New Intra Coding Scheme for Improving Video Coding Efficiency

Jieon Kim<sup>a)†</sup>, Dae-Young Noh<sup>a)</sup>, Seyoon Jeong<sup>b)</sup>, Jinho Lee<sup>b)</sup>, and Seung-Jun Oh<sup>a)c)</sup>

#### 요 약

H.264/AVC는 새로운 부호화 기술에 의해 이전 비디오 부호화 표준보다 높은 성능을 나타낸다. 이러한 부호화 기술들 중 화면 내 예측 부호화 기술은 부호화 효율을 높이는 중요 기술이다. H.264/AVC의 화면내 예측 부호화 기술에서 예측 모드 정보를 부호화하기 위해 최우선 모드를 이용하며 최우선 모드의 선택율은 매우 높다. 또한 일반적으로 자연 영상이나 동영상의 경우 균일한 특성을 나타내는 영역을 많이 포함하고 있으며, 이러한 영역은 주변 블록과의 상관도가 매우 높다. 따라서 주변 블록의 예측 모드, 화소 에지의 방향성을 이용하면 복호화기에서도 현재 블록의 최적의 예측 모드를 결정할 수 있다. 본 논문에서는 화면내 부호화 효율을 향상시키기 위해 예측 모드 정보를 전혀 전송하지 않는 복호화기 예측을 이용한 화면내 SKIP 부호화 모드를 제안한다. 제안하는 방법은 주변 블록의 정보만을 이용하여 예측 모드를 결정하고 기존의 예측/변환 방법을 이용하여 부호화를 실시하며 예측 모드 정보는 전혀 전송하지 않는다. 부호화가 생략된 예측 모드 정보는 주변 블록의 정보만을 이용하여 결정된 것이기 때문에 복호화기가 부호화기에서 결정된 예측 모드와 동일하게 결정할 수 있다. 실험 결과 제안하는 방법은 H.264/AVC의 참조 소프트웨어인 JM 17.0에 비하여 CIF 영상에서 1.40%, 720p 영상에서는 3.24%의 비트 감소를 나타내었다.

#### Abstract

H.264/AVC significantly outperforms the previous video coding standards with many new coding tools. Among these tools, several intra-block coding tools can particularly improve coding efficiency. For intra prediction, H.264/AVC supports most probable mode in the entropy coding process to reduce syntax elements indicating intra prediction modes and most probable mode selection ratio is very high. Also, in general, natural images and videos have many homogeneous regions whose high correlation with neighbouring blocks. In this paper, we propose intra prediction mode SKIP mode using decoder-side prediction to improve the coding efficiency. The proposed method is determined the optimal prediction mode using only neighbouring block's information and coded on the basis of the conventional prediction/transform coding. And the prediction modes are not send to decoder at all. Skipped intra prediction mode is determined by decoder. Experimental results show that the proposed method achieves coding gains of 1.40% for common intermediate format(CIF), 3.24% for 720p sequences against the H.264/AVC JM 17.0 reference software.

Keywords : Coding efficiency, H.264/AVC, Intra coding, Most Probable Mode, Decoder

a) 광운대학교 VIA-멀티미디어 센터  
VIA-Multimedia Center, Kwangwoon University

b) 한국전자통신연구원  
ETRI

c) 광운대학교 방통융합 플랫폼 센터  
BnC Convergence Platform Center, Kwangwoon University

† 교신저자 : 김지언(eony@media.kw.ac.kr)

※ 본 연구는 방송통신위원회의 무안경 다시점 3D 지원 UHDTV 방송 기술 개발 사업의 일환으로 수행한 연구(KCA-2011-11921-02001)와 지식경제부, 한국산업기술진흥원의 전략 기술인력양성사업으로 수행된 결과임.

· 접수일(2010년12월20일), 수정일(2011년4월7일), 게재확정일(2011년5월6일)

## 1. 서론

가장 최근에 표준화가 완료된 H.264/AVC 표준은 다양한 부호화 기술에 의하여 압축 효율이 증가하였다<sup>[1-3]</sup>. 4×4 블록 단위 정수변환, 움직임 벡터 예측을 위한 다중 참조 영상, 화면내 예측 부호화, 1/4 화소 단위의 움직임 벡터 예측, 다양한 블록 크기의 움직임 탐색<sup>[4]</sup>, CABAC(Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding)[5], 그리고 De-blocking filter<sup>[6]</sup> 등과 함께 매크로블록의 모드 결정을 위한 율-왜곡 최적화 기법(Rate-Distortion Optimization)<sup>[7-8]</sup>들이 있다. 이러한 기술들 중에서 특히 화면내 예측 부호화 기술은 H.264/AVC의 부호화 효율을 높이는 중요한 부호화 기술이다.

H.264/AVC 화면내 부호화를 통한 정보들은 크게 모드 부호화(Mode Coding), 예측 모드 부호화(Prediction mode coding), 영상 부호화(Texture coding)의 세 종류로 구분될 수 있다. 특히 부호화된 비트스트림 내의 예측 모드 정보는 낮은 비트율로 갈수록 영상 정보에 비해 상대적으로 많은 부분을 차지하게 된다. 이는 예측 모드 부호화 기술이 전체적인 압축율을 향상시킬 수 있는 중요한 요소임을 의미한다. H.264/AVC 표준에서의 화면내 부호화는 예측 모드 정보를 부호화 하는데 소요되는 비트량을 감소시키기 위해 주변 블록이 가지는 예측 모드들 중 작은 값으로 얻어진 최우선 모드(Most Probable Mode)와 현재 블록의 모드 정

보와의 일치 여부를 이용하는 부호화 방법을 사용한다. 이러한 이유는 9개의 화면내 예측 모드를 발생 가능성이 높은 순서에 따라 작은 화면내 예측 모드 번호를 할당했기 때문이다.

그림 1은 720p 해상도의 'Crew' 영상에서 화면내 4×4 예측 부호화 모드일 때 최우선 모드로 결정된 블록 수의 비율을 나타낸 것이다. 가로축은 최우선 모드의 블록 수를 나타내고 세로축은 블록 수의 비율을 나타낸다. 그림 1에서 알 수 있듯이 매크로블록에서 최우선 모드의 수가 14~16개 되는 블록은 양자화 계수에 따라 약 27.8%~46.6% 정도를 차지하고 있다. 또한 일반적으로 많은 자연 영상에서 균일한 특성을 나타내는 블록들이 많이 존재한다. 특히 영상의 해상도가 높아질수록 화면내 물체의 크기가 커지게 되며 이 때문에 균일한 특성을 나타내는 매크로블록의 개수가 증가하게 된다. 균일한 특성을 나타내는 블록은 주변 블록과의 상관도가 높아 주변 블록만을 가지고 현재 블록의 예측이 가능하다. 따라서 상기 특징들을 반영하여 모든 4×4 블록의 예측 모드를 항상 복호화기가 결정하는 새로운 부호화 모드가 있다면, 복호화기로 예측 모드를 전송하지 않아도 되기 때문에 보다 향상된 부호화 효율을 달성할 수 있음을 의미한다.

본 논문에서는 복호화기 예측을 이용한 화면내 예측 모드 SKIP 부호화 모드(Intra Prediction Mode SKIP Mode using Decoder-side Prediction : ISKIP)를 제안한다. 최적

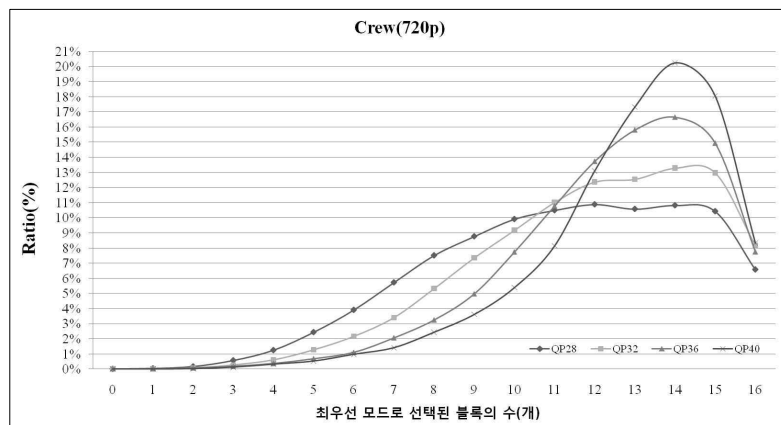


그림 1. 매크로블록에서 최우선 모드로 결정된 4×4 블록 수의 비율  
 Fig. 1. The ratio of 4×4 blocks which are coded by most probable mode in a macroblock

예측 모드를 결정하는 방법은 항상 최우선 모드로 결정하는 방법 또는 항상 주변 블록 화소의 예지 정보를 이용하는 방법을 사용하고 기존의 예측/변환 방법을 이용하여 부호화를 실시한다. ISKIP은 복호화기 예측을 통해 예측 모드를 결정할 수 있기 때문에 예측 모드 정보는 전혀 전송하지 않는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 H.264/AVC의 화면내 예측 부호화 방법에 대해 설명하고 III장에서는 제안하는 방법에 대해 설명한다. IV장에서는 제안하는 방법과 H.264/AVC의 화면내 예측 방법과의 다양한 비교 실험 결과를 제시한다. V장에서는 결론으로 본 논문을 마친다.

## II. H.264/AVC의 화면내 예측 부호화 방법

H.264/AVC의 화면내 예측 부호화 방법은 공간적 중복성을 줄여 부호화 효율을 높이기 위한 방법으로 예측 블록은 주변의 복호화 된 화소들을 이용하여 생성하게 된다. 휘도 성분에 대하여 기본적으로 화면내 4×4 블록 예측 부호화 그리고 16×16 블록 예측 부호화 모드가 있다. 각각의 부호화 모드들은 비트-왜곡률 최적화 기법(Rate-Distortion Optimization)을 이용하여 최적의 모드를 결정한다.

### 1. 화면내 4×4 블록 예측 부호화

휘도 성분에 대한 화면내 4×4 블록 예측 부호화 방법은 8가지 방향 성분과 DC 성분에 대한 예측 블록들을 생성하여 부호화를 실시한다.

그림 2는 주변의 복호화 된 참조 화소들을 이용하여 각 방향에 따른 4×4 예측 블록들을 생성하는 방법을 도시화한 것이다. 9가지 방향으로 생성된 4×4 예측 블록들은 원영상의 4×4 블록과 차분하고 정수변환과 양자화 과정을 거친 뒤 각 모드에 따른 부호화에 필요한 비트량과 이에 따르는 영상의 왜곡도를 계산한다. 라그랑지안 계수(Lagrangian multiplier)를 이용하여 각 모드에 대하여 비트-왜곡률 값을 계산하고 이 중에서 최소값을 가지는 모드를 최적의 예측 모드로 결정하게 된다.

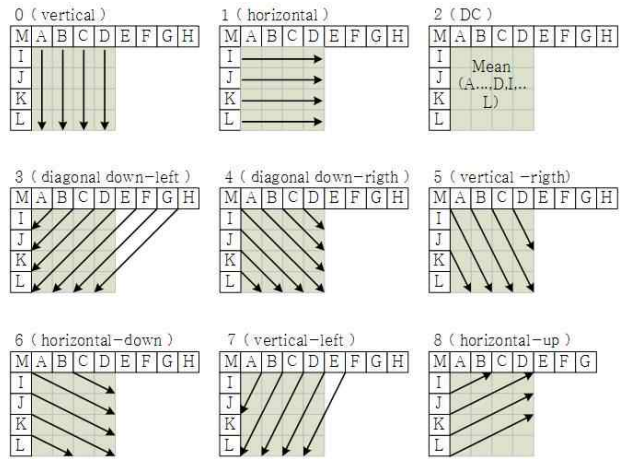


그림 2. 화면내 4×4 예측 모드들  
Fig. 2. Intra 4×4 prediction modes

주변 블록의 좌측 블록과 상위 블록의 예측 모드 번호 중에서 값이 작은 것을 최우선 모드로 정의한다. 윗-왜곡 최적화 기법을 통해 최종 선택된 예측모드와 최우선 모드를 비교하여 두 모드가 동일하면 플래그 비트를 '1'로 전송하고 같지 않으면 '0'으로 전송한 다음 추가로 나머지 8가지 경우를 가리키는 3비트의 부호를 전송한다. 3비트로 부호화 할 경우 최종 선택된 예측모드와 최우선 모드를 비교하여 예측 모드가 작을 경우 그대로 부호화 하고, 같거나 클 경우, 최종 모드에서 1을 뺀 값을 부호화한다.

### 2. 화면내 16×16 블록 예측 부호화

휘도 성분에 대한 화면내 16×16 블록 예측 부호화 방법은 3가지 방향 성분과 DC 성분에 대하여 예측 블록들을 생성하고 부호화를 실시한다.

그림 3은 화면내 16×16 블록 예측 모드에 대한 예측 블록 생성을 나타낸 것이다. 화면내 16×16 블록 예측 부호화 방법은 화면내 4×4 블록 예측 부호화 방법과는 다르게 부호화를 실시한다. 화면내 16×16 블록 예측 부호화 모드에 대해서는 각 4×4 블록마다 4×4 정수 변환을 실시(16개의 4×4 블록)하고 각 4×4 블록의 DC성분(16개)만을 다시 모아서 4×4 HADAMARD 변환을 실시한다. 데이터를 전송 할 때는 매크로블록 내 DC 성분의 4×4 HADAMARD

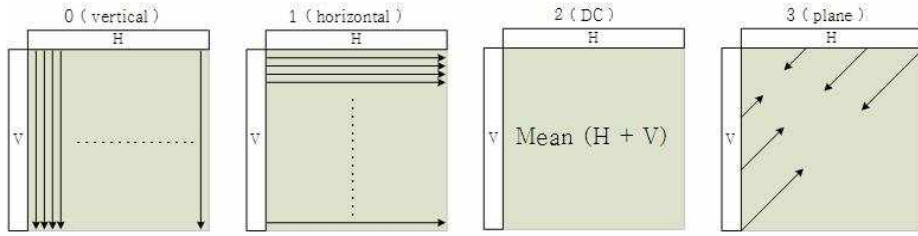
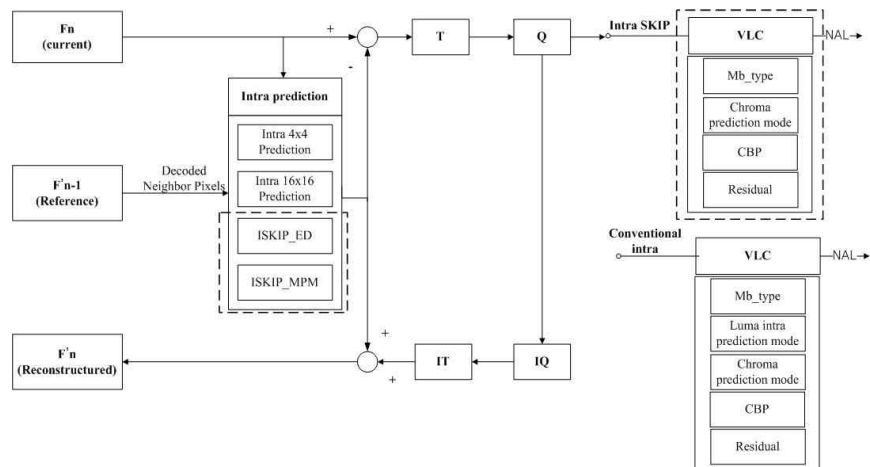


그림 3. 화면내 16x16 예측 모드들  
Fig. 3. Intra 16x16 prediction modes

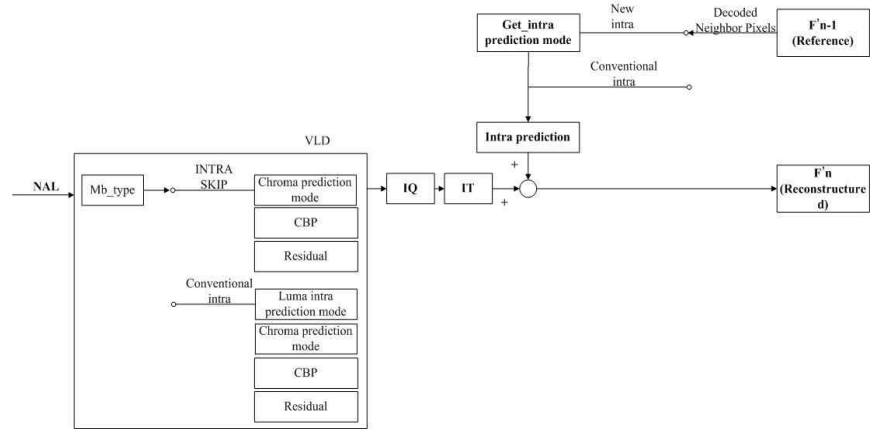
변환 정보를 먼저 보내고 DC성분을 제외한 AC 성분만으로 이루어진 16개의 4x4 블록 정보를 차례로 보내게 된다.

### III. 제안하는 화면내 예측 모드 SKIP 부호화 모드

본 논문에서는 주변 블록과 현재 블록의 높은 상관 관계



(a)



(b)

그림 4. 제안하는 방법의 순서도: (a) 부호화기, (b) 복호화기  
Fig. 4. Block diagrams of the proposed method: (a) Encoder, (b) Decoder

를 이용하여 복호화기가 예측 모드를 결정하고 부호화기는 모드 정보를 전혀 보내지 않는 예측 모드 SKIP 부호화 모드를 제안한다.

제안하는 ISKIP은 복호화기에서 최적 예측 모드를 결정하게 된다. 따라서 부호화기는 오직 주변 블록의 정보만을 이용하여 부호화 과정을 거치게 된다. ISKIP에 이용되는 주변 블록의 정보로는 최우선 모드와 화소의 에지 방향성이다. 그림 4는 ISKIP의 순서도를 나타낸 것이다. 입력 영상의 4x4 블록은 항상 최우선 모드로 부호화 하는 방법 (ISKIP using MPM : ISKIP\_MPM)과 주변 블록 화소의 에지 방향성에 의해 부호화 하는 방법 (ISKIP using Edge's Direction : ISKIP\_ED)으로 부호화를 실시한다. 이때 예측 모드 정보는 부호화를 생략한다. 복호화기는 부호화가 생략된 예측 모드에 대해 주변 블록의 정보를 이용하여 부호화기와 동일하게 결정한다.

1. 최우선 모드로 부호화 하는 방법(ISKIP\_MPM)

앞에서 살펴본 바와 같이 화면내 4x4 부호화 모드에서 최우선 모드로 선택될 확률이 매우 높음을 확인하였다. 따라서 항상 최우선 모드를 최적 예측 모드로 결정하는 부호화 방법인 ISKIP\_MPM 방법을 제안한다.

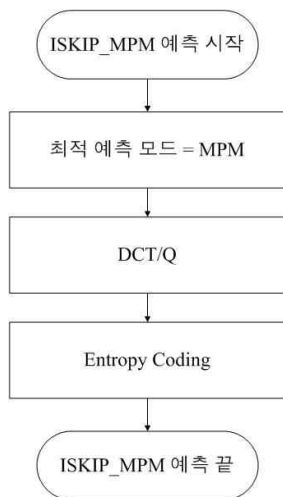


그림 5. ISKIP\_MPM 순서도  
Fig. 5. ISKIP\_MPM Flowchart

그림 5는 제안하는 ISKIP\_MPM의 순서도를 나타낸다. 4x4 블록이 입력되면 항상 최우선 모드를 최적의 예측 모드로 결정하고 기존의 예측/변환 방법을 이용하여 부호화를 실시한다. 최우선 모드는 그림 6(a)에서처럼 상위 블록과 좌측 블록의 예측 모드 가운데 값이 작은 예측 모드 값으로 정의하고 부호화 순서는 그림 6(b)와 같은 순서로 한다.

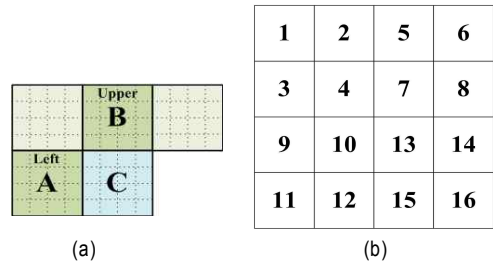


그림 6. (a) 현재 블록과 주변 블록들 (b) ISKIP\_MPM 예측 순서  
Fig. 6. (a) Current block and Neighbouring blocks (b) ISKIP\_MPM prediction order

그림 7의 (a)는 4x4 블록 단위로 주변 블록의 모드 정보를 나타낸 예이다. 주변 블록들이 그림 7(a)와 같은 경우 ISKIP\_MPM 방법은 그림 7(b)와 같이 예측 모드를 결정할 수 있다. 그림 7(b)에서 점선은 부호화 순서를 의미한다.

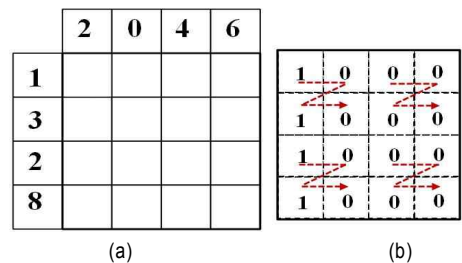


그림 7. (a) 주변 블록의 예측 모드 정보 (b) ISKIP\_MPM의 예  
Fig. 7. (a) Prediction mode of neighboring blocks (b) Example of ISKIP\_MPM method

2. 주변 블록 화소의 에지 방향성에 의해 부호화 하는 방법(ISKIP\_ED)

일반적으로 자연 영상에서 균일한(Homogeneous) 특성을 나타내는 블록들이 존재 한다. 특히 영상의 해상도가 높아질수록 화면 내의 오브젝트 크기가 커지게 되며 이 때문

에 균일한 특성을 나타내는 매크로블록의 개수가 증가하게 된다. 균일한 특성을 나타내는 블록은 주변 블록과의 상관도가 높아 주변 블록만을 가지고 현재 블록의 예측이 가능하다. 따라서 이러한 일반적인 사실을 이용하여 주변 블록 화소의 에지 방향성을 이용하여 현재 블록을 예측하는 방법인 ISKIP\_ED 방법을 제안한다.

ISKIP\_ED 방법에서는 8가지 방향 성분과 DC 성분에 대한 예측 블록들을 생성하여 부호화를 실시한다. 일반적으로 예측 블록의 크기가 작을수록 주변 블록과 현재 블록의 상관도는 높기 때문에 예측 블록의 크기는 4x4로 한다.

그림 8의 (a)에서 LUX, UX, LX, X, A~D, I~L, UA~UD, LI~LL는 이전에 압축-복원된 화소들로서 예측 블록의 이웃한 주변 블록에 속하고 현재 예측하고자 하는 블록의 화소들의 예측에 사용된다. 최적의 화면내 예측 모드를 결정하는 방법은 그림 8의 (b)~(i)에 도시한 바와 같이 8가지 방향에 대해 각 방향별 총 8번의 미분 연산을 수행한

후 그 합을 구한다. 또한 방향성을 가지고 있지 않는 DC 모드의 미분 연산은 식(1)과 식(2)를 이용한다. 따라서 현재 블록의 최적의 예측 모드는 9가지 모드에 대한 미분 연산을 통해 구한 합 중 가장 작은 값을 가지는 모드로 정한다.

$$\overline{M} = (A + B + C + D + I + J + K + L + 4) \gg 3 \quad (1)$$

$$S^2 = |A - \overline{M}| + |B - \overline{M}| + |C - \overline{M}| + |D - \overline{M}| + |I - \overline{M}| + |J - \overline{M}| + |K - \overline{M}| + |L - \overline{M}| \quad (2)$$

### 3. 구문 변환과 율-왜곡 최적화를 통한 화면내 예측 모드 선택 방법

#### 3.1 구문 변환

제안하는 ISKIP\_MPM과 ISKIP\_ED 방법 즉, ISKIP은 기존의 비디오 부호화 방법에는 없었던 새로운 방법이기 때문에 이를 나타내기 위한 구문(syntax)이 필요하다. 제안

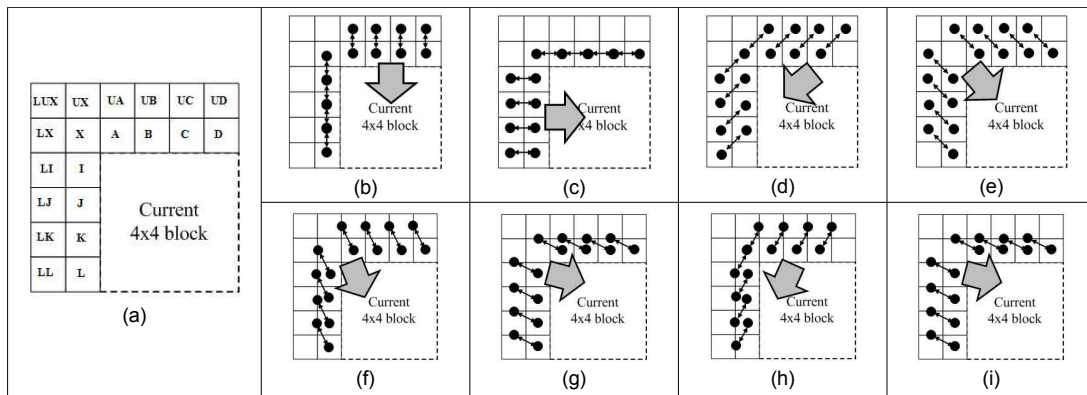


그림 8. 주변블록의 방향성 검출을 위한 마스크 : (a) 주변 블록의 화소 (b) 모드 0 (c) 모드 1 (d) 모드 3 (e) 모드 4 (f) 모드 5 (g) 모드 6 (h) 모드 7 (i) 모드 8  
 Fig. 8. Directional masks for neighboring blocks (a) pixels for a neighboring blocks (b) mode 0 (c) mode 1 (d) mode 3 (e) mode 4 (f) mode 5 (g) mode 6 (h) mode 7 (i) mode 8

표 1. 화면내 슬라이스의 매크로블록 타입  
 Table. 1. Macroblock types for I slice

mb_type	Name of mb_type	MbPartPredMode	ISKIP_flag	CBP_Chroma	CBP_Luma
0	I_4x4	Intra 4x4	na		
1	I_SKIP	ISKIP_ED	0		
1	I_SKIP	ISKIP_MPM	1		
2	I_16x16	0	na	0	0
3	I_16x16	1	na	0	0
...	...	...	...	...	...
26	I_PCM	na	na	na	na

하는 ISKIP의 모드를 표기하기 위하여 표 1과 같이 화면내 슬라이스의 매크로블록 타입을 정의한다.

mb\_type이 '0'이면 화면내 4x4 예측 부호화 방법을, '1'이면 제안하는 새로운 부호화 모드인 ISKIP 부호화 모드를 나타낸다. 그리고 '2'~'25'일 경우에는 화면내 16x16 예측 부호화 방법을 나타낸다. 또한 ISKIP 모드일 때 제안하는 두 가지 방법을 구분하기 위하여 ISKIP 모드를 나타내는 비트 정보 다음에 1 비트의 'ISKIP\_flag'를 추가하여 '0'이면 화소의 에지 정보를 이용한 방법이고 '1'이면 최우선 모드를 이용한 방법을 나타낸다.

H.264/AVC의 엔트로피 부호화 중 UVLC(Universal Variable Length Coding)가 사용될 경우에 mb\_type은 표 2와 같이 Unsigned Integer Exp-Golomb code로 부호화된

표 2. 매크로블록 타입의 UVLC 부호화

Table. 2. UVLC for mablock types

mb_type 값	비트열
0	1
1	010
2	011
3	00100
4	00101
5	00110
6	00111
...	...

다. CABAC(Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding)이 사용될 경우에는 mb\_type이 I\_4x4일 때 '0'을 출력하고, 이외의 경우에는, '1' 다음에 mb\_type-1을

표 3. 매크로블록 타입의 선택 비율

Table. 3. Selection ratio of mablock types

Seq.	mb_type	QP				
		22	27	32	37	42
foreman	I_4x4	74.37%	57.56%	44.20%	32.84%	20.93%
	ISKIP_ED	6.86%	12.51%	18.96%	19.67%	18.73%
	ISKIP_MPM	11.47%	18.02%	17.15%	15.59%	11.39%
mobile	I_16x16	7.30%	11.91%	19.69%	31.90%	48.95%
	I_4x4	92.03%	88.90%	83.81%	77.46%	63.47%
	ISKIP_ED	4.27%	5.65%	8.41%	10.25%	14.31%
paris	ISKIP_MPM	2.34%	3.05%	4.06%	6.00%	10.83%
	I_16x16	1.36%	2.41%	3.72%	6.29%	11.40%
	I_4x4	74.66%	65.44%	56.19%	47.73%	38.08%
tempete	ISKIP_ED	14.50%	17.96%	20.33%	22.23%	20.73%
	ISKIP_MPM	8.30%	9.94%	12.02%	10.72%	12.70%
	I_16x16	2.54%	6.66%	11.46%	19.32%	28.49%
Bigships	I_4x4	81.93%	76.41%	72.27%	62.10%	39.94%
	ISKIP_ED	9.65%	12.12%	13.39%	15.84%	20.40%
	ISKIP_MPM	6.07%	7.09%	8.51%	12.32%	17.95%
City	I_16x16	2.34%	4.38%	5.84%	9.75%	21.70%
	I_4x4	79.09%	60.55%	38.25%	21.05%	8.42%
	ISKIP_ED	9.31%	16.58%	24.53%	24.36%	17.34%
Crew	ISKIP_MPM	7.32%	11.66%	14.36%	13.16%	8.65%
	I_16x16	4.27%	11.21%	22.86%	41.43%	65.59%
	I_4x4	79.90%	71.15%	57.04%	37.28%	14.55%
Night	ISKIP_ED	10.08%	13.41%	18.12%	22.53%	22.31%
	ISKIP_MPM	7.76%	9.58%	12.29%	15.37%	13.90%
	I_16x16	2.26%	5.86%	12.54%	24.82%	49.24%
Night	I_4x4	44.00%	24.98%	14.62%	7.38%	2.65%
	ISKIP_ED	15.08%	16.75%	15.96%	11.59%	6.34%
	ISKIP_MPM	16.35%	14.92%	9.18%	5.80%	2.59%
Night	I_16x16	24.57%	43.35%	60.25%	75.23%	88.42%
	I_4x4	70.49%	58.68%	45.81%	31.55%	18.42%
	ISKIP_ED	13.52%	16.17%	18.43%	20.47%	16.94%
Night	ISKIP_MPM	9.43%	10.87%	11.86%	12.18%	9.63%
	I_16x16	6.57%	14.28%	23.89%	35.80%	55.02%

mb\_type으로 해서 얻어지는 이진열을 부가해서 출력한다.

ISKIP\_ED와 ISKIP\_MPM, 각각의 선택 비율은 표 3과 같다. 표 3과 같은 선택 비율을 근거로 ISKIP\_ED와 ISKIP\_MPM의 macroblock type에 동일한 비트를 할당하였다.

3.2 율-왜곡 최적화를 통한 화면내 예측 모드 선택 방법

H.264/AVC에서는 부호화 성능을 향상하기 위해서 영상을 부호화할 때 주어진 비트율에서 영상의 화질을 나타내는 왜곡을 최적화하는 율-왜곡 최적화를 사용할 수 있다. 식(3)을 통해 화면내 예측 매크로블록 타입에서 16×16 블록 단위로 최적의 율-왜곡 비용을 가지는 매크로타입이 최적의 타입이 된다.

$$J(s,c|QP,\lambda_{INTRA},mb\_type) = SSD(s,c|QP) + \lambda_{INTRA}R(s,c|QP,mb\_type) \quad (3)$$

$$\lambda_{INTRA} = 0.85 \times 2^{(QP-12)/3} \quad (4)$$

여기서, s와 c는 각각 현재 부호화하는 매크로블록 단위의 원 영상 블록과 복원된 블록을 나타낸다. 또한 QP는 현재 부호화하는 블록에 사용되는 양자화 계수(Quantization Parameter)를 나타내며, SSD(s,c|QP)는 원 영상 블록과 복원된 블록의 왜곡인 제곱 차이 합(Sum of Squared Difference)를 나타낸다. λ<sub>INTRA</sub>는 화면내 부호화에 사용되는 라그랑지 승수를 나타내고 식 (4)를 통해 계산된다.

그림 9(a)는 현재 H.264/AVC의 화면내 4×4 부호화 모드의 비트스트림 구조이다. 그림과 같이 16개의 블록에 대한

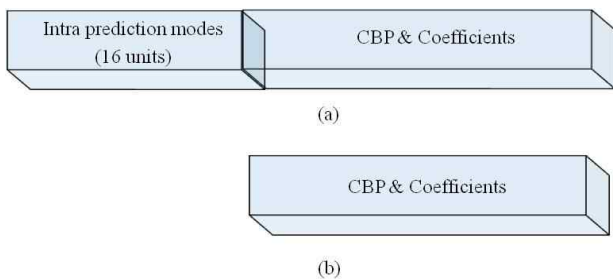


그림 9. 비트스트림 : (a) 화면내 4×4 부호화 모드 (b) 제안하는 화면내 부호화 모드

Fig. 9. Bit-stream : (a) Intra 4×4 mode (b) Proposed intra mode

예측 모드 정보가 부호화된 후 CBP(Coded Block Pattern)와 변환 계수가 순서대로 부호화된다. 그러나 제안된 화면내 모드 정보 SKIP 부호화 모드는 예측 모드를 전송하지 않기 때문에 그림 9(b)와 같이 CBP 정보와 변환 계수만을 복호화기로 전송하게 된다. 따라서 R(s,c|QP,mb\_type)는 양자화 계수와 매크로블록 유형에 따라 매크로블록을 부호화 하는데 필요한 비트율이다.

IV. 실험 결과

제안하는 방법의 부호화 성능 향상을 비교하기 위해서 JM 17.0<sup>[8]</sup> 소프트웨어를 사용하였으며, 표 4는 실험에 사용된 실험 조건을 나타낸다. 제안하는 방법은 JM 17.0을 기반으로 구현하였으며 기존 H.264/AVC의 화면내 예측과 비교 실험하였다. 각 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 BDBR(Bjonteggard Delta BitRate)와 BDPSNR (Bjonteggard Delta PSNR)<sup>[9]</sup>을 이용하였으며, 이하의 비트율 절감 (Bitrate Reducton)은 기준(Anchor) 실험 결과인 JM 17.0의 결과와 제안된 방법 간의 BDBR을 의미한다. 기존 방법 대비 제안하는 방법의 성능이 향상될 경우, BDBR은 음수의 값을 가진다.

표 4. 실험 조건 Table 4. Test conditions

GOP Structure		Only I
Entropy		CAVLC
Profile		Baseline Profile
Coding Frame		100
Frame Rate	SIZE	Sequence
30	CIF	Foreman, Mobile, Paris, Tempete
60	720p	Bigships, City, Crew, Night

양자화 계수에 따른 성능 측정을 위하여 두 개의 군으로 나누어 실험을 실시하였다. 표 5는 중간 비트율 대역과 저 비트율 대역의 각 영상에 따른 실험 결과를 나타낸 것이다. 중간 비트율 대역은 양자화 계수 22, 27, 32, 37를 사용하였고 저 비트율 대역은 양자화 계수 27, 32, 37, 42를 사용하였다.



표 5. 영상에 따른 제안 방법의 BDBR과 BDPSNR  
Table 5. BDBR and BDPSNR of the proposed method for test sequences

해상도	영상	중간 비트율 대역		저 비트율 대역	
		BDBR(%)	BDPSNR(dB)	BDBR(%)	BDPSNR(dB)
720p	Bigships	-1.96	0.10	-3.54	0.16
	City	-1.37	0.10	-2.84	0.16
	Crew	-3.04	0.12	-3.74	0.15
	Night	-1.67	0.12	-2.84	0.18
	Average	-2.01	0.11	-3.24	0.17
CIF	Foreman	-1.39	0.08	-2.61	0.15
	Mobile	-0.17	0.02	-0.38	0.03
	Paris	-0.81	0.07	-1.43	0.11
	Tempete	-0.54	0.05	-1.19	0.08
	Average	-0.73	0.06	-1.40	0.09

실험 결과 ISKIP을 적용한 JM17.0에서 중간 비트율 대역일 경우, CIF 영상에 대해서는 0.73%의 비트 감소와 0.06 dB의 화질 개선을 나타내었다. 해상도가 큰 720p 영상에 대해서는 평균적으로 약 2.01%의 비트 감소율과 0.11 dB의 화질 개선을 나타내었다. 저 비트율 대역일 경우 CIF 영상에 대해서는 1.40%의 비트 감소와 0.09 dB의 화질 개선을 나타내었다. 특히 720p 영상은 평균적으로 3.24%의 비교적 높은 비트 감소율과 0.17 dB의 화질 개선을 나타내었다.

표 6은 실제 실험 조건에 의하여 부호화를 실시하였을 경우 영상과 양자화 계수에 따라 ISKIP으로 부호화된 매크로블록의 선택 비율을 나타낸 표이다. 실험 결과 CIF 영상에서 ISKIP으로 부호화된 매크로블록의 선택 비율이

중간 비트율 대역일 경우 6%~36%로 나타났으며 저 비트율 대역에서는 최대 38%까지 나타났다. 해상도가 큰 720p 영상에서는 CIF 영상과는 달리 중간 비트율 대역에서도 ISKIP으로 부호화된 매크로블록의 비율이 최대 약 39% 나타났다.

그림 10은 양자화 계수가 32일 때 각 영상에서 제안하는 방법으로 부호화 된 매크로블록을 나타낸 것이다. 정사각형으로 표시된 블록이 ISKIP으로 부호화된 매크로블록을 나타낸다. 전체적으로 저 비트율 대역에서 ISKIP으로 부호화된 매크로블록의 선택 비율이 높았으며 또한 CIF 영상보다는 720p 영상과 같은 높은 해상도 영상에서 제안하는 방법으로 부호화 된 매크로블록의 비율이 높았다. 제안하는 ISKIP은 균일한 특성을 나타내는 블록에 대하여 부호화 성

표 6. 제안하는 방법에 의하여 부호화되는 매크로블록의 비율  
Table 6. The ratio of macroblocks which are coded by the proposed method

해상도	영상	양자화 계수				
		22	27	32	37	42
CIF	Foreman	18.3%	30.5%	36.1%	35.3%	30.1%
	Mobile	6.6%	8.7%	12.5%	16.3%	25.1%
	Paris	22.8%	27.9%	32.3%	33.0%	33.4%
	Tempete	15.7%	19.2%	21.9%	28.2%	38.4%
720p	Bigships	16.6%	28.2%	38.9%	37.5%	26.0%
	City	17.8%	23.0%	30.4%	37.9%	36.2%
	Crew	31.4%	31.7%	25.1%	17.4%	8.9%
	Night	22.9%	27.0%	30.3%	32.7%	26.6%



그림 10. 영상에 따른 제안된 방법으로 부호화 된 매크로블록(양자화 계수 32) :

(a) 'Foreman' 영상, (b) 'Mobile' 영상, (c) 'Paris' 영상, (d) 'Tempete' 영상, (e) 'Bigships' 영상, (f) 'City' 영상, (g) 'Crew' 영상, (h) 'Night' 영상

Fig. 10. Macroblocks which are coded by the proposed method for sequence(QP 32) :

(a) 'Foreman' sequence, (b) 'Mobile' sequence, (c) 'Paris' sequence, (d) 'Tempete' sequence, (e) 'Bigships' sequence, (f) 'City' sequence, (g) 'Crew' sequence, (h) 'Night' sequence

능 향상을 가정하였다. 영상 특성상 높은 해상도에서 균일한 특성을 나타내는 블록들이 많이 나타나며 또한 양자화 과정에서 높은 양자화 계수로 부호화를 실시하게 되면 양자화 스텝에 의하여 고주파 영역의 신호가 많이 제거되므로 상대적으로 균일한 특성을 가지는 블록들이 많이 나타

나게 된다. 따라서 이러한 특성으로 인하여 제안하는 ISKIP으로 부호화되는 매크로블록이 증가하게 되는 것이다.

그림 11과 12은 'Crew', 'Bigships'의 720p 영상에 대한 각각의 비트-왜곡률 곡선을 나타낸 것이다. 전체적으로 각 영상에 따라 저 비트율 대역에서 JM 17.0을 기반하여

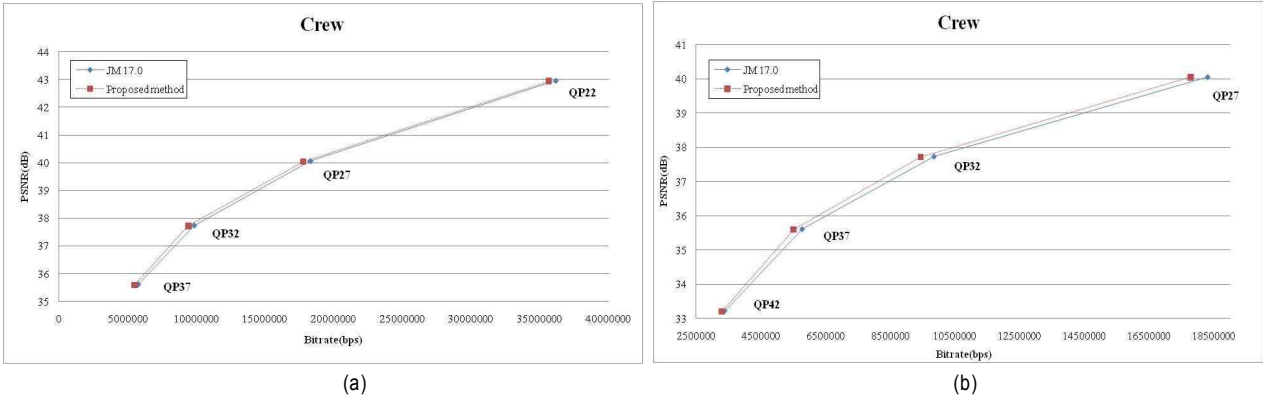


그림 11. 'Crew' 영상의 양자화 계수에 따른 RD 곡선: (a) 양자화 계수 22, 27, 32, 37, (b) 양자화 계수 27, 32, 37, 42  
 Fig. 11. RD-curve of 'Bigships' sequence according to QP: (a) QP 22, 27, 32, 37, (b) QP 27, 32, 37, 42

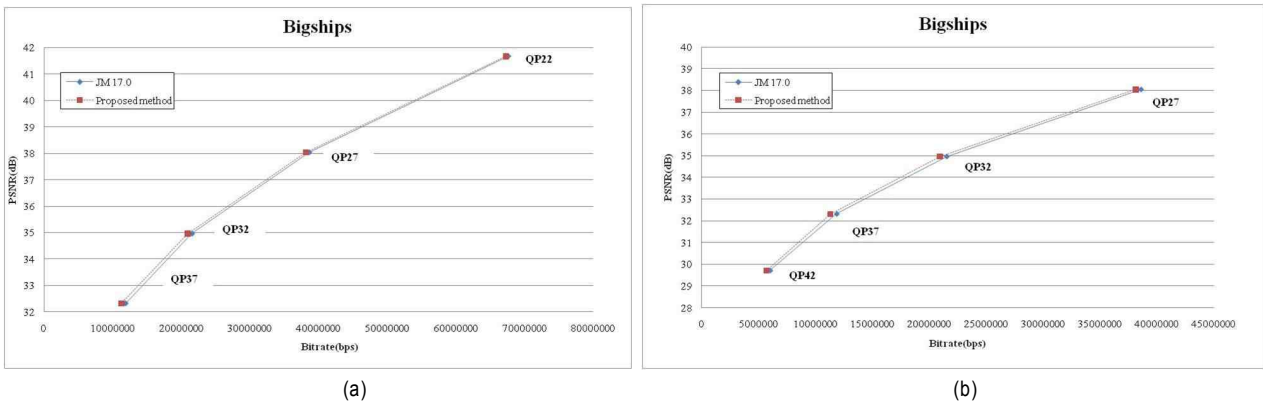


그림 12. 'Bigships' 영상의 양자화 계수에 따른 RD 곡선: (a) 양자화 계수 22, 27, 32, 37, (b) 양자화 계수 27, 32, 37, 42  
 Fig. 12. RD-curve of 'Bigships' sequence according to QP: (a) QP 22, 27, 32, 37, (b) QP 27, 32, 37, 42

ISKIP을 구현한 부호화기가 기존의 JM 17.0보다 전체적으로 높은 성능을 나타내었으며 최대 비트 정보 대비 약 0.18 dB 정도 높은 성능을 나타내었다.

ISKIP은 부호화기에서 기존 화면내 예측 부호화 모드 이외에 두 개의 예측 부호화 모드에 대해서 부호화를 수행하여 최적의 매크로블록 타입을 선택하기 때문에 평균 1.25%의 부호화 시간이 증가한다. 이는 전체 부호화기의 계산 복잡도 중 아주 적은 양에 해당되며, 제안하는 방법을 통해서 부호화기에서는 큰 계산 복잡도 증가 없이 부호화 성능을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다. 그러나 제안하는 방법으로 복호화 될 경우 복호화기는 주변 블록의 에지 성분을 검출하거나 모드 정보를 확인하는 과정을 부가적으로 수행해야

한다.

그림 13은 JM 17.0과 제안하는 방법 간의 전체 복호화 시간을 비교한 그래프이며, 단위는 초를 사용했다. 그림을 통해 전체적으로 복호화 시간이 늘어났음을 확인할 수 있다. 다양한 양자화 계수를 사용했을 때 'Mobile' 영상에서는 제안하는 방법을 이용할 경우 JM 17.0과 비교하여 계산 복잡도가 평균 26% 증가하고, 'Paris' 영상에서 27%, 'Bigships' 영상 9%, 'City' 영상에서도 7%가 증가하였다. 이는 전체 복호화기의 계산 복잡도에서 제안하는 방법이 많은 부분을 차지하고 있음을 나타내며 추후 이 부분을 개선하는 연구가 필요함을 의미한다.

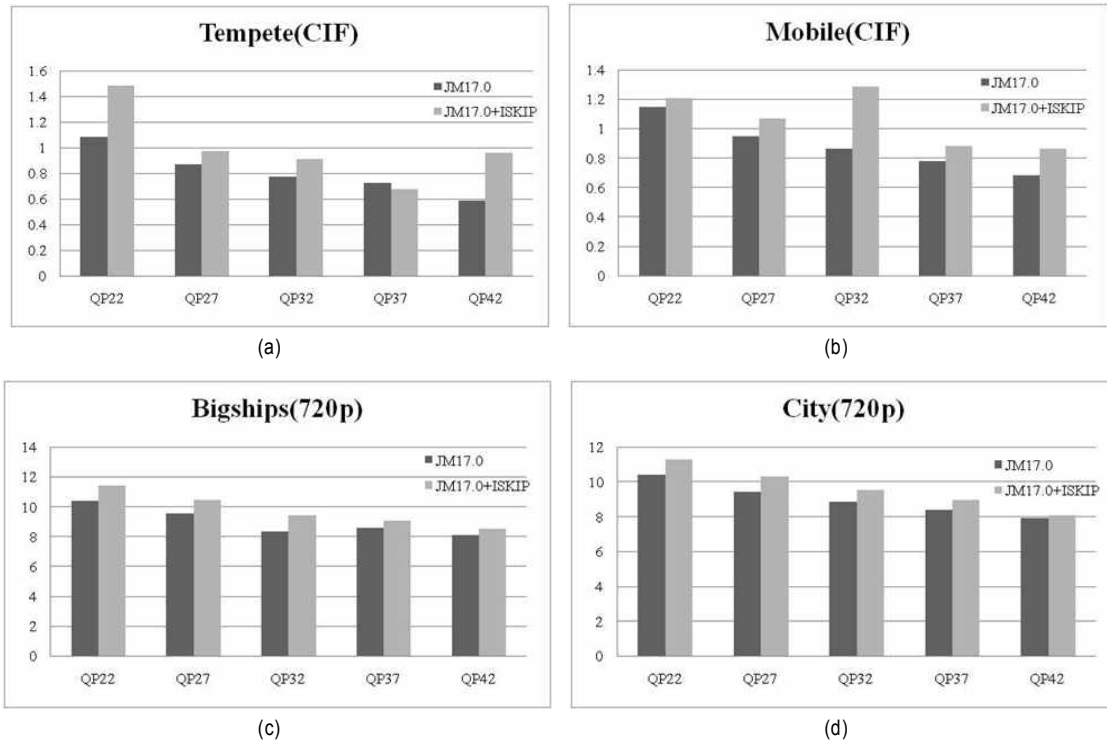


그림 13. JM 17.0과 제안하는 방법의 전체 복호화 시간 비교  
 Fig. 13. Comparison of total decoding execution time of JM 17.0 and proposed method in decoder

## V. 결론

본 논문에서는 복호화기의 예측을 이용한 새로운 화면내 예측 부호화 모드를 제안하였다. 화면내 4x4 부호화 모드에서 최우선 모드의 선택율은 매우 높으며 또한 일반적으로 자연 영상과 동영상에는 균일한 특성을 나타내는 블록이 많이 존재한다. 이러한 특성을 갖는 블록은 주변 블록과의 상관도가 높다.

제안하는 ISKIP에서는 이러한 특성을 이용하여 복호화기의 예측을 이용하여 부호화를 실시하였다. 복호화기는 주변 블록 화소의 에지 방향성 정보를 이용하거나 최우선 모드를 이용하여 현재 블록의 예측 블록을 생성할 수 있다. 이렇게 부호화된 블록의 예측 모드 정보는 부호화 되어 전송되지 않는다. 실험 결과 해상도가 큰 영상과 높은 양자화 계수로 부호화 시 높은 부호화 효율을 나타내었다.

본 논문에서는 복호화기 스스로 최적의 화면내 예측 모

드를 선택함으로써 인해 복호화기의 복잡도가 증가하게 된다. 따라서 추후 연구를 통하여 복호화기의 복잡도 감소에 대한 연구가 필요하다.

## 참고 문헌

- [1] T. Wiegand, G. J. Sullivan, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard," IEEE Trans. on CSVT, vol. 13, no.7 pp. 560-576, July 2003.
- [2] ISO/IEC 14496-10 and ITU-T Rec. H.264, Advanced Video Coding, 2003.
- [3] Iain E. G. Richardson, H.264 and MPEG-4 Video Compression, John Wiley & Sons Ltd, England, 2003.
- [4] Tomas Wedi, Hans Georg Musmann "Motion-and Aliasing-Compensated Prediction for Hybrid Video Coding," IEEE Trans. on CSVT, pp. 577-586, July 2003.
- [5] Detlev Marpe, Heiko Schwarz, Thomas Wiegand "Context-Based Adaptive Arithmetic Coding in the H.264/AVC Video Compression Standard," IEEE Trans. on CSVT, pp. 620-636, July 2003.

- [6] Peter List, Anthony Joch, Jani Lainema, Gisle Bjonteggard, Marta Karczewicz "Adaptive Deblocking Filter," IEEE Trans. on CSVT, pp. 614-619, July 2003.
- [7] G. J. Sullivan and T. Wiegand, "Rate-Distortion Optimization for Video-Compression," IEEE Signal Processing Magazine, pp 74-90, November 1998
- [8] Y. K. Tu, J. F. Yang, and M. T. Sun, "Efficient rate-distortion estimation for AVC|H.264 coders," IEEE Trans. on CSVT, vol. 16, no.5, pp. 600-611, May 2006.
- [9] [http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old\\_jm/17.0.zip](http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old_jm/17.0.zip)
- [10] G. Bjonteggard, "Calculation of Average PSNR Differences between RD-curves," Doc. VCEG-M33, Apr. 2001.

---

— 저 자 소 개 —

---



김 지 언

- 2009년 2월 : 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 2011년 3월 : 광운대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학석사)
- 주관심분야 : H.264/AVC, 비디오 압축



노 대 영

- 2001년 2월 : 광운대학교 전자공학부 졸업(공학사)
- 2003년 8월 : 광운대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학석사)
- 2003년 9월 ~ 현재 : 광운대학교 대학원 전자공학과 박사과정
- 주관심분야 : 비디오 코덱 시스템, 영상 처리 시스템



정 세 운

- 1995년 2월 : 인하대학교 전자공학과 학사
- 1997년 2월 : 인하대학교 전자공학과 석사
- 2006년 3월 ~ 현재 : KAIST 전기및전자공학과 박사과정 중
- 1996년 12월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원(ETRI) 방통융합미디어연구부 선임연구원
- 주관심분야 : 비디오 코딩, HEVC, UHD TV, 3DTV



이 진 호

- 2007년 2월 : 고려대학교 전자 및 정보공학부 졸업(학사)
- 2009년 2월 : 과학기술연대학원대학교(UST) 디지털방송공학과 졸업(석사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원(ETRI) 방통융합미디어연구부 연구원
- 주관심분야 : Video coding, HEVC, UHD TV, 3DTV

---

저 자 소 개

---



오 승 준

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1982년 2월 : 서울대학교 전자공학과 대학원 졸업(석사)
- 1988년 5월 : 미국 Syracuse University 전기/컴퓨터공학과 졸업(박사)
- 1982년 3월 ~ 1992년 8월 : 한국전자통신연구원 근무(멀티미디어연구실 실장)
- 1986년 7월 ~ 1986년 8월 : NSF Supercomputer Center 초청 학생연구원
- 1987년 5월 ~ 1988년 5월 : Northeast Parallel Architecture Center 학생연구원
- 1992년 3월 ~ 1992년 8월 : 충남대학교 컴퓨터공학부 겸임교수
- 1992년 9월 ~ 현재 : 광운대학교 전자공학부 교수 (VIA-Multimedia Center 멀티미디어연구실)
- 2002년 3월 ~ 현재 : SC29-Korea 의장 및 MPEG Forum 부의장
- 주관심분야 : 비디오 데이터 처리, 비디오 코덱 시스템, 비디오 및 영상압축, 멀티미디어시스템