

비디오 해상도 및 양자화 파라미터를 고려한 HEVC의 화면내 부호화 복잡도 감소 기법

*이홍래, **서광덕

연세대학교 컴퓨터정보통신공학부

*vim0614@gmail.com, **kdseo@yonsei.ac.kr

Scheme for Reducing HEVC Intra Coding Complexity Considering Video Resolution and Quantization Parameter

Hong-rae Lee and Kwang-deok Seo

Division of Computer and Telecommunications Engineering, Yonsei University

요약

최근 초고화질 해상도(UHD) 영상 서비스에 따른 기존의 비디오 압축 기술인 H.264/AVC 대비 두 배 이상의 압축 성능을 가지는 HEVC(High-Efficiency Video Codec)의 표준화가 완료되었다. 그러나 높은 압축 효과를 얻기 위하여 복잡한 연산이 필요한 기법들이 많이 도입되어 HEVC의 부호화 복잡도는 H.264/AVC보다 크게 증가되었다. 예로써 HEVC의 화면내 예측 부호화는 예측 방향을 최대 35개까지 확장함으로써 기존 H.264/AVC에 비해서 향상된 부호화 효율을 갖지만 화면내 부호화의 복잡도는 크게 증가되어 복잡도 감소 기법이 필요하다. 본 논문은 화면내 예측 부호화에 사용되는 예측 방향 35가지를 비디오 해상도와 양자화 파라미터 크기를 고려하여 4가지 모드로 나누고 비디오 해상도의 따른 PU(Prediction Unit)의 크기의 점유율에 따라 예측 방향 개수를 변경함으로써 계산 복잡도를 감소시키는 기법을 제안한다. 실험 결과를 통해 제안된 기법을 적용함으로써 대략 2%의 BD-rate 증가로 부호화 시간을 4% 감소시킬 수 있었다.

1. 서론

ISO/IEC의 MPEG과 ITU-T의 VCEG에서는 2010년 1월 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)을 설립하여 차세대 비디오 부호화 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)[1]를 2013년 1월에 완료하였다. HEVC는 기존의 동영상 압축 표준 기술들과 유사하게 블록 단위의 예측, 변환, 양자화, 엔트로피 코딩을 통해 동영상을 효과적으로 압축한다. 또한 HEVC는 양자화 과정에서 발생하는 복원 영상의 화질 열화 문제를 해결하기 위하여, H.264/AVC[2]와 유사한 디블록킹 필터를 사용하며, 추가로 디블록킹 필터가 적용된 영상에 SAO(Sample Adaptive Offset) 필터링을 한 번 더 수행하는 구조로 되어 있다 [3]. H.264/AVC는 고정 단위의 16×16 매크로 블록 단위의 부호화를 하는 반면에 HEVC는 8×8에서 64×64 크기의 최대 부호화 단위(CTU: Coding Tree Unit)를 설정하고 각각의 CTU들을 쿼드트리 형태로 재귀적 분할하여 다양한 크기의 예측 단위(PU)를 얻는다. 또한 H.264/AVC는 화면 내 예측 부호화를 위하여 16×16 블록에 대해 4가지 예측모드, 8×8과 4×4 블록에 대해서는 9가지 예측모드를 사용하는데 비해 HEVC에서는 전체 35가지의 확장된 예측 모드를 사용하므로 높은 부호화 효율을 얻을 수 있다. 이러한 부호화 효율의 개선과 함께 많은 연산들로 인하여 부호화 복잡도 또한 많이 증가

하게 되었다.

본 논문에서는 화면내 부호화의 복잡도 감소를 위하여 RMD(Rough Mode Decision) 과정에서의 탐색 모드의 수를 비디오 해상도와 양자화 파라미터 크기에 따라 후보의 수를 제한하는 방법을 제안한다. 2장에서는 비디오 해상도와 양자화 파라미터 크기에 따라 후보의 수를 제한하는 방법을 제안하고 3장에서는 제안한 방법에 의한 실험결과를 제시한 후 4장에서 결론을 맺는다.

2. 비디오 해상도와 양자화 파라미터 크기에 따른 RMD 후보 제한 방법

그림 1은 HEVC의 참조 소프트웨어인 HM 12.0에 구현된 화면내 부호화 순서이다. HEVC의 고속화를 위한 RMD과정에서는 PU의 크기와 상관없이 35가지 모든 모드에 대해서 SATD(Sum of Absolute Transformed Difference)를 사용하여 율-왜곡 비용을 계산한다. 하지만 PU의 크기를 고려하지 않고 35가지 모드를 수행하는 것은 부호화의 복잡도 증가의 원인이다. H.264/AVC 경우 매크로 블록의 크기에 따라 예측모드의 수가 다른데 이는 블록의 크기가 커지면 참조 화소와 피참조 화소간의 공간적 거리가 멀어져 예측 성능이 낮을 수 있기 때문이다. 또한 HEVC에서 PU의 크기가 크다는 것은 비교적 평활한 영

상일 가능성이 높다는 것을 의미하며, 이 경우 많은 모드를 고려할 필요성이 줄어들게 된다 [4].

표 1은 HEVC 표준화에서 이용되고 있는 공통 실험 영상인 Class B, Class C, Class D의 모든 영상을 QP(Quantization Parameter) 22,27,32,37로 설정할 때 PU의 크기가 선택되는 비율의 결과이다.

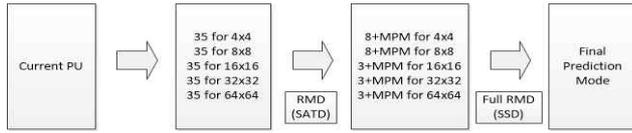


그림 1. HM 12.0의 고속 화면내 부호화

표 1. 비디오 해상도와 양자화 파라미터 크기에 따른 PU의 선택 비율

	PU_Size	QP			
		QP=22	QP=27	QP=32	QP=37
B Class (1920x1080)	8	43.87%	28.44%	20.55%	13.39%
	16	24.65%	28.36%	29.08%	27.41%
	32	25.78%	34.14%	36.97%	40.74%
	64	5.70%	9.07%	13.41%	18.46%
C Class (832x480)	8	67.55%	59.12%	49.40%	38.32%
	16	21.46%	26.06%	31.88%	35.75%
	32	9.75%	13.21%	16.63%	22.50%
	64	1.24%	1.61%	2.09%	3.44%
D Class (416x240)	8	70.11%	63.09%	56.91%	46.41%
	16	17.85%	21.83%	25.33%	30.93%
	32	11.53%	14.20%	16.59%	20.66%
	64	0.51%	0.87%	1.17%	2.01%

표1의 내용을 보면 영상의 크기가 작아질수록 PU의 크기가 작은 것의 선택 비율이 높아지며, 또한 QP가 증가될수록 PU의 크기가 큰 것의 선택 비율이 높아지는 것을 볼 수 있다.

표 2, 3, 4는 HEVC 표준에서 사용하는 공통 실험 영상인 Class B, Class C, Class D에 해당하는 모든 영상에 대해 QP(Quantization Parameter)를 22, 27, 32, 37로 설정하여 압축하였을 때 35가지 예측 방향의 선택 비율을 나타내고 있다. 빨간색은 선택 비율이 1% 이하인 예측방향을 나타낸다. 분석해 보면 화면 내 예측에서 Planar(0), DC(1), Horizontal(10), Vertical(26)이 가장 많이 선택되었으며, Horizontal과 Vertical의 주위의 모드들이 그 다음으로 많이 선택되며 나머지 부분들은 1% 이하로 선택되는 경우가 많음을 알 수 있다. 또한 표 1의 내용으로부터 각 PU의 크기에 따른 점유율이 증가 할수록 선택되는 예측방향의 개수도 증가함을 알 수 있다.

표 2. Class B에서 QP 크기에 따른 예측방향 선택 비율

QP	8					16					32					64					
	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	
22	38.4%	3.8%	21.2%	2.2%	1.2%	17.4%	2.8%	18.8%	4.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
27	38.4%	3.8%	21.2%	2.2%	1.2%	17.4%	2.8%	18.8%	4.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
32	38.4%	3.8%	21.2%	2.2%	1.2%	17.4%	2.8%	18.8%	4.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
37	38.4%	3.8%	21.2%	2.2%	1.2%	17.4%	2.8%	18.8%	4.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%

표 3. Class C에서 QP 크기에 따른 예측방향 선택 비율

QP	8					16					32					64					
	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	
22	18.9%	1.5%	20.1%	1.8%	1.1%	18.7%	2.0%	18.8%	2.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
27	18.9%	1.5%	20.1%	1.8%	1.1%	18.7%	2.0%	18.8%	2.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
32	18.9%	1.5%	20.1%	1.8%	1.1%	18.7%	2.0%	18.8%	2.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
37	18.9%	1.5%	20.1%	1.8%	1.1%	18.7%	2.0%	18.8%	2.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%

표 4. Class D에서 QP 크기에 따른 예측방향 선택 비율

QP	8					16					32					64					
	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	0	1	10	11	26	
22	18.9%	1.5%	20.1%	1.8%	1.1%	18.7%	2.0%	18.8%	2.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
27	18.9%	1.5%	20.1%	1.8%	1.1%	18.7%	2.0%	18.8%	2.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
32	18.9%	1.5%	20.1%	1.8%	1.1%	18.7%	2.0%	18.8%	2.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%
37	18.9%	1.5%	20.1%	1.8%	1.1%	18.7%	2.0%	18.8%	2.2%	1.2%	13.7%	2.1%	18.8%	4.2%	1.2%	11.1%	1.8%	18.8%	4.2%	1.2%	1.2%

표 5. 4가지 RMD 예측후보 모드

모드(가장)	RMD 후보 개수
모드1(4가지)	DC(0), Planar(1), Horizontal(10), Vertical(26)
모드2(13가지)	DC(0), Planar(1), 8,9,10,11,12,18,24,25,26,27,28
모드3(19가지)	DC(0), Planar(1), 7,8,9,10,11,12,13,17,18,19,23,24,25,26,27,28,29
모드4(35가지)	35 mode

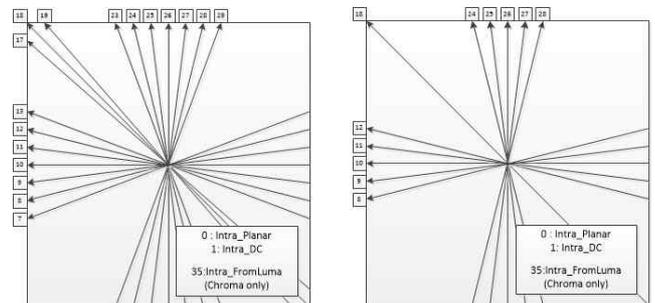


그림 2. 모드 2,3의 예측 후보 방향

표 5는 위에서의 자료를 토대로 RMD의 예측 후보 모드를 4가지로 만들었으며 이에 따라 각 PU와 QP 크기에 따라 적용하는 방법을 제안한다.

3. 제안한 방법에 따른 실험 및 결과

본 논문의 제안한 방법을 실험하기 위하여, HEVC 참조 소프트웨어

어인 HM12.0[5]에 구현하고 이를 기존 HEVC와 비교분석하였다. 또한 표 6에 명시된 환경에서 실험을 진행하였으며 표 7에 명시된 영상들을 실험에 사용하였다.

표 6. 실험환경

CPU	Intel Core(TM) i7-4770 CPU @ 3.40Ghz
RAM	8.00 GB
OS	Microsoft Windows 7 64-bit
Compiler	Visual C++ 2010 sp1 x86
Test Model	HM 12.0
Configure	All intra main
QP	22, 27, 32, 37

표 7. 실험 영상

Class	Sequence	해상도
B	Kimono	1920×1080
	ParkScene	1920×1080
C	BasketballDrill	832×480
	BQMall	832×480
	PartyScene	832×480
D	RaceHorsesC	832×480
	BasketballPass	416×240
	BQSquare	416×240
	BlowingBubbles	416×240
	RaceHorses	416×240

표 8은 표 5에서 제안한 예측후보 모드를 비디오 해상도에 따른 PU의 비율과 QP의 크기에 따른 예측 방향의 비율에 맞추어서 적용시켜서 실험을 실시하였다. 또한 부호화 시간의 변화인 ΔTime 식은 (1)과 같이 계산한다

$$\Delta Time = \left(\frac{t_{fast} - t_{HM12.0}}{t_{HM12.0}} \right) \times 100 \quad (1)$$

표 8. 비디오 해상도에 따른 PU의 비율과 QP의 크기에 따른 모드 설정

	PU Size	QP=22	QP=27	QP=32	QP=37
B	8	모드3	모드3	모드2	모드2
	16	모드2	모드2	모드2	모드2
	32	모드2	모드2	모드3	모드3
	64	모드1	모드1	모드2	모드2
C	8	모드4	모드4	모드3	모드3
	16	모드3	모드3	모드3	모드3
	32	모드1	모드1	모드2	모드2
	64	모드1	모드1	모드2	모드2
D	8	모드4	모드4	모드3	모드3
	16	모드3	모드3	모드2	모드2
	32	모드2	모드2	모드2	모드2
	64	모드1	모드1	모드1	모드1

표 9는 표8에서 보여준 설정대로 실험한 결과를 나타낸다. Class B ParkScene의 영상의 경우 0.9%의 압축 손실로 QP=22에서 인코딩 시간이 4.5%가 줄었으며 QP=37에서는 7%가 줄었음을 볼 수 있었고 Class C PartyScene 영상의 경우 1.2%의 압축 손실로 QP=37에서 5%의 인코딩 시간이 준 것을 알 수 있다. 전체적인 결과로 비디오 해상도가 큰 Class B의 영상에서 PU 크기가 작은 경우 선택 비율이 C와 D에서 보다 낮음으로 예측 방향의 수를 줄임으로 압축 손실 대비 인코딩 시간이 감소됨이 큰 것을 알 수 있다.

표 9. 실험 결과

Class	Sequence	BD-rate Y	QP	ΔTime	
B	Kimono	1.8%	22	-4.15%	
			27	-4.32%	
			32	-5.09%	
			37	-7.01%	
	ParkScene	0.9%	22	-4.52%	
			27	-4.30%	
			32	-5.32%	
			37	-6.84%	
		Overall	1.3%		-5.19%
	C	BasketballDrill	6.2%	22	-1.26%
27				-1.21%	
32				-3.39%	
37				-4.98%	
BQMall		1.5%	22	-1.69%	
			27	-1.80%	
			32	-4.03%	
			37	-5.23%	
PartyScene		1.2%	22	-1.27%	
			27	-1.40%	
			32	-3.88%	
			37	-5.23%	
RaceHorses		2.9%	22	-1.77%	
			27	-2.01%	
			32	-3.78%	
			37	-4.80%	
		Overall	2.9%		-2.98%
D		BasketballPass	1.4%	22	-0.81%
	27			-0.93%	
	32			-4.65%	
	37			-5.65%	
	BQSquare	1.8%	22	-1.18%	
			27	-1.57%	
			32	-4.46%	
			37	-5.74%	
	BlowingBubbles	2.3%	22	-0.88%	
			27	-1.92%	
			32	-4.33%	
			37	-5.69%	
	RaceHorses	3.1%	22	-1.11%	
			27	-1.24%	
			32	-5.04%	
			37	-5.00%	
		Overall	2.2%		-3.14%
		Overall	2.1%		-3.77%

4. 결론

본 논문에서는 비디오 해상도와 양자화 파라미터 크기를 고려하여 HEVC 화면 내 예측 부호화에 사용되는 예측 방향 35가지를 4가지 모드로 나누고 비디오 해상도의 따른 PU의 크기의 점유율에 따라 예측 방향 개수를 변경함으로써 계산 복잡도를 감소시키는 기법을 제안하였다. HM 12.0 환경에서의 실험을 통해, 비디오의 해상도의 크기가 큰 경우 작은 크기의 PU의 예측방향의 수를 감소시킴으로 0.9%의 미비한 부호화 손실로 약 7%의 부호화 시간을 감소시킬 수 있었다. 하지만 다양한 해상도의 변경과 QP 크기에 따른 예측방향을 최적으로 선택하기 위해서는 추가적인 연구가 더 필요하다.

5. 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT 연구센터육성지원사업/IT융합고급인력과정지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2014-H0301-14-1012).

6. 참고문헌

- [1] JCT-VC, "High Efficiency Video Coding(HEVC) text specification draft 8," JCTVC-J1003, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) 10th Meeting, stockholm, Sweden, July 2012.
- [2] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, Advanced video coding for generic audiovisual services, ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG4-AVC), Forth edition: Sep. 2008.
- [3] 심동규, 조현호, 고효율 영상 부호화 기술 HEVC 표준 기술의 이해, 홍릉과학 출판사, pp. 504-505.
- [4] 권대혁, 이시웅, 최해철, "HEVC 화면내 부호화 성능 분석 및 복잡도 감소 방법," 한국방송공학회 추계학술대회, 2012년 11월.
- [5] I. Kim, K. McCann, K. Sugimoto, B. Bross, and W. Han, "High Efficiency Video Coding (HEVC) Test Model 12 (HM 12) Encoder Description," JCTVC-M1002, 13th JCT-VC Meeting, April 2013.