HEVC 화면내 부호화 복잡도 감소 방법

권대혁, 최해철
한밭대학교 정보통신전문대학원 밀티미디어공학과
skyeye0530@naver.com, choihc@hanbat.ac.kr

Encoder Complexity Reduction Method of HEVC Intra Coding

Dae-hyeok Gwon, Haechul Choi
Hanbat National University, Graduate School of Information and Communications

요 약

본 논문은 HEVC(high efficiency video coding)의 다양한 화면내 부호화 모드에 대한 성능을 분석하고, 그 분석에 바탕하여 RMD(rough mode decision)가 고려하는 화면내 예측 모드의 개수를 PU 의 크기별로 감소시키는 것과 함께, MPM(most probable mode)의 추가를 최소화해 RDO 가 고려하는 후보의 개수를 줄이고, 상위 CU 와의 Cost 차이값을 이용하여 CU 의 분할을 줄이는 것으로 부호화 복잡도를 감소시키기 위한 방법을 제안한다. 실험 결과에서는 2.02% BD-rate 증가만으로 부호화 시간을 10.87% 감소시킬 수 있음을 보인다.

1. 서론

최근 표준화가 완료된 HEVC 의 참조 소프트웨어인 HM10.0 에서 예측 부호화에서 LCU(largest coding unit)는 Quad-Tree 방식으로 분할되며 분할된 CU(coding unit)마다 별도의 예측부호화가 수행된다. 이러한 Quad-Tree 방식의 분할방법은 LCU 부터 SCU 크기까지 모든 CU 크기에 대해서 모든 계산을 수행하기 때문에 과도한 부호화 복잡도를 요구할 수 있다.

또한 HEVC 의 화면내 부호화는 밝기 값을 부호화 할 경우, 총 35 가지 모드를 지원하고 있다. 기존 H.264 에서 9 가지 모드를 지원한 것과 비교하면 모드의 개수가 약 4 배 늘어난 것이다. 그로 인하여 HEVC 의 화면내 예측 성능은 향상되었으나, 최적 모드 선택을 위한 RDO(rate distortion optimization) 연산에 과도한 복잡도를 요구하게 되었다.

이러한 과도한 부호화 복잡도를 줄이기 위하여 Y. Piao[4]은 RDO 연산을 위한 후보의 수를 줄이기 위하여 간단한 하다마드 변환으로 RDO 를 위한 후보의 개수를 제한하는 RMD(rough mode decision) 과정을 추가하였다. Y. Piao 방식에 의하여 HEVC 의 화면내 부호화에서 RDO 과정에 대한 부호화 복잡도는 줄어들었으나, RMD 가 35 가지의 모드를 고려한다는 점에서 여전히 부호화 복잡도를 더 줄일 수 있는 여지가 있다.

추가적으로 RDO 가 고려하는 최종적인 N 개의 후보에는 3 개의 MPM(most probable mode)이 포함될 수 있다. RMD 과정에 의하여 선출된 후보에 주변 PU(Prediction Unit)의 화면내 부호화 모드로부터 얻은 3 개의 후보를 추가해주는 것으로 보다 정확한 화면내 부호화 모드를 결정할 수 있게 해준다. 하지만 최대 3 개의 MPM 이 추가되는 경우, RDO 를 위한 후보의 개수가 증가하여 과도한 복잡도를 요구할 수 있다.

본 논문에서는 상기에서 언급한 RMD 후보 개수로 인한 부호화 복잡도와 RDO 후보에 추가되는 MPM 으로 인한 부호화 복잡도 및 Quad Tree 방식에서의 모든 CU 크기에 대해 연산이 수행되는 것으로 발생하는 부호화 복잡도를 감소시키기 위해서, 1. RMD 에서 고려하는 모드의 개수를 크기에 따라 다르게 설정하는 방법과 2. RDO 후보에 최대 1 개의 MPM 만을 적응적으로 추가하는 방법 그리고 3. 상위 CU 의 Cost 와 현재 CU 의 Cost 를 이용하여 더 이상 분할하지 않도록하는 방법을 함께 제시한다.

2. HEVC 화면내 부호화 분석 및 복잡도 감소 방법

HEVC 의 화면내 부호화 모드의 비율을 실험을 통하여 분석한 결과, 화면 내 예측모드 중 DC, Planar, Horizontal, Vertical 모드가 각각 25.8%, 18.7%, 4.0%, 7.7%의 높은 비율로 선택되었다. 그 외의 모드들은 방향성 모드로, 0.8~3.4%의 비율을 가졌다. 따라서 화면내 부호화에서 큰 비율을 차지하는 4 가지 모드는 RMD 과정에 반드시 포함하여야한다. 또한, 33 가지 방향성 모드는 모두를 사용하지 않고, 비슷한 방향성을 갖는 모드들에 대해 하나의 대표적 모드만을 사용함으로써 RMD 과정에 사용되는 모드의 수를 줄인다면 낮은 부호화 손실로 부호화 복잡도를 감소시킬 수 있을 것이다.

HEVC 의 화면내 부호화에서 RDO 과정을 통해 최종 선택된 모드의 분포를 분석한 결과, RMD 에 의해 이미 선택된 후보에서 최종 모드가 선택되는 비율이 약 95%로 매우 높은 비율을 가지는 것을 알 수 있었으며, 또한 추가되는 MPM 에 의해서 최종 모드가 선택되는 비율이 약 5%로 매우 낮은

비율을 가지는 것을 알 수 있었다. 따라서 RDO 후보로 추가되는 MPM 의 수를 최소화한다면 부호화를 위한 연산 요구량을 낮출 수 있다.

HEVC 의 화면내 부호화에서 RDO 연산을 수행한 이후, 최상위와 최하위를 제외한 CU 에서 상위 CU 와의 cost 차이값을 구하였을 때 그 값이 상위 CU 와 비교하여 10% 정도의 cost 일 경우 하위 CU 가 선택되지 않을 확률이 약 90%로 높은 비율을 가지는 것을 알 수 있었다. 이를 통하여, 상위 CU 와 현재 CU 의 Cost 을 이용하여 빠르게 종료하면 낮은 부호화 손실로 부호화 복잡도를 낮출 수 있을 것이다.

본 논문에서는 앞서 제시한 실험결과와 분석을 토대로 화면내 부호화 과정에 그림 1 과 그림 2 의 알고리즘을 제안한다.

그림 1 은 PU 의 크기에 따라 RMD 후보수를 제한하고 RDO 후보에 MPM 을 최대 1 개만을 추가하는 것을 나타낸 것이다. PU 의 크기에 따른 RMD 후보를 제한하는 방식은 표 1 과 같으며, MPM 을 추가 과정은 좌측 PU 와 상단 PU 에 사용가능한 모드가 1 개일 경우에는 그것을 MPM 으로 사용하고 만약 2 개일 경우에는 RMD 의 Cost 를 비교하여 더 적은 쪽을 MPM 으로 사용하게 된다. 표 1 에서 35 가지 모드는 HEVC 가 고려할 수 있는 모든 모드를 말하고, 4 가지 모드는 DC, Planar, Vertical, Horizontal 의 4 가지 모드를 사용한 방법이며, 19 가지 모드는 4 가지 모드에 방향성 모드를 추가한 모드이다.

그림 2 는 RDO 연산을 통하여 선택된 현재 CU 와 상위 CU 의 Cost 값을 이용하여 해당 식이 임계값보다 작을 경우 현재 CU 를 추가분할하지 않게 하는 알고리즘이다. 최상위 CU 에서는 상위 CU 가 없기 때문에 적용할 수 없으며, 최하위 CU 의 경우에는 추가로 분할할 필요가 없기 때문에 고려하지 않는다.

3. 실험 결과 및 분석

제안방법의 성능검증을 위하여, HEVC 참조 소프트웨어인 HM 10.0 에 RDO 후보에 포함되는 MPM 을 3 개로 설정하고 이를 제안방법과 비교 및 분석하였다. 부호화 모드는 모든 영상을 화면내 부호화하는 encoder_intra_ main 이며 Main profile 을 이용하였다. 사용된 테스트 영상은 HEVC 표준화 공통 실험 영상인 Class A ~ Class D 에서 16bit 영상인 Nebuta 와 SteamLocomotive 영상을 제외한 모든 영상을 사용하였다. 나머지 부호화 조건은 공통실험 조건을 따랐다.

HEVC 의 화면내 부호화 시간에서 RMD 가 차지하고 있는 비율을 조사한 결과 약 17%정도의 비율을 차지하였다. 따라서 이론적으로는 RMD 가 고려하는 후보의 수를 줄이는 것으로 최대 17%의 부호화 복잡도를 낮출 수 있을 것이다. 결과적으로 그림 1 의 RMD 후보수를 제한하는 방식으로는 최대 17%의 부호화 복잡도를 감소시킬 수 있다.

그림 2 의 방식에서 임계값은 다양한 방식으로 설정할 수 있다. 본 논문의 실험에서는 이 값을 0.9 로 설정하였다.

표 2 는 본 논문이 제안한 알고리즘의 실험결과를 나타낸다. 실험 결과를 살펴보면 제안한 방법이 낮은 부호화 손실로 부호화기의 수행시간을 감소시키는 것을 볼 수 있다.

그림 1. RMD 후보 수 제한 및 MPM 추가 제안 방법 (Propose intra prediction)

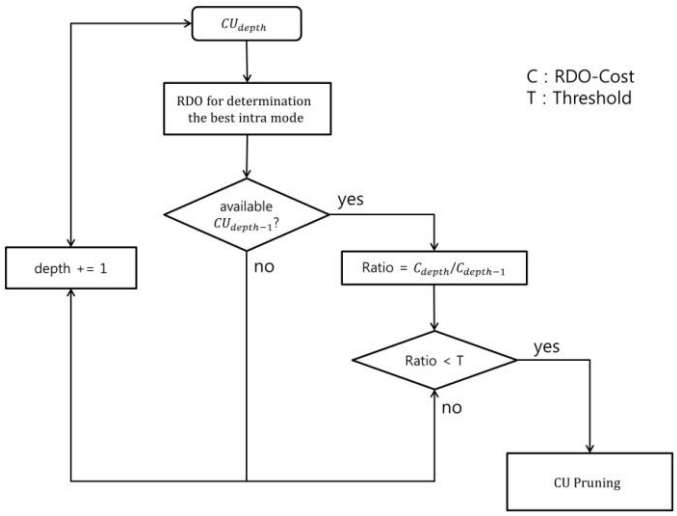

그림 2. RD Cost 값을 이용한 CU 의 Early terminate 제안 방법

표 1. PU 크기에 따른 RMD 후보 수 제한 방식

PU 의 크기	사용하는 모드의 개수
4x4	35 가지
8x8	35 가지
16x16	35 가지
32x32	7 가지
64x64	4 가지

표 2. 제안 알고리즘의 실험 결과

	Sequence	BDrate			Enc. Time
		Y	U	V	
Class A	Traffic	2.2%	1.9%	1.1%	89.35%
	PeopleOnStreet	2.3%	0.8%	0.5%	89.06%
Class B	Kimono	2.1%	1.2%	1.2%	90.30%
	ParkScene	2.2%	0.6%	0.6%	89.74%
	Cactus	2.3%	1.1%	1.0%	90.47%
	BasketballDrive	2.6%	1.0%	1.2%	89.59%
	BQTerrace	1.7%	0.5%	-0.1%	89.28%
Class C	BasketballDrill	2.5%	1.8%	1.8%	89.18%
	BQMall	2.6%	1.3%	1.1%	87.27%
	PartyScene	1.6%	1.0%	0.9%	91.08%
	RaceHorses	1.7%	0.8%	0.7%	86.00%
Class D	BasketballPass	2.0%	1.2%	1.4%	87.58%
	BQSquare	1.5%	0.5%	0.4%	87.99%
	BlowingBubbles	1.5%	0.8%	0.7%	91.51%
	RaceHorses	1.6%	0.9%	0.9%	88.12%
Overall		2.0%	1.0%	0.9%	89.13%

4. 결론

본 논문에서는 PU 크기별 화면내 부호화 모드 수와 부호화 성능의 관계, MPM 이 RDO 후보에 추가되는 비율 및 MPM 이 RDO 를 통해 선출될 확률, 그리고 현재 CU 와 상위 CU 의 cost 값의 차이에 대한 분포를 분석한 통계적 특성을 이용하여, PU 크기별 RMD 의 후보수를 제한하고 MPM 이 추가되는 개수를 줄이는 방법 그리고 CU 의 추가적인 분할을 막는 방법을 제안하였다. 실험을 통해, 제안 방법이 약 2.02%의 부호화 손실로 약 10.87%의 부호화기 수행 시간을 감소시킬 수 있음을 보였다.

감사의 글

본 연구는 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 연구 재단의 기초 연구 사업(과제번호: 2010-0023109) 및 교육 과학 기술부와 한국 연구 재단의 지역 혁신 인력 양성 사업(과제번호:2012 H1B8A2025982)의 지원을 받아 수행된 것임.

참고문헌

[1] K. D. Hong and K. J. Lim, " A study on image understanding," IEEE Trans. Image Processing, vol. 3, no. 2, pp. 1-10, 2007.

[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] B.Bross, W.-J.Han, J.-R.Ohm, G.J. Sullivan, Y.-K.Wang, and T.Wiegand, " High Efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 10 (for FDIS & Last Call)" JCTVC-L1003, Geneva, CH. Jan. 2013.

[4] Yinji Piao, Junghye Min, and Jianle Chen, " Encoder improvement of unified intra prediction," JCTVC-C207, Guangzhou, Oct. 2010.