

채널 간 선택적 참조 라인 공유 방법

이유진, 박지윤, 전병우
 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
 {yjlee0816, jiyoonpark, bjeon}@skku.edu

Selective Reference Line Sharing for Chroma Intra Prediction

Yujin Lee, Jeeyoon Park, and Byeungwoo Jeon
 Department of Electrical and Computer Engineering
 Sungkyunkwan University, Korea

요 약

Versatile Video Coding (VVC)는 차세대 동영상 압축 표준화 과정에서 다수의 부호화 기술을 새롭게 채택하였는데, 이중 Multiple Reference Lines (MRL)을 포함한 일부 기술은 휘도 채널에만 적용될 수 있으며 색차 성분에 대해서는 적용이 고려되지 않는다. 본 논문은 VVC 에서 휘도 채널에만 적용되는 MRL 기술을 색차 채널로 확장하기 위하여, DM(Derived Mode)을 사용하는 색차 블록의 대응 휘도 블록이 MRL 을 사용하는 경우에 해당 참조 라인을 선택적으로 공유하여 색차 블록이 화면 내 예측에 복수개의 참조 라인을 고려하여 선택할 수 있도록 하는 방법을 제안한다. 실험 결과, VVC Test Model (VTM) 15.0 대비 Cb, Cr 성분 각각 -0.09%, -0.05%의 성능 향상을 보인다.

1. 서론

2020 년 표준화가 완료된 동영상 압축 표준 Versatile Video Coding (VVC)은 새로운 부호화 기술들을 다수 채택하여 High Efficiency Video Coding (HEVC)에 비해 약 50%의 비트율 감소를 달성하였다. 하지만 영상의 색차 성분은 휘도 성분에 비해 여전히 비중 있게 고려되지 않아서 일부 부호화 기술들은 휘도 채널에만 적용 가능하도록 제한되어 있다. 이러한 기술들 중 하나인 Multiple Reference Lines (MRL) 기술은 화면 내 예측 시 바로 인접한 참조 라인 보다 더 멀리 떨어진 참조 라인을 추가적으로 사용할 수 있도록 한다. 본 논문은 색차 채널에서 참조 라인 신호에 소요되는 전송비용을 최소화하며 효율적으로 복수개의 참조 라인을 고려하여 선택하기 위하여 휘도 채널의 참조 라인 공유 여부를 신호하는 방법을 제안한다.

2. 배경 기술: MRL 과 DM 기술

MRL 기술은 현재 블록에 맞닿은 참조 라인 ($intra_luma_ref_idx = 0$)뿐만 아니라 그보다 더 멀리 있는 복수개의 참조 라인을 예측에 사용할 수 있도록 하는 기술로, VVC [1]에 채택된 MRL 은 <그림 1>과 같이 총 3 개의 참조 라인을 예측에 사용할 수 있다. 이들 중 선택된 하나의 참조 라인은 $intra_luma_ref_idx$ 로 복호화기에 신호되며, 휘도 채널에만 적용되므로, 색차 채널에서는 참조 라인에 대한 신호 없이 항상 인접한 참조 라인으로 화면 내 예측을 수행한다.

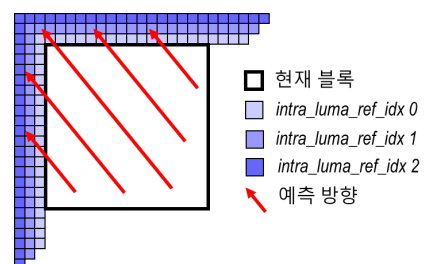


그림 1. MRL 에 사용되는 참조 라인

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 지역지능화혁신인재 양성 (Grand ICT 연구센터) 사업 (IITP-2022-2015-0-00742) 과, 과학기술정보통신부 재원의 한국연구재단의 사업(NRF-2020R1A2C2007673)의 연구결과로 수행되었음.

DM(Derived Mode) 기술은 대응하는 휘도 블록의 예측 모드를 현재 색차 블록에 공유하여 사용하도록 하는 색차 채널의 예측 모드이다. 색차 블록에 대응하는 휘도 블록은 사용된 분할 방식인 트리 종류에 따라 다르게 정의된다. <그림 2 (a)>와 같이 싱글 트리인 경우, 두 채널의 분할 구조가 일치하기 때문에 색차 블록과 동일한 위치에 있는 휘도 블록을 대응 휘도 블록으로 사용한다. 반면 <그림 2 (b)>와 같이 듀얼 트리인 경우, 두 채널의 분할 구조가 상이하므로 색차 블록의 중앙 화소와 동일한 위치의 휘도 화소를 포함하는 휘도 블록을 대응 휘도 블록으로 사용한다.

3. 제안 방법

본 논문에서는 현재 색차 블록이 DM 을 예측 모드로 사용하고 대응 휘도 블록이 MRL 을 사용하는 경우(*intra_luma_ref_idx* ≠ 0), 대응 휘도 블록의 참조 라인을 선택적으로 공유하는 방법을 제안한다. 참조 라인의 공유 여부는 DM 모드가 신호 된 이후 플래그로 신호되며, 참조 라인을 공유하지 않는 경우에는 기존 방법과 같이 색차 블록에 맞닿은 참조 라인을 사용하여 예측을 수행한다. 4:2:0 컬러 포맷과 같이 휘도 채널과 색차 채널의 공간해상도가 다른 경우, 해상도 차이를 고려해 식 (1)과 같이 참조 라인을 나타내는 인덱스를 조정하여 공유한다. 즉, 색차 채널 참조 라인 인덱스 0의 값은 색차 블록에 인접한 참조 라인을 가리키며 인덱스 값이 1 씩 커질 때마다 블록으로부터 한 화소 더 떨어진 위치의 참조 라인을 지시한다. 휘도 채널의 *intra_luma_ref_idx* 가 가리키는 참조 라인은 <그림 1>과 같다.

$$(\text{색차 채널 참조 라인 인덱스}) = \text{intra_luma_ref_idx} \gg 1 \quad (1)$$

그러나 위의 방법을 따르면 대응 휘도 블록이 MRL 을 사용하고 조정된 색차 채널 참조 라인 인덱스가 0 인 경우, 참조 라인을 공유하여도 참조 라인을 공유하지 않는 것과 동일하게 색차 블록에 맞닿은 참조 라인을 사용할 것을 나타낸다는 비효율성이 존재한다. 따라서 참조 라인을 조정하여 공유에 사용할 경우, 색차 블록에 DM 모드가 사용되고 조정된 참조 라인 인덱스가 0 이 아닐 때에만 공유여부를 신호하여 결정한다.

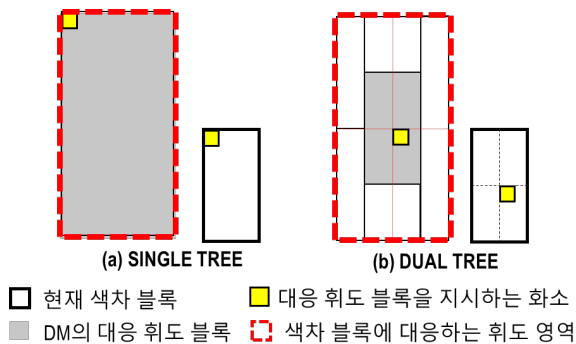


그림 2. 트리 종류에 따른 DM의 대응 휘도 블록

표 1. 실험 결과

Class	BDBR (%)		
	Y	Cb	Cr
A1	0.00%	-0.11%	-0.13%
A2	0.03%	-0.28%	-0.03%
B	0.00%	0.05%	0.08%
C	0.02%	0.08%	0.01%
D	0.03%	-0.31%	-0.12%
E	0.02%	-0.07%	-0.17%
Average	0.02%	-0.09%	-0.05%

4. 실험 결과

제안 방법은 성능 평가를 위해 VVC Test Model (VTM) 15.0[2]에 구현되었다. 실험은 JVET 공통실험조건 (CTC) [3]에 따라 All Intra (AI) 구성조건에서 수행되었으며, 다양한 해상도의 JVET 실험 영상의 각 100 프레임에 대하여 4 종류의 QP (22, 27, 32, 37)를 사용해 실험을 진행하였다. <표 1>은 VTM-15.0 대비 제안 방법의 BDBR 성능을 보여준다. 실험 결과 Cb, Cr 성분 각각 평균적으로 -0.09%, -0.05%의 성능 향상을 보였으며 특별히 Class A1의 경우 휘도 채널의 손해없이 Cb, Cr 성분 각각 -0.11%, -0.13%의 성능 향상을 확인할 수 있었다.

5. 결론

본 논문은 색차 채널의 화면 내 예측에 복수개의 참조 라인을 고려하여 효율적으로 참조 라인을 신호하는 방법으로, DM 을 사용하는 색차 블록에 대응하는 휘도 블록이 MRL 을 사용할 때 대응 휘도 블록의 참조 라인을 선택적으로 공유하는 방법을 제안하였다. 실험 결과, 색차 채널에서 다중 참조 라인을 고려하여 색차 성분의 부호화 성능을 향상시킬 수 있었다.

참고문헌

[1] 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, JVET-T2001-v2, Oct. 2020.

[2] Versatile Video Coding Test Model (VTM) 15.0, https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet/VVCSsoftware_VTM/-/tree/VTM-15.0

[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, JVET-T2010-v1, Oct. 2020.