

4K 영상에서의 블록 모양에 따른 고속 ISP 모드 부호화 기법

김범윤, 박지윤, 전병우
 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
 {kbumyoon, jiyoopark, bjeon}@skku.edu

Fast ISP Mode Encoding Based on the Block Shape for 4K Resolution Video

Bumyoon Kim, Jeeyoon Park, Byeungwoo Jeon
 Department of Electrical and Computer Engineering
 Sungkyunkwan University, Korea

요 약

본 논문에서는 VVC(Versatile Video Coding) 부호화 시간 감소를 위해 ISP(Intra Sub-Partition) 모드의 복잡도를 감소시키는 방법을 제안한다. 이 방법은 ISP 모드 적용을 위한 RDO(Rate-Distortion Optimization) 탐색을 수행할 때 현재 블록의 모양에 따라 특정 ISP 모드 방향을 사전에 제한하여 RDO 과정을 생략함으로써 부호화 시간을 단축한다. 실험 결과, 기존 VVC 방법 대비 BDBR(Bjontegaard Delta Bit Rate) 측면에서 AI(All Intra) 구성하에 Y 채널에서 0.01%, Cb, Cr 채널에서 각각 -0.04%, -0.08% 변화로 2%의 부호화 시간 감소의 결과를 얻을 수 있었다.

1. 서론

동영상 화질 개선 및 높은 압축률을 위한 VVC(Versatile Video Coding)의 표준화가 2020 년 7 월에 완료되었다. 기존 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)에 비해 AI(All Intra)하에 Y 채널에서 -25.06%, Cb, Cr 채널에서 각각 -25.37%, -26.85%의 BDBR 성능 개선이 있지만 2630%의 매우 높은 부호화 시간 증가를 보인다 [1]. 이는 동영상 실시간 스트리밍 서비스에 치명적이기 때문에 압축 효율을 크게 떨어뜨리지 않으면서 VVC의 복잡도 감소를 위한 연구들이 진행되고 있다. 본 논문에서는 특히 초고해상도 영상에서 VVC의 화면 내 압축 기술 중 하나인 ISP (Intra Sub-Partition)의 복잡도를 감소시킴으로써 부호화 시간을 단축시키는 방법을 연구하였다.

2. ISP (Intra Sub-Partition) Mode

ISP 모드는 현재 블록을 동일한 크기의 서브블록으로 분할한 뒤 동일한 화면 내 예측 모드를 사용하여 각 서브블록을 순차적으로 부호화를 수행한다. VVC에서 ISP 모드는 블록의 크기가 16 보다 큰 휘도 채널 블록에만 적용된다. 현재 블록의 분할은 <그림 1>과 같이 수평 또는 수직 방향으로 이루어지는데, 이 때 현재 블록의 크기가 32 보다 크다면 4 분할이 되고 그렇지 않은 블록에 대해서는 2 분할이 된다 [2]. 부호화기는 현재

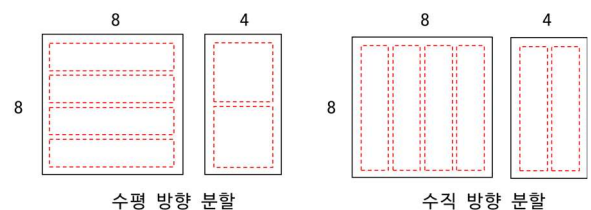


그림 1. 블록 크기에 따른 ISP 분할 적용

표 1. ISP 모드 분할 방향에 따른 블록 모양 비율 (%)

Class	수평 분할 ISP 일 때			수직 분할 ISP 일 때		
	W>H	W=H	W<H	W>H	W=H	W<H
A1	14.81	30.12	55.07	52.44	30.60	16.96
A2	23.41	20.75	55.85	60.31	18.80	20.90
Ave.	19.11	25.44	55.46	56.38	24.70	18.93

블록에서의 ISP 사용여부를 결정하기 위해 ISP 미적용, 수평 방향 분할 ISP 적용과 수직 방향 분할 ISP 적용의 경우 즉, 세 가지 경우 모두에 대하여 RDO(Rate-Distortion Optimization) 부호화 탐색을 거쳐 가장 효율적인 경우를 선택하게 된다. 부호화기는 ISP 사용 여부를 나타내는 정보인 *intra_subpartitions_mode_flag* 를 부호화기에 전송하는데, 만약 이 플래그 값이 0 이라면 ISP 를 적용하지 않고 1 이면 ISP 를 적용한다는 것을 의미한다. 그리고, 이 플래그 값이 1 이라면, *intra_subpartitions_split_flag* 가 추가로 전송되어, 서브 분할 방향 정보를 나타낸다. 즉, 이 값이 0 이면 수평 방향 분할을 의미하며, 1 이면 수직 방향 분할을 의미한다.

3. 제안 방법

<표 1>은 [3]에서 제시된 영상들 중에서 4K 해상도를 갖는 Class A1 과 Class A2 의 모든 영상들에 대해 ISP 모드에 대한 통계적 특성을 분석한 것이다. 본 실험은 AI 구성하에 VTM(VVC Test Model) 12.0 으로 4 가지 양자화 계수 22, 27, 32, 37 를 사용하여 부호화를 진행한 결과인데, 이를 살펴보면, 수평 방향 분할의 ISP 모드가 적용된 블록들 중에서 너비가 높이보다 긴 블록들은 19.11%였으며, 높이가 너비보다 긴 블록들은 55.46%였다. 마찬가지로, 수직 방향 분할의 ISP 모드가 적용된 블록들 중에서 너비가 높이보다 긴 블록들은 56.38%였으며 높이가 너비보다 긴 블록은 18.93%였다.

<표 1>에서 보듯이 가로로 긴 블록의 경우 수직 방향 분할이, 그리고, 세로로 긴 블록의 경우 수평 방향 분할의 ISP 가 더 유리함을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안하는 방법에서는 현재 블록의 가로와 세로의 길이를 통해 ISP 에 대한 RDO 과정을 제한하기로 하였다. 즉, 가로의 길이가 세로의 길이보다 길다면 수평 방향 분할의 ISP 에 대한 RDO 과정을 생략하고, 세로의 길이가 가로보다 길다면 수직 방향 분할의 ISP 에 대한 RDO 과정을 생략하였다. 그 결과 *intra_subpartitions_mode_flag* 가 1 일 때, 즉, ISP 가 적용될 때 가로와 세로의 길이가 동일하지 않은 블록은 분할 방향이 한 가지 경우로 제한되게 된다. 따라서 해당 경우 부호화기는 부호화기에 *intra_subpartitions_split_flag* 를 전송하지 않는다.

표 2. 실험 결과

Class	Sequence	BDBR			EncT
		Y	Cb	Cr	
A1	Tango2	-0.03%	-0.19%	0.02%	0.98
	FoodMarket	-0.02%	0.04%	-0.16%	0.98
	Campfire	0.03%	-0.09%	-0.06%	0.98
A2	CatRobot	0.00%	-0.03%	-0.09%	0.98
	DaylightRoad2	0.05%	0.06%	-0.12%	0.98
	ParkRunning3	0.00%	-0.04%	-0.07%	0.98
Overall		0.01%	-0.04%	-0.08%	0.98

4. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법의 성능 평가는 JVET 의 공통 실험 조건하에 VTM 12.0 을 사용하여 이루어졌다[3]. 실험은 <표 2>와 같이 4K 해상도를 갖는 비디오 시퀀스의 모든 프레임에 대해 AI 구성 하에 양자화 계수 22, 27, 32, 37 을 사용하여 진행하였다. <표 2>에서 EncT 는 부호화 시간 감소를 나타내며, 식 (1)과 같이 얻어진다.

$$EncT = \text{제안 방법 부호화 시간} / \text{기존 방법 부호화 시간} \quad (1)$$

실험결과 BDBR(Bjontegaard Delta Bit Rate) 측면에서 Y(0.01%), Cb(-0.04%), Cr(-0.08%)의 부호화 성능 변화로 2%의 부호화 시간 감소를 얻을 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 4K 해상도 영상에서의 ISP 부호화 시간 감소 방법을 연구하였다. 실험 결과 블록 모양에 따른 ISP 모드의 분할 경향성에 따라 ISP 분할 방향을 제한함으로써 부호화 시간을 단축하였고, 특정 조건에서 분할 방향 정보를 전송하지 않도록 하여 Y 채널에서의 BDBR 손실을 완화시킴과 동시에 색차 채널에서의 BDBR 을 향상시켰다.

참고 문헌

- [1] F. Bossen, X. Li and K. Suehring, "AHG report: Test model software development (AHG3)," Joint Video Experts Team (JVET), 20th Meeting, teleconference, Tech. Rep. JVET-T0003-v1, Oct. 2020.
- [2] B. Bross, J. Chen, S. Liu, and Y. Wang, "Versatile Video Coding Editorial Refinements on Draft 10," Joint Video Experts Team (JVET), 20th Meeting, teleconference, Tech. Rep. JVET-T2001-v2, Oct. 2020.
- [3] F. Bossen, J. Boyce, K. Suehring, X. Li, and V. Seregin, "VTM common test conditions and software reference configurations for SDR video," Joint Video Experts Team (JVET), 20th Meeting, teleconference, Tech. Rep. JVET-T2010-v1, Oct. 2020.