

# H.264 CAVLC에서 모드 정보의 특성을 이용한 VLC 표 예측 방법

허진, 호요성  
 광주과학기술원 정보통신공학과  
 {jinheo, hoyo}@gist.ac.kr

## I. 서론

최신 비디오 압축 표준인 H.264는 효율적인 부호화를 위해 엔트로피 부호화 방법으로 문맥 기반 적응적 가변 길이 부호화 (Context-based Adaptive Variable Length Coding, CAVLC)를 채택하였다. 그러나 기존의 CAVLC는 부호화 시 가변 길이 부호화 (Variable Length Coding, VLC) 표의 예측 정확도가 낮다는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 모드 정보의 특성을 이용하여 새로운 VLC 표 예측 방법을 제안한다.

## II. 제안한 방법

결정된 모드에 따라 실제 VLC 표와 예측된 VLC 표 발생 빈도의 분포 특성은 다르고, 실제 VLC 표와 예측된 VLC 표 사이에는 많은 오차가 존재한다. 또한 양자화 계수에 따른 각 모드 별 발생 빈도수 역시 다르다. 아래 그림 1은 이러한 특성을 보여준다.

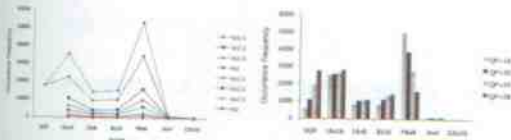


그림 1. 모드와 VLC 표의 관계

16×8과 8×16 두 모드에서 동일한 영역과 경계 영역에서 동일한 VLC 표를 선택할 확률은 같은 모드라 하더라도 다르다. 이는 모드의 구조적 특성에 따라 동일한 영역과 경계 영역에서 서로 다른 VLC 표가 선택된다는 것을 의미한다. 아래 표 1, 표2, 표3은 각각의 조건에 대한 VLC 표 예측 방법을 나타낸다.

표 1. 인트라 화면에서 VLC 표 예측 조건

조건	현재 4×4 블록 모드	N
$M_L N = M_{L_i} N_i = M_{L_j} N_j$	14×4	$\text{round}(N_i + N_j)/2$
	116×16	$\text{round}(N_i + N_j)/2$
$M_L N = (M_L N_i \text{ or } M_L N_j)$	14×4	$N_{i \text{ or } j}$
	116×16	$N_{i \text{ or } j}$

표 2.  $M_L N = M_{L_i} N_i = M_{L_j} N_j$ ,  $M_L N = M_{L_i} N_i$ ,  $M_L N = M_{L_j} N_j$  조건을 위한 인트라 화면에서 VLC 표 예측 조건

조건	현재 4×4 블록 모드	경계 블록	N
$M_L N = M_{L_i} N_i = M_{L_j} N_j$	16×8 or 8×16	예	$N_{i \text{ or } j}$
		아니오	$\text{round}(N_i + N_j)/2$
x	16×16 or P8×8	-	$\text{round}(N_i + N_j)/2$
		-	$\text{round}(N_i + N_j)/2$
$M_L N = M_{L_i} N_i$	16×8 or 8×16	예	표 5 참조
		아니오	$N_i$
		-	$N_i$
$M_L N = M_{L_j} N_j$	16×16 or P8×8	예	표 5 참조
		아니오	$N_j$
		-	$N_j$

표 3.  $M_L N \neq M_{L_i} N_i \neq M_{L_j} N_j$  조건의 위한 인트라 화면에서 VLC 표 예측 조건

현재 블록과 이웃하는 블록의 모드	발생 빈도수 비교	N
SKIP, 16×16, P8×8	$C_{16 \times 16} < C_{P8 \times 8}$	$N_{P8 \times 8}$
	$C_{16 \times 16} > C_{P8 \times 8}$	$N_{16 \times 16}$
SKIP, 16×16, (16×8 or 8×16)	-	$N_{16 \times 16}$
16×16, 16×8, 8×16	-	$N_{16 \times 16}$
16×16, (16×8 or 8×16), P8×8	$C_{16 \times 16} > C_{P8 \times 8}$	$N_{P8 \times 8}$
	$C_{16 \times 16} < C_{P8 \times 8}$	$N_{16 \times 16}$

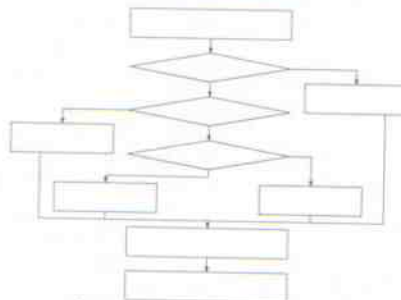


그림 2. 제안한 알고리즘의 흐름도

## III. 실험 결과 및 결론

표 4의 실험 결과로부터, 제안한 방법이 기존의 방법과 비교하여 보다 정확하게 VLC 표를 예측하고 이로 인해 부호화 효율을 증가시킬 수 있다.

표 4. 실험결과

비디오 시퀀스	QP	Δ VLCTP (%)	BS (%)
Foreman	20	+13.36	1.61
	28	+8.58	0.84
News	20	+9.72	1.24
	28	+8.59	0.91

본 논문에서는 효율적인 비디오 부호화를 위해 새로운 VLC 표 예측 방법을 제안했다. VLC 표와 부호화 모드 사이의 상관관계를 기반으로, 현재 블록과 이웃하는 블록들 사이의 부호화 모드 상관관계와 최적 모드의 통계적 분포를 사용하여 인트라와 인트라 화면에서 VLC 표를 예측하는 방법을 제안했다. 또한 인트라 화면의 16×8과 8×16 두 모드에서 모드 정보의 구조적 특성을 고려하여 부호화 효율을 더 높일 수 있었다. 제안한 방법은 기존의 방법과 비교하여, VLC 표 예측 정확도는 약 10.07% 증가시켰고, 발생 비트 수는 약 1.21% 감소시켰다.

# H.264 CAVLC에서 모드 정보의 특성을 이용한 VLC 표 예측 방법

허진, 호요성  
광주과학기술원 정보통신공학과

## VLC Table Prediction Algorithm for CAVLC in H.264 using the Characteristics of Mode Information

Jin Heo, Yo-Sung Ho  
Gwangju Institute of Science and Technology  
jinheo@gist.ac.kr, hoyo@gist.ac.kr

**Abstract:** 최신 비디오 압축 표준인 H.264는 베이스라인 프로파일 (Baseline profile)에서 엔트로피 부호화 방법으로 문맥 기반 적응적 가변 길이 부호화 (Context-based Adaptive Variable Length Coding, CAVLC)를 채택했다. CAVLC는 문맥적 모델을 기반으로 적응적 가변 길이 부호화 기술을 사용함으로써 보다 효율적으로 데이터를 부호화할 수 있다. 그러나 기존의 H.264의 CAVLC는 부호화 시 가변 길이 부호화 (Variable Length Coding, VLC) 표의 예측 정확도가 낮다는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 인트라 (Intra)와 인터 (Inter) 화면에서 현재 블록과 이웃하는 블록들 사이의 모드 정보의 상관관계와 모드 정보 분포의 통계적 특성을 사용한 새로운 VLC 표 예측 방법을 제안한다. 또한 인터 화면에서 모드 정보의 구조적 특성을 고려함으로써 부호화 효율을 더 높일 수 있다. 실험 결과로부터 본 논문에서 제안하는 VLC 표 예측 방법이 H.264의 VLC 표 예측 방법에 비해 평균적으로 약 10.07% VLC 표 예측 정확도를 증가시키고 약 1.21% 비트를 감소시키는 것을 확인할 수 있다.

**Keywords:** H.264, CAVLC, VLC 표, 모드 정보

### 1. 서론

H.264는 기존의 MPEG-2/4, H.263 등에 비해 높은 부호화 효율을 제공하는데, 이는 가변블록 움직임 보상, 복수의 참조영상, 1/4 화소 단위의 부화소 움직임 예측, 새로운 엔트로피 부호화와 같은 다양한 기술들이 사용되기 때문이다 [1]. H.264의 CAVLC는 단일 VLC 표를 사용하는 이전의 엔트로피 부호화 방식과 달리 이전에 부호화된 신택스 요소 (syntax elements)의 특성에 따라 현재의 신택스 요소를 예측하여 4개의 VLC 표 중 최적의 VLC 표를 결정한다 [2]. 이를 통해 H.264의 CAVLC는 이전의 단일 VLC의 부호화 과정에 비해 비트를 효율적으로 줄일 수 있다.

그러나 이전에 부호화된 신택스 요소를 이용하여 현재의 신택스 요소를 예측하는 현재 CAVLC의 VLC 표 예측 방법은 그 정확도가 높지 못하다는 문제점을 가지고 있다. 이는 다시 신택스 요소를 이용한 VLC 표의 선택에 영향을 미쳐 결국 양자화된 변환 계수를 부

호화하는데 있어 비트의 낭비를 초래한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 VLC 표와 부호화 모드 사이의 상관관계를 고려하여, 현재 블록과 이웃하는 블록들 사이의 부호화 모드 상관관계와 최적 모드의 통계적 분포를 이용하여 VLC 표를 예측하는 방법을 제안한다. 또한 16×8과 8×16 두 모드에서 모드 정보의 구조적 특성을 고려하여 VLC 표를 예측하는 방법을 제안한다.

### II. H.264 CAVLC 방법

그림 1은 양자화 변환된 잔여 데이터를 부호화하는 CAVLC의 다섯 단계를 나타낸다 [3].

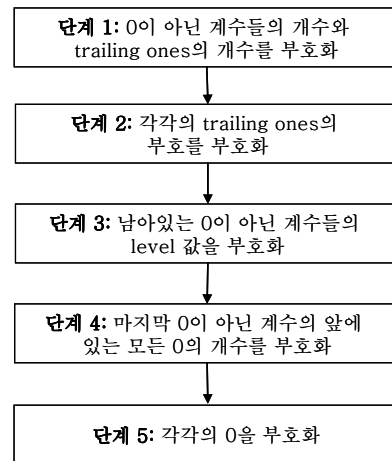


그림 1. CAVLC의 흐름도

첫 번째 단계에서 현재 4×4 블록 내의 0이 아닌 계수들의 수와 trailing ±1 계수들의 수를 부호화하기 위해 4개의 VLC 표(세 개의 가변 길이 부호화 표와 하나의 고정 길이 부호화 표) 중 하나의 VLC 표를 선택하여야 한다.

현재 블록을 부호화하기 위해서는 우선 0이 아닌 계수들의 수를 예측하여야 한다. 그림 2는 현재 4×4 블록의 0이 아닌 계수들의 수를 예측하는데 이용되는 두 개의 참조 블록; 위쪽 블록 ( $N_U$ )과 좌측 블록 ( $N_L$ )을 보여주고 있다. 두 참조 블록은 이미 이전에 부호화된

블록들이다. 여기서 한 블록의 크기는 4×4 이다.

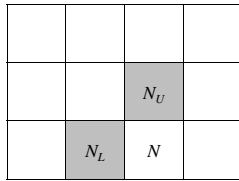


그림 2. 현재 블록, 좌측 그리고 위 블록

만약 위쪽 블록과 좌측 블록 모두 이용 가능하다면, 현재 4×4 블록의 0이 아닌 계수의 수는 식 (1)과 같이 위쪽 블록과 좌측 블록의 0이 아닌 계수의 평균을 이용하여 구해진다.

$$N = \text{round}(N_U + N_L) / 2 \quad (1)$$

여기서,  $N$ 은 현재 블록의 0이 아닌 계수의 예측된 수를 나타낸다.  $N_U$ 와  $N_L$ 은 각각 위쪽 블록과 좌측 블록의 0이 아닌 계수의 수를 나타낸다. round은 반올림을 의미한다. 만약 현재 블록의 위치에 따라 위쪽 블록만 이용 가능하다면  $N = N_U$ 가 되고, 좌측 블록만 이용 가능하다면  $N = N_L$ 이 된다. 또한 어느 블록도 이용 가능하지 않다면,  $N = 0$ 으로 초기화된다. 이렇게 예측된  $N$ 을 이용하여 표 1의 4개의 VLC 표 중 적합한 하나의 VLC 표를 선택하여 현재 4×4 블록을 부호화한다. 따라서 VLC 표의 선택은 이웃하는 블록들의 부호화된 계수들의 수에 따라 가변적이다.

표 1. VLC 표 선택

$N$	VLC 표
0, 1	Num-VLC0
2, 3	Num-VLC1
4, 5, 6, 7	Num-VLC2
8 이상	Num-FLC

### III. 제안한 방법

#### 1. 모드 정보에 따른 VLC 표 관찰

그림 3은 모드에 따른 실제 VLC 표와 예측된 VLC 표 발생 빈도수를 나타낸다. 그림 3에서 보듯이, 최종적으로 결정된 모드에 따라 VLC 표 발생 빈도의 분포 특성이 다르고, 실제 VLC 표와 예측된 VLC 표 사이에는 많은 오차가 존재한다. 따라서 정확하게 VLC 표를 예측할 수 있는 방법이 필요하다.

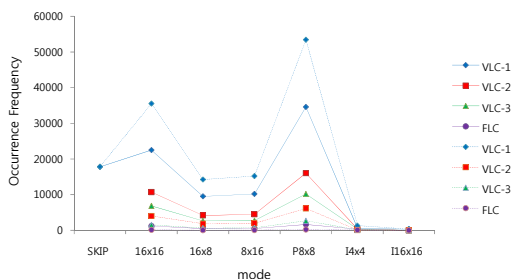


그림 3. 모드에 따른 VLC 표 분포 (“Foreman”, QP=20)

그림 4는 양자화 계수에 따른 각 모드 별 발생 빈도수를 나타낸다. 낮은 양자화 계수에서는 P8×8 모드의 발생 빈도수가 가장 많으나, 양자화 계수의 값이 커짐에 따라 SKIP 모드의 발생 빈도수가 증가함을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 특성을 고려하여, 새로운 VLC 표 예측 방법을 제안한다.

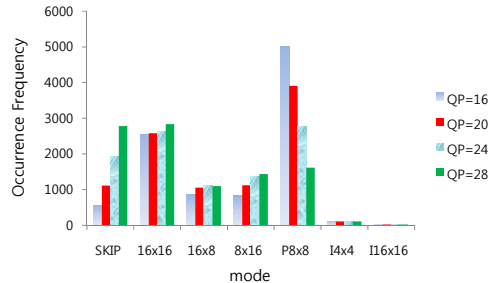
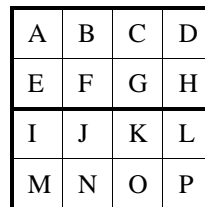
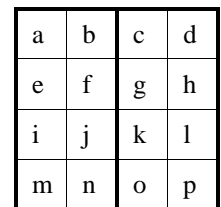


그림 4. 양자화 계수에 따른 모드 별 발생 빈도수

그림 5은 두 예측 모드 16×8과 8×16을 나타낸다. 그림 5에서 A-P와 a-p는 각각 16×8과 8×16 모드의 한 매크로블록 내에 존재하는 각각의 4×4 블록을 나타낸다. 16×8과 8×16 모드에서 두 개의 동일한 영역과 하나의 경계 영역을 정의한다. 16×8 모드에서 두 개의 동일한 영역은 각각 A, B, C, D, E, F, G, H와 I, J, K, L, M, N, O, P로 구성되는 영역이고 하나의 경계 영역은 E, F, G, H, I, J, K, L로 구성되는 영역이다. 8×16 모드에서 두 개의 동일한 영역은 각각 a, b, e, f, i, j, m, n과 c, d, g, h, k, l, o, p로 구성되는 영역이고 하나의 경계 영역은 b, c, f, g, j, k, n, o로 구성되는 영역이다.



(a) 16×8 모드



(b) 8×16 모드

그림 5. 두 모드

16×8과 8×16 모드에서 정확한 VLC 표를 선택하는데 수평 경계와 수직 경계가 미치는 영향을 조사하기 위해 앞에서 정의한 동일한 영역과 경계 영역에서 동일한 VLC 표 선택 확률을 비교한다. 16×8 모드의 동일한 영역에서 동일한 VLC 표의 선택 확률을 계산하기 위해, 각각의 영역에서 두 블록들; (A, E), (B, F), (C, G), (D, H)와 (I, M), (J, N), (K, O), (L, P)의 VLC 표를 비교하고 경계 영역에서 동일한 VLC 표의 선택 확률을 계산하기 위해 (E, I), (F, J), (G, K), (H, L)의 VLC 표를 비교한다. 8×16 모드의 동일한 영역에서 동일한 VLC 표의 선택 확률을 계산하기 위해, 역시 각각의 영역에서 두 블록들; (a, b), (e, f), (i, j), (m, n)과 (c, d), (g, h), (k, l), (o, p)의 VLC 표를 비교하고 경계 영역에서 동일한 VLC 표의 선택 확률을 계산하기 위해 (b, c), (f, g), (j, k), (n, o)의 VLC 표를 비교한다.

표 2. 16×8과 8×16 모드에서 동일한 VLC 표 선택 확률 비교

시퀀스	QP	16×8 모드		8×16 모드	
		동일한 영역 (%)	경계 영역 (%)	동일한 영역 (%)	경계 영역 (%)
Foreman	20	41.10	36.83	47.36	44.10
	28	57.60	55.09	57.52	56.41
News	20	54.58	44.66	45.81	37.79
	28	47.96	45.30	54.30	53.05

표 2에서 보듯이, 16×8과 8×16 두 모드에서 모두 동일한 영역에서 동일한 VLC 표를 선택할 확률이 경계 영역에서 동일한 VLC 표를 선택할 확률보다 높다. 이는 모드의 구조적 특성에 따라 동일한 영역과 경계 영역에서 VLC 표 선택이 다르다는 것을 의미한다. 따라서 이와 같은 모드 정보의 구조적 특성을 고려하여, 새로운 VLC 표 예측 방법을 제안한다.

2. 인트라 화면에서 VLC 표 예측 방법

인트라 화면에서 이용 가능한 모드는 I4×4와 I16×16 이다. 표 3에서  $M_N$ ,  $M_{N_U}$ ,  $M_{N_L}$ 은 각각 현재, 위쪽, 왼쪽 블록의 최적의 모드를 나타낸다.  $N$ 은 현재 4×4 블록의 0이 아닌 계수의 수를 나타낸다.  $N_{I4×4}$ 와  $N_{I16×16}$ 은 각각 I4×4 모드와 I16×16 모드를 갖는 블록의 0이 아닌 계수의 수를 나타낸다.

첫 번째 조건에서는 현재 4×4 블록의 모드와 관계 없이 기존의 예측 방법을 사용한다. 두 번째 조건에서, I4×4의 발생 빈도수가 I16×16의 발생 빈도수보다 높다는 실험을 기반으로 현재 블록 모드가 I4×4이면  $N$ 은 I4×4의 블록을 참조하여, 그렇지 않으면 I16×16 블록을 참조하여  $N$ 의 값을 결정한다.

표 3. 인트라 화면에서 VLC 표 예측 조건

조건	현재 4×4 블록 모드	$N$
$M_N=M_{N_U}=M_{N_L}$	I4×4	$\text{round}(N_U+N_L)/2$
	I16×16	2
$M_N=(M_{N_U} \text{ or } M_{N_L})$	I4×4	$N_{I4×4}$
	I16×16	$N_{I16×16}$

3. 인트라 화면에서 VLC 표 예측 방법

표 4는  $M_N=M_{N_U}=M_{N_L}$ ,  $M_N=M_{N_U}$ ,  $M_N=M_{N_L}$ 의 경우에 대한 VLC 표 예측 조건을 나타낸다.  $N_{\text{동일 영역}}$ 은 동일한 영역에 존재하는 4×4블록의 0이 아닌 계수의 수를 나타낸다. 이 조건들에서, 현재 4×4 블록은 두 개의 서로 다른 종류로 분류된다. 하나는 16×8 혹은 8×16을 포함하고 있는 경우이고 다른 하나는 16×16 혹은 P8×8을 포함하고 있는 경우 앞에서 살펴본 동일한 영역과 경계 영역에서의 동일한 VLC 표 선택 확률을 기반으로 적합한 VLC 표를 선택하여야 한다.

현재 4×4 블록이 16×8 혹은 8×16 모드를 포함하고 있는 경우 우선 현재 4×4 블록이 경계 블록인지 아닌지를 결정해야 한다. 16×8과 8×16 모드의 경우 경계 영역의 방향이 다르기 때문에 이를 고려하여 현재

4×4 블록의 0이 아닌 계수의 수를 결정해야 한다.

표 4.  $M_N=M_{N_U}=M_{N_L}$ ,  $M_N=M_{N_U}$ ,  $M_N=M_{N_L}$  조건을 위한 인트라 화면에서 VLC 표 예측 조건

조건	현재 4×4 블록 모드	경계 블록	$N$
$M_N=M_{N_U}=M_{N_L}$	16×8 or 8×16	예	$N_{\text{동일 영역}}$
		아니오	$\text{round}(N_U+N_L)/2$
$M_{N_L}$	16×16 or P8×8	-	$\text{round}(N_U+N_L)/2$
$M_N=M_{N_U}$	16×8	예	표 5 참조
	16×8 or 8×16	아니오	$N_U$
	16×16 or P8×8	-	$N_U$
$M_N=M_{N_L}$	8×16	예	표 5 참조
	16×8 or 8×16	아니오	$N_L$
	16×16 or P8×8	-	$N_L$

표 5에서  $C_{16×16}$ 과  $C_{P8×8}$ 은 각각 16×16과 P8×8의 누적 발생 빈도수를 나타낸다.  $N_{16×16}$ 과  $N_{P8×8}$ 은 각각 16×16 모드와 P8×8모드를 갖는 4×4 블록의 0이 아닌 계수의 수를 나타낸다. 현재 블록 모드가 SKIP이면, 현재 블록 내에는 부호화할 정보가 없다. 즉, 0이 아닌 계수의 수가 없다는 의미이다. 따라서 우리는 SKIP에 대한 누적 발생 빈도수는 고려하지 않는다.

표 5.  $M_N \neq M_{N_U} \neq M_{N_L}$  조건의 위한 인트라 화면에서 VLC 표 예측 조건

현재 블록과 이웃하는 블록의 모드	발생 빈도수 비교	$N$
SKIP, 16×16, P8×8	$C_{16×16} < C_{P8×8}$	$N_{P8×8}$
	$C_{16×16} > C_{P8×8}$	$N_{16×16}$
SKIP, 16×16, (16×8 or 8×16)	-	$N_{16×16}$
16×16, 16×8, 8×16	-	$N_{16×16}$
16×16, (16×8 or 8×16), P8×8	$C_{16×16} > C_{P8×8}$	$N_{16×16}$
	$C_{16×16} < C_{P8×8}$	$N_{P8×8}$

제안한 방법의 전체 흐름도는 다음과 같다.

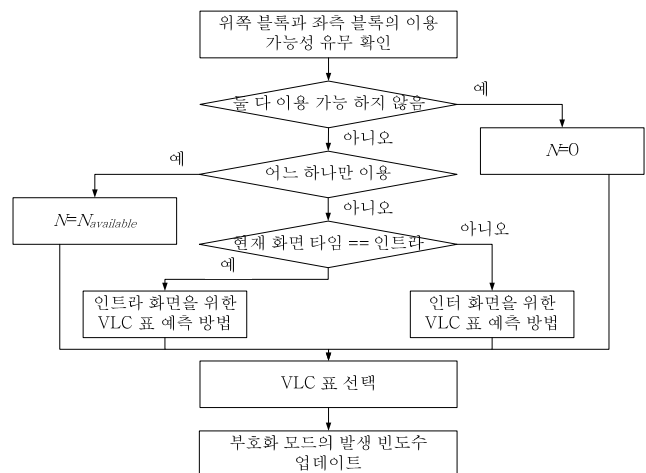


그림 6. 제안한 알고리즘의 전체 흐름도

**VI. 실험 결과**

본 논문은 H.264 표준 소프트웨어 JM 11.0 [4]에서 제안한 VLC 표 예측 방법을 구현했다. 100 프레임의 해상도 QCIF(176×144) 크기의 비디오 시퀀스를 이용하여 IPPP 구조의 베이스라인 프로파일 (Baseline profile)로 부호화했다. 하나의 참조 화면을 사용했고, 움직임 예측을 위한 탐색 범위는 ±16이다. 제안한 방법과 H.264의 성능 비교를 위해 ΔVLCTP (ΔVLC 표 예측)과 BS(Bit Saving)를 사용했다. 표 6은 제안한 알고리즘의 성능을 비교한 표이다.

$$\Delta VLCTP = VLCTP_{Proposed} - VLCTP_{H.264}$$

$$BS = (\text{Bitrate}_{H.264} - \text{Bitrate}_{Proposed}) \times 100 / \text{Bitrate}_{H.264}$$

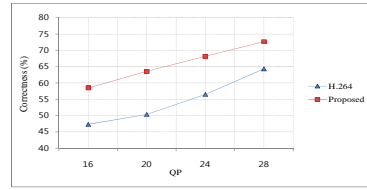
**표 6. 제안한 알고리즘 성능**

비디오 시퀀스	QP	ΔVLCTP (%)	BS (%)
Foreman	16	+ 11.13	1.44
	20	+ 13.36	1.61
	24	+ 11.88	1.30
	28	+ 8.58	0.84
News	16	+ 9.53	1.19
	20	+ 9.72	1.24
	24	+ 10.21	1.28
	28	+ 8.59	0.91
Container	16	+ 10.60	1.39
	20	+ 12.58	1.59
	24	+ 10.88	1.41
	28	+ 8.76	1.06
Carphone	16	+ 9.21	1.22
	20	+ 10.92	1.41
	24	+ 9.99	1.25
	28	+ 8.21	0.91
Claire	16	+ 10.16	1.19
	20	+ 10.45	1.24
	24	+ 9.64	0.82
	28	+ 7.81	0.64
Salesman	16	+ 9.03	1.28
	20	+ 10.36	1.35
	24	+ 10.66	1.38
	28	+ 9.34	0.83

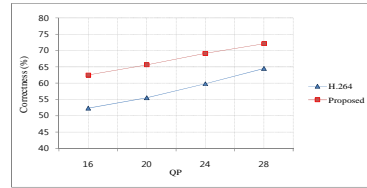
실험 결과로부터, 제안한 방법이 기존의 H.264 방법과 비교하여 보다 정확하게 VLC 표를 예측하고 이로 인해 부호화 효율을 증가시킬 수 있다. 제안한 방법은 약 7.81~13.36% VLC 표 예측 정확도를 개선시켰고 약 0.64~1.61% 비트를 감소시켰다. 표 6을 통해 알 수 있듯이, ΔVLCTP가 큰 비디오 시퀀스일수록 부호화 효율이 증가함을 알 수 있다. 또한 VLC 표 예측 정확도는 QP에 의존적임을 알 수 있다.

그림 7은 Foreman과 Claire 시퀀스의 VLC 표 정확도 곡선이다. Foreman과 Claire 시퀀스의 VLC 표 정확도는 각각 가장 좋은 결과와 가장 나쁜 결과를 나타낸다. 그림 7에서 보듯이, 이 두 경우 모두 기존의 H.264의 VLC 표 예측 방법보다는 더 좋다는 것을 확

인할 수 있다. 이로 인해 제안한 방법을 사용한 CAVLC는 부호화 이득을 얻을 수 있다.



(a) Foreman



(b) Claire

그림 7. 정확도 곡선

**VII. 결론**

본 논문에서는 H.264 CAVLC에서 새로운 VLC 표 예측 방법을 제안했다. VLC 표와 부호화 모드 사이의 상관관계를 기반으로, 현재 블록과 이웃하는 블록들 사이의 부호화 모드 상관관계와 최적 모드의 통계적 분포를 이용하여 인트라와 인터 화면에서 각각 현재 부호화할 4×4 블록의 VLC 표를 예측하는 방법을 제안했다. 또한 인터 화면의 16×8과 8×16 두 모드에서 모드 정보의 구조적 특성을 고려함으로써 부호화 효율을 더 높일 수 있다. 실험 결과를 통해 보인 것처럼, 제안한 VLC 표 예측 방법은 H.264 VLC 표 예측 방법과 비교하여, VLC 표 예측 정확도는 약 10.07% 증가시켰고, 발생 비트수는 약 1.21% 감소시켰다.

**감사의 글**

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터(ITRC)의 지원에 의한 것입니다.

**참고문헌**

- [1] ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC, "Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification," JVT Doc. JVT-G050, 2003.
- [2] T. Wiegand, G.J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard," IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 13, No. 7, pp.560-576, July 2003.
- [3] I.E.G. Richardson, "H.264 and MPEG-4 Video Compression\_Video Coding for Next-generation Multimedia. Wiley, 2005
- [4] JVT Reference Software JM 11.0, available online at:[http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/ol\\_d\\_jm](http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/ol_d_jm)