

H.264 표준에서 가중된 다중 참조 블록을 이용한 효율적인 VLC 표 예측 방법

허진, 오관정, 호요성
광주과학기술원 정보통신공학과

An Efficient VLC Table Prediction Scheme for H.264 Using Weighting Multiple Reference Blocks

Jin Heo, Kwan-Jung Oh, Yo-Sung Ho
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)
E-mail : {jinheo, kjoh81, hoyo}@gist.ac.kr

Abstract

H.264, a recently proposed international video coding standard, has adopted context-based adaptive variable length coding (CAVLC) as the entropy coding tool in the baseline profile. By combining an adaptive variable length coding technique with context modeling, we can achieve a high degree of redundancy reduction. However, CAVLC in H.264 has weakness that the correct prediction rate of the variable length coding (VLC) table is low in a complex area, such as the boundary of an object. In this paper, we propose a VLC table prediction scheme considering multiple reference blocks; the same position block of the previous frame and the neighboring blocks of the current frame. The proposed algorithm obtains the new weighting values considering correctness of the VLC table for each reference block. Using this method, we can enhance the prediction rate of the VLC table and reduce the bit-rate.

I. 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, CAVLC (Context-based Adaptive Variable Length Coding)와

본 연구는 광주과학기술원(GIST) 실감방송연구센터 (RBRC)를 통한 정보통신부대학 IT 연구센터(ITRC)와 교육인적자원부 두뇌한국 21(BK21) 정보기술사업의 지원으로 이루어졌음.

CABAC (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding) 과 같은 다양한 기술들이 사용되기 때문이다 [1]. H.264 의 CAVLC는 단일 VLC (Variable Length Coding) 표를 사용하는 이전의 엔트로피 부호화 방식과 달리 이전에 부호화된 선택스 요소의 특성에 따라 현재의 선택스 요소를 예측하여 4개의 VLC표 중 최적의 VLC표를 선택하여 사용한다 [2]. 이를 통해 부호화 과정에 필요한 비트를 보다 효율적으로 줄일 수 있다.

그러나 이전에 부호화된 선택스 요소를 이용하여 현재의 선택스 요소를 예측하는 현재 CAVLC의 VLC표 예측 방법은 그 정확도가 높지 못하다는 문제점을 가지고 있다. 이는 다시 선택스 요소를 이용한 VLC표의 선택에 영향을 미쳐 결국 양자화 계수를 부호화하는 데 있어 최적의 VLC표를 이용하지 못하여 부호화 효율을 저하시키는 원인이 된다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 다중 참조 블록의 가중값을 이용한 효율적인 VLC표 예측 방법을 제안한다. 기존의 참조 블록에 이전 화면의 블록을 추가하고 각 블록의 선택스 요소간 상관도를 조사하여 이를 바탕으로 적합한 가중값을 찾는다. 이러한 가중값을 반영하여 현재 4x4 블록의 부호화 과정에 필요한 최적의 VLC표를 선택한다.

II. H.264 의 VLC 표 예측 방법

H.264는 기존의 비디오 압축 표준과 달리 4x4 정수 변환을 이용한다. 따라서 양자화나 가변길이 부호화 와 같은 변환 이후의 부호화 과정에 대한 수정이 불 가피하다. 또한, H.264에는 문맥에 적응적이라는 개념 이 도입되어 이전에 부호화된 블록의 특성을 고려하 여 현재 블록의 부호화 효율을 높인다.

CAVLC에서는 양자화 과정을 통해 얻어진 4x4 블 록의 계수들 중에서 '0'이 아닌 계수의 수에 따라 적 응적으로 4개의 VLC표 중 하나가 선택되어 사용된다. 그림 1은 현재 4x4 블록의 '0'이 아닌 계수의 수를 예측하는데 이용되는 참조 블록을 보여주고 있다. 그 림 1에서 보듯이, 현재 4x4 블록 C의 예측은 이전에 부호화된 좌측 블록 A와 윗 블록 B를 이용한다.

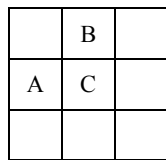


그림 1 현재 블록의 계수 예측 방법

현재 4x4 블록의 '0'이 아닌 계수의 수는 식 (1)과 같이 좌측 블록과 윗 블록의 '0'이 아닌 계수의 평균 을 이용하여 구해진다.

$$nC = \text{round} (nA + nB) / 2 \quad (1)$$

여기서 nA , nB , nC 는 각각 블록 A, B, C의 '0'이 아닌 계수의 수를 의미하고, round 는 반올림을 의미한다. 만약 C 블록의 위치에 따라 좌측 블록만 이용 가능 하면 $nC = nA$ 가 되고, 윗 블록만 이용 가능하면 $nC = nB$ 가 된다. 또한 두 블록 모두 이용할 수 없다면 $nC = 0$ 이 된다 [3]. 이러한 경우 현재 블록의 '0'이 아닌 계수의 수에 대한 예측 정확도가 크게 떨어지게 된다. 이렇게 예측된 nC 를 이용하여 표 1의 4개의 VLC표 중 적합한 하나의 VLC표를 선택하여 부호화한다.

표 1 nC 에 따른 VLC표의 선택

nC	VLC표
0, 1	VLC표 1
2, 3	VLC표 2
4, 5, 6, 7	VLC표 3
8 이상	VLC표 4

그러나 현재 블록의 좌측 블록과 윗 블록을 이용하여 VLC표를 예측하는 방법에는 한계가 있다. 주변 블록을 이용할 수 없는 경우, 혹은 객체의 경계와 같이 블록간 의 상관도가 떨어지는 복잡한 영역에서는 최적의 VLC 표를 선택하지 못하는 경우가 발생한다.

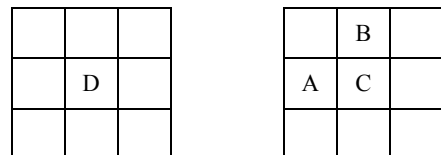
표 2는 QCIF FOREMAN 영상에 대해 양자화 계수에 따른 CAVLC의 VLC표 예측의 정확도와 100% 정확하게 VLC표를 예측한 경우와의 비트율 비교를 보여주고 있 다. 표 2에서 나타나듯이, VLC표에 대한 정확도는 QP에 따라 47~78% 정도이다. 따라서 정확하게 VLC표를 예 측을 할 수 있다면 발생 비트량을 낮출 수 있다.

표 2 QP에 따른 VLC표 예측 정확도와 비트율

QP	정확도 (%)	비트율 (kbits/s)	정확도 (%)	비트율 (kbits/s)
0	78.87	4,050.27	100	4,037.64
4	61.96	3,102.13	100	3,075.64
8	51.31	2,153.15	100	2,116.77
12	47.29	1,392.79	100	1,355.47
16	47.32	847.13	100	818.57
20	50.32	451.64	100	435.41
24	56.47	233.73	100	226.43
28	64.31	115.52	100	112.92

III. 제안한 VLC 표 예측 방법

기존의 VLC표 예측 방법은 현재 4x4 블록의 좌측 블 록과 윗 블록만을 고려하여 VLC표를 선택하였다. 그러 나 이러한 방법은 좌측 블록만 사용하는 경우, 윗 블록 만 사용하는 경우, 그리고 어느 블록도 사용할 수 없는 경우 정확하게 VLC표를 예측하는데 어려움이 있다. 따 라서 본 절에서는 기존의 참조 블록에 이전 화면의 블 록을 추가하고, 각 블록의 정확도를 조사한 후 현재 블 록의 '0'이 아닌 계수의 수를 구하는데 가중값을 부여 하는 방법을 제안한다.



(a)이전 화면의 블록 (b)현재 화면의 블록

그림 2 제안한 블록의 계수 예측 방법

그림 2는 기존의 참조 블록과 이전 화면의 블록을 고

려한 방법을 나타낸다. D 는 이전 화면에서 현재 화면의 블록 C 와 동일한 위치의 블록을 나타낸다.

표 3은 QCIF FOREMAN 영상에 대해 QP 값에 따라 좌측 블록의 VLC표 예측 정확도, 윗 블록의 VLC표 예측 정확도 그리고 이전 화면에서 현재 블록과 동일 위치의 블록에 대한 VLC표 예측 정확도에 대한 실험 결과를 나타낸다.

표 3 QP에 따른 VLC표 예측 정확도 (%)

QP	좌측 블록	윗 블록	이전화면블록
0	73.01	72.83	75.46
4	52.34	51.57	59.93
8	39.20	37.42	53.04
12	34.97	32.69	51.84
16	39.76	36.74	54.34
20	46.94	43.18	57.99
24	54.95	51.07	62.16
28	62.08	59.18	67.22

표 3에서 보듯이, H.264에서 참조 블록으로 사용되는 좌측 블록과 윗 블록에 대한 정확도는 비슷한 성향을 보인다. 따라서 현재 블록의 '0'이 아닌 계수의 수에 관한 예측은 식 (1)과 같이 평균으로 유도되었다. 그러나 제안하는 알고리즘의 경우 이전 화면 블록의 정확도가 참조 블록의 정확도에 비해 높다. 따라서 이전 블록에 큰 가중값을 부여함으로써 보다 효율적으로 '0'이 아닌 계수의 수를 예측할 수 있다. 따라서 현재 블록의 '0'이 아닌 계수의 수는 식 (2)와 같이 유도될 수 있다.

$$nC = \text{round} (nA + nB + w \times nD) / (w + 2) \quad (2)$$

여기서 w 는 이전 화면 블록에 대한 가중값을 의미한다. 표 4는 QP가 20인 QCIF FOREMAN 영상에 대해 w 의 변화에 따른 VLC표 예측의 정확도 향상과 이로 인해 절감된 비트량을 비교하여 보여주고 있다.

표 4 “ w ”에 따른 정확도와 비트 감소

w	정확도 (%)	비트 감소 (bits)
1	+3.52	-8,216
2	+6.81	-14,824
3	+8.36	-16,664
4	+9.23	-17,696
5	+9.67	-17,720
6	+9.9	-17,512
7	+9.97	-17,232
8	+10.02	-17,040

표 4에서 보듯이, $w=5$ 일때 비트 절감이 가장 많이 일어났다. QP=20인 QCIF FOREMAN 영상에서 가중값을 5로 선택할 경우, 발생 비트양을 가장 많이 줄일 수 있다. 이 결과는 이전 블록에 대해 적절한 가중값을 부여하면 비트량을 줄일 수 있다는 것을 의미한다.

그러나 표 3을 보면, 각 블록의 VLC표 예측의 정확도는 w 값 뿐만 아니라 QP에 의해서도 좌우됨을 알 수 있다. 따라서 제안하는 알고리즘의 w 값은 QP를 고려하여 결정되어야 한다. 표 5는 5개의 QCIF 영상에 대해 QP의 변화에 따른 최적의 w 값을 나타낸다.

표 5 QP에 따른 최적의 “ w ”

QP	Foreman	News	Container	Silent	Carphone
16	6	6	8	5	6
20	5	5	5	5	5
24	5	5	5	4	5
28	5	4	5	4	5

표 5에서 나타나듯이, QP가 낮을 경우 가중값은 큰 값을 갖고, QP가 높을 경우 가중값은 작은 값을 갖는다. 이러한 특성은 영상마다 조금의 차이는 있으나, 대체적으로 비슷한 성향을 보인다. 위의 결과를 바탕으로 QP를 고려한 최적의 w 값은 그림 3과 같다.

If(QP = 16)	$w = 6$
Else if(QP = 20)	$w = 5$
Else if(QP = 24)	$w = 5$
Else if(QP = 28)	$w = 5$

그림 3 QP에 따른 최적의 w 값

IV. 실험 결과

본 논문은 H.264 표준 소프트웨어 JM9.5 [4]를 이용하여 실험을 수행하였다. 제안한 알고리즘의 효율성을 비교자, 100 프레임을 가지는 QCIF 크기의 각기 다른 5개의 비디오 시퀀스 (Foreman, News, Container, Silent, Carphone)를 이용하여 IPPP 구조의 Baseline 프로파일로 부호화 하였다. 움직임 예측에서 참조영상은 1 개를 사용했으며, 움직임 예측을 위한 탐색 범위는 ± 16 이다. 알고리즘의 효율성을 보이기 위해 4 개의 양자화 계수 (16, 20, 24, 28)를 사용하였다.

제안한 다중 참조 블록의 가중값을 이용한 효율적인 VLC 표 예측 방법의 성능 비교를 위해 VLC 표 예측 정확도와 발생 비트량을 비교했다.

표 6 은 성능 비교를 위해 실험한 결과를 나타낸다.

표 6 실험 결과 비교

영상	QP	VLC 표 예측 정확도 (%)		발생 비트수 (bits)	
		H.264	Propose	H.264	Propose
Foreman	16	47.32	55.23	2,823,760	2,794,688
	20	50.32	59.99	1,505,456	1,487,736
	24	56.47	65.30	779,112	771,488
	28	64.31	70.89	385,064	382,744
News	16	51.37	58.78	1,041,408	1,032,280
	20	52.76	60.45	664,784	658,672
	24	55.19	63.34	416,912	413,432
	28	59.12	66.09	253,560	252,168
Container	16	49.99	57.85	1,144,168	1,131,352
	20	52.27	61.84	582,664	575,624
	24	54.45	62.91	280,040	277,264
	28	56.63	63.59	133,976	132,896
Silent	16	51.58	56.55	1,166,712	1,160,496
	20	54.93	59.92	719,240	715,776
	24	59.62	63.46	448,360	447,128
	28	63.12	67.09	276,176	275,632
Carphone	16	52.34	58.98	1,967,888	1,952,728
	20	55.51	63.65	1,134,920	1,124,432
	24	59.81	67.47	649,408	644,056
	28	64.48	70.93	352,408	350,480

표 6에서 보는 바와 같이, 제안한 VLC표 예측 방법은 기존의 H.264의 VLC표 예측 방법보다 정확하게 VLC표를 예측하였다. 이로 인해 발생 비트양이 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이것은 VLC표 예측이 발생 비트량과 관련이 있다는 것을 보여준다. 위 실험 결과로부터 정확하게 VLC표를 예측하면 발생 비트량이 줄어든다는 사실을 확인할 수 있다. 그림 4은 Foreman 영상에 대해 각 QP 별 VLC표 예측 정확도를 비교한 곡선이다.

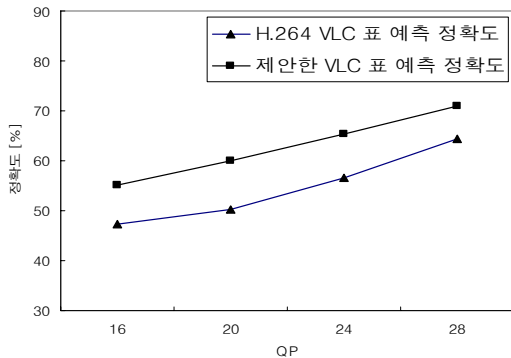


그림 4 QP 별 VLC 표 예측 정확도 비교 곡선

그림 4에서 보는 바와 같이, 본 논문에서 제안한 VLC표 예측 방법은 H.264의 VLC표 예측 방법과 비교하여 동일 QP에서 더 정확하게 VLC표를 예측한다. 그림 4는 Foreman 영상 하나에 대한 곡선이지만, News, Container, Silent, Carphone 모든 영상에 대해 동일 QP에서 더 적은 비트를 발생함을 알 수 있다. 결과적으로 표 6의 실험 결과는 제안한 방법이 기존의 VLC표 예측 방법에 비해 정확도와 발생 비트량 두가지 측면에서 모두 더 좋아진 것을 보여준다. 따라서 제안한 방법이 기존의 방법보다 우수함을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문은 H.264 의 CAVLC 를 사용하여 부호화하는 과정 중 VLC 표의 예측을 정확하게 하지 못하는 점을 고려하여, 가중된 다중 참조 블록을 이용하는 새로운 VLC 표 예측 방법을 제안했다. 본 논문에서 제안한 가중된 다중 참조 블록을 이용한 VLC 표 예측에서는 기존의 참조 블록과 이전 화면의 블록을 고려하여 적합한 가중값을 찾음으로써 발생 비트량을 줄일 수 있었다. 실험 결과를 통해 보인 것처럼, 제안한 VLC 표 예측 방법을 사용함으로써 기존의 H.264 VLC 표 예측 방법보다 평균적으로 7.14 % 정도 VLC 표 예측 정확도가 증가했다. 특히, VLC 표 예측 정확도가 향상될수록 더 많은 비트량 감소가 발생함을 확인하였다. 본 논문은 부호화 과정에 적용됨으로써, 효율적으로 비트량을 줄일 수 있을 것이다.

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/MPEG-4 Part 10 White Paper"

[4] JVT reference software version 9.5, available online at: http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old_jm/