
고성능 HEVC 화면내 예측을 위한

Angular 모드 선택 알고리즘

박승용 · 류광기

한밭대학교 정보통신전문대학원

The Algorithm of Angular Mode Selection for High Performance

HEVC Intra Prediction

Seungyong Park · Kwangki Ryoo

Graduate School of Information and Communication, Hanbat National University

E-mail : srrr.kr@gmail.com, kkryoo@hanbat.ac.kr

요 약

본 논문에서는 고성능 HEVC intra prediction을 위한 Angular 모드 결정 알고리즘을 제안한다. HEVC의 intra prediction은 공간적 중복성을 제거하기 위해 사용된다. Intra prediction은 총 35개의 모드를 가지며, 64x64에서 4x4 블록 크기까지 35개의 모드를 수행 후 최적의 cost를 갖는 블록 크기 및 모드를 결정한다. Intra prediction은 각 블록 크기마다 35개의 모드를 수행하기 때문에 높은 연산량과 연산시간을 가지고 있다. 제안하는 Angular 모드 결정 알고리즘은 원본영상의 간단한 픽셀차이를 가지고 Angular 모드 1개를 선택한다. 선택된 Angular 모드와 Planar 모드, DC 모드로 intra prediction을 수행하여 최적의 cost를 갖는 모드를 결정한다. 성능 평가 지표는 BD-PSNR과 BD-Bitrate를 사용하였으며, 제안하는 알고리즘과 HM-16.9를 비교한 결과 BD-PSNR은 평균 0.035 증가하였고, BD-Bitrate는 평균 0.623 감소했다. 또한, 인코딩 타임은 약 6.905% 감소하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an algorithm of angular mode selection for high-performance HEVC intra prediction. HEVC intra prediction is used to remove the spatial redundancy. Intra prediction has a total of 35 modes and block size of 64x64 to 4x4. Intra prediction has a high amount of calculation and operational time due to performing all 35 modes for each block size for the best cost. The angular mode algorithm proposed has a simple difference between pixels of the original image and the selected angular mode. A decision is made to select one angular mode plus planar mode and DC mode to perform the intra prediction and determine the mode with the best cost. In effect, only three modes are executed compared to the traditional 35 modes. Performance evaluation index used are BD-PSNR and BD-Bitrate. For the proposed algorithm, BD-PSNR results averagely increased by 0.035 and BD-Bitrate decreased by 0.623 relative to the HM-16.9 intra prediction. In addition, the encoding time is decreased by about 6.905%.

키워드

HEVC, Intra Prediction, Fast Mode Decision, Angular Mode

I. 서 론

최근 영상 및 통신 기술이 빠르게 발전함에 따라 UHD TV(Ultra High Definition Television)와 멀티미디어 기기의 대중화가 이루어졌고, 고해상도

영상 서비스에 대한 사용자들의 관심과 수요가 증가하였다. 차세대 영상 기기들은 4K, 8K UHD급 초고해상도 영상 서비스를 위해 개발되고 있다. UHD급 영상 서비스를 위한 새로운 영상 압축 표준인 HEVC는 국제 표준화 기관인 ITU-T의

VCEG(Video Coding Experts Group)과 ISO/IEC의 MPEG(Moving Picture Experts Group) 공동으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 결성하여 표준화하였으며, 2013년 4월에 국제 표준화로 제정되었다. HEVC는 저해상도 영상부터 초고해상도 영상까지 다양한 해상도의 영상 압축을 지원하고, 부호화 효율을 개선하기 위해 다양한 영상 압축 기술들을 포함하고 있다. HEVC는 이전 영상 압축 표준인 H.264/AVC와 비교하여 약 50% 이상 개선된 부호화 효율을 갖는다[1]. 새로운 기술들 중 intra prediction은 현재 프레임과 가장 유사한 예측 프레임을 생성하기 위해 4x4 PU(Prediction Unit)부터 64x64 PU까지 다양한 크기의 PU에 대한 예측을 수행하고, 35개의 예측모드를 갖는다. 각 PU 크기마다 35개의 모드를 적용하기 때문에 연산량 및 연산시간이 높다[2].

본 논문에서는 고성능 HEVC intra prediction을 위해 33개의 Angular 모드 중 한 개를 결정하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 간단한 픽셀간의 차이와 위치를 가지고 Angular 모드를 선택하여 총 Planar와 DC, Angular 1개 모드로 intra prediction을 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 HEVC의 표준 intra prediction 기술에 대해 기술하고, 3장에서는 제안하는 Angular 모드 선택 알고리즘을 기술한다. 4장에서는 제안하는 알고리즘의 성능비교를 기술하며, 마지막으로 5장에서는 본 연구의 결론을 도출한다.

II. HEVC intra prediction

HEVC intra prediction은 공간적 중복성을 제거하기 위해 사용되며 이전 표준인 H.264/AVC는 총 9개의 예측모드를 지원하는 반면에 HEVC는 총 35개 예측모드를 지원한다. 또한, HEVC는 Coding tree block(CTB)을 지원하여 64x64 블록 크기부터 4x4 블록 크기를 사용한다. HEVC intra prediction은 참조샘플 픽셀 생성, 참조샘플 픽셀의 필터링, 화면내 샘플 예측 순으로 진행된다. 화면내 샘플 예측에서 사용되는 예측 모드와 이름은 표 1과 같다[3].

표 1. intra prediction 모드와 이름

Intra prediction mode	Associated names
0	Intra_Planar
1	Intra_DC
2 - 34	Intra_Angular

Intra_Planar 모드는 참조 픽셀의 값과 위치를 이용하여 예측 픽셀을 생성하며, Intra_DC 모드는 참조 픽셀의 평균값을 이용하여 예측 픽셀을 생성한다. Intra_Angular 모드는 그림 1과 같으며 33

개 방향성을 가진다. 참조픽셀을 각 방향으로 예측하여 원본 픽셀과의 차이를 구한다. 각 모드에서 구해진 픽셀 차이와 PU 크기에서 발생하는 비트량을 고려하여 최적의 모드 및 PU 크기를 결정한다[4].

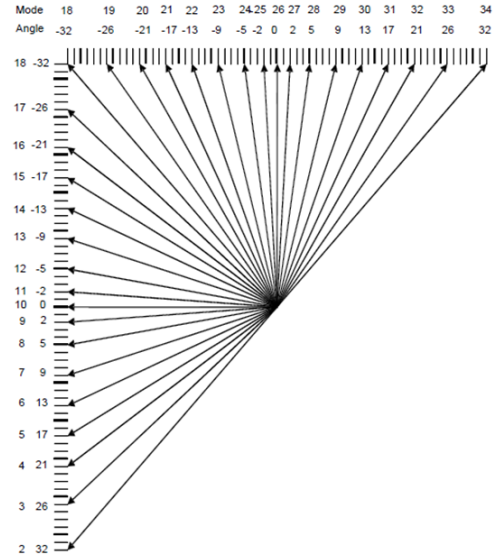


그림 1. Angular 모드의 방향성

HEVC intra prediction은 PU 분할과 35개의 모드를 지원하기 때문에 H.264/AVC 보다 높은 예측 성능을 가진다. 하지만 intra prediction에서 진행하는 PU의 개수는 64x64 PU 크기부터 4x4 PU 크기까지 총 341이며, 341개의 PU에서 35개 모드를 수행한다. 이는 11,935번 intra prediction을 수행하기 때문에 높은 연산량과 연산시간을 가진다.

III. 제안하는 Angular 모드 선택 알고리즘

제안하는 Angular 모드 선택 알고리즘은 원본 픽셀 데이터의 차이와 위치 정보를 가지고 방향성을 추정하여 1개의 Angular 모드를 선택한다.

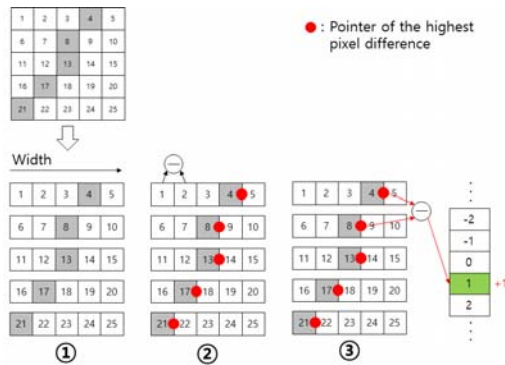


그림 2. 가로 라인의 방향성 추정 방법

표 2. 64x64 PU의 Intra_Angular 모드에 따른 BP 차이 값

Line	Intra_Angular	Best Pointer Difference Value									Intra_Angular	Best Pointer Difference Value								
		-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4		-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
W	2					1	62				19					51	12			
H						1	62								11	40	11			
W	3					12	38	12			20				41	22				
H						12	51								20	22	20			
W	4					20	22	20			21				33	30				
H						21	42							1	27	5	29			
W	5					29	9	19	5		22				27	36				
H						30	33						2	7	16	1	36			
W	6					36	1	15	9	1	23				18	45				
H						37	26						4	5	6	1	42	1		
W	7					44	2	6	3		24				9	54				
H						45	18						1		1		53			
W	8					50			2	3	25				5	58				
H						53	10								1	1	56			
W	9		1			56				1	26					63				
H						1	57	5									63			
W	10					58					27				59	4				
H						63										58				
W	11					57	1				28				52	11				
H						5	58									50		1	2	1
W	12	1	1	1	2	51					29				45	18				
H						9	54									43	2	1	8	7
W	13	7	3	3	2	44					30				37	26				
H						17	46									35	3	14	9	1
W	14	2	10	10	4	36					31				30	33				
H						26	37									28	8	24	2	
W	15		3	23	7	28					32				21	42				
H						33	30									21	20	21		
W	16			22	18	21					33				11	52				
H						41	22									10	42	10		
W	17			11	40	10					34				9	46	8			
H						52	11									7	50	6		
W	18			3	56	4														
H					2	57	4													

그림 2는 5x5 픽셀 크기에서 가로 라인의 방향성 연산 방법을 나타내며, 가로 라인과 세로 라인의 연산 방법은 같다. ①은 5x5 픽셀을 가로 라인으로 분리한다. ②는 각 가로 라인에서 픽셀 차이를 연산하여 높은 값을 가지는 위치를 구한다. ③은 각 라인에서 적색원의 차이를 구하여 차이에 해당하는 숫자에 +1을 한다. 적색원은 픽셀이 최대 차이를 가지는 위치(Best Pointer)이다.

표 2는 64x64 PU의 Intra_Angular 모드에 따른 BP 차이 값(Best Pointer Difference Value)을 나타낸다. BPDV는 +1~+4 구간인 +BPDV와 -1~-4 구간인 -BPDV로 구분된다. W는 가로 라인을 나타내며, H는 세로 라인을 나타낸다. 표 2의 BPDV 특성을 분석한 결과는 아래 표와 같다.

표 3. BPDV 특성 분석 결과

Intra_Angular	Line	BPDV	Strong BP
2 ~ 9	H	+BPDV	S(+) ~ S(0)
11 ~ 17	H	-BPDV	S(0) ~ S(-)
18	H/W	-BPDV	S(-)
19 ~ 25	W	-BPDV	S(-) ~ S(0)
27 ~ 34	W	+BPDV	S(0) ~ S(+)
10, 26	H/W	0	S(0)

표 3의 BPDV 특성 분석 결과에서 Line 항목은 BPDV의 -1 ~ +1 범위에서 H와 W 특성의 차이를 나타낸다. BPDV 항목은 +BPDV와 -BPDV 특성을 나타내며, Strong BP는 +1, 0의 개수 차이 및 0, -1의 개수 차이를 나타낸다. Intra_Angular 2와 9 모드에서 Strong BP의 차이를 보면 2 모드에서는 +1의 값이 크고 0이 작다. 하지만 9 모드로 갈수록 +1이 작아지고 0의 값이 커지는 것을 확인할 수 있다. 이러한 Strong BP 특성을 이용하여 Angular 1개 모드를 선택할 수 있다. 모드를 선택할 때 사용되는 문턱치 값은 (1)과 같으며, BPDV의 -2, -1 구간과 +2, +1 구간의 합을 사용한다. 또한 각 PU 크기마다 BPDV 값의 총 개수가 다르며, (2)는 각 PU 크기에서 BPDV의 값을 구하는 방법을 나타낸다.

$$\text{Threshold value} = \{26, 21, 17, 13, 9, 5, 2\} \quad (1)$$

$$64 \times 64 = (\text{BPDV}[\pm 1] + \text{BPDV}[\pm 2]) \gg 1$$

$$32 \times 32 = (\text{BPDV}[\pm 1] + \text{BPDV}[\pm 2])$$

$$16 \times 16 = (\text{BPDV}[\pm 1] + \text{BPDV}[\pm 2]) \ll 1 \quad (2)$$

$$8 \times 8 = (\text{BPDV}[\pm 1] + \text{BPDV}[\pm 2]) \ll 2$$

$$4 \times 4 = (\text{BPDV}[\pm 1] + \text{BPDV}[\pm 2]) \ll 3$$

표 4. HM-16.9 표준 소프트웨어와 제안하는 알고리즘 결과 비교

Class	Resolution	Proposed algorithm					[4]	
		BDBitrate	BDPSNR	△Bitrate(%)	△PSNR(%)	△TS(%)	BDBitrate	△TS(%)
4k	3840x2160	-0.613	0.016	-0.663	0.007	7.181	-	-
Class A	2560x1600	-0.518	0.031	-0.366	0.023	6.714	0.563	48.903
Class B	1920x1080	-0.642	0.027	-0.543	0.013	6.112	0.694	48.814
Class C	832x480	-0.620	0.039	-0.469	0.023	6.043	0.61	49.828
Class D	416x240	-0.672	0.042	-0.678	0.012	11.389	0.72	49.068
Class E	1280x72	-0.848	0.046	-0.726	0.019	5.829	0.893	53.127
Class F	832x480	-0.449	0.047	-0.391	0.016	5.064	0.808	50.035
Average	-	-0.623	0.035	-0.548	0.016	6.905	0.710	49.830

IV. 성능 비교

제안하는 Angular 모드 선택 알고리즘은 HM-16.9 표준 소프트웨어와 성능 비교를 진행하였다. 제안하는 Angular 모드 선택 알고리즘을 적용 후 정확한 테스트를 측정하기 위해 Transform에서 영향을 받는 부분을 주석처리 후 테스트하였다. 인코딩 시간은 식 (3)와 같이 계산하였다.

$$\Delta TS(\%) = \left(\frac{TS_{HM} - TS_{propose}}{TS_{HM}} \right) \times 100 \quad (3)$$

제안하는 알고리즘과 HM-16.9 표준 소프트웨어와 성능 비교 결과 평균적으로 BDPSNR은 0.035 증가, BDBitrate는 0.623 감소, 인코딩 타입은 최대 11.389% 감소로 좋은 결과를 보였다. 최근 논문인 [4]와의 비교 결과 제안하는 알고리즘보다 인코딩 시간이 많이 감소하였다. BDBitrate 비교 결과 제안하는 논문은 평균 0.623 감소하는 반면에 [4]는 평균 0.71 증가한다.

V. 결론

제안하는 알고리즘은 원본 영상에서 간단한 연산을 통해 얻을 수 있는 픽셀의 차와 위치를 구한 후 각 위치의 차이를 가지고 방향성 예측한다. 예측한 방향성으로 빠른 Angular 모드 선택이 가능하다. 제안하는 Angular 모드 선택 알고리즘은 HM-16.9 표준 소프트웨어와 성능 비교 결과 평균적으로 BDPSNR은 0.035 증가, BDBitrate는 0.623 감소, 인코딩 타입은 최대 11.389% 감소로 좋은 결과를 보였다. 또한, 제안하는 알고리즘을 하드웨어 모듈로 설계시 하드웨어 면적 및 연산시간을 최소화하는 장점을 가지고 있다. intra prediction에서 방향성 모드만 추정하지 않고 높은 인코딩 시간을 감소시키기 위해 TU와 블록분할의 관계를 고려한 Angular 모드 선택 알고리즘의 지속적인 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 해외ICT전문인력활용촉진사업(IITP-2015-R0134-16-1019)과 해외인재스카우팅사업(IITP-2016-R2418-16-0007)의 연구결과로 수행되었음

참고문헌

- [1] G. J. Sullivan, J. R. Ohm, W. J. Han, and T. Wiegand, "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard," IEEE Trans. Circ. and Syst. for Video Technol., vol. 22, no. 12, pp. 1649-1668, Dec. 2012.
- [2] Y. Zhang, S. Kwong, G. Zhang, Z. Pan, H. Yuan and G. Jiang "Low Complexity HEVC INTRA Coding for High-Quality Mobile Video Communication," IEEE Trans. on Ind. Informat., vol. 11, no. 6, pp. 1492-1504, Dec. 2015.
- [3] H Zhang and Z. Ma, "Fast Intra Mode Decision for High Efficiency Video Coding (HEVC)," IEEE Trans. Circ. and Syst. for Video Technol., vol. 24, no. 4, pp. 660-668, Apr. 2014.
- [4] N. Hu and E. H. Yang, "Fast Mode Selection for HEVC Intra-Frame Coding With Entropy Coding Refinement Based on a Transparent Composite Model," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 25, no. 9 pp. 1521-1532, Sep. 2015.