주변 화소 정보를 추가로 고려한 CCLM 의 예측 성능 향상 방법

이지환, 김범윤, 전병우
성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
{joh8214, kbumyoon , bjeon}@skku.edu

Improved CCLM by Considering Neighboring Pixel Information

Jeehwan Lee, Bumyoon Kim, and Byeungwoo Jeon
Department of Electrical and Computer Engineering
Sungkyunkwan University, Korea

요 약

본 논문에서는 VVC(Versatile Video Coding)의 색차 채널을 위한 화면 내 예측 모드 중 하나인 CCLM (Cross-Component Linear Model) 모드의 부호화 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다. 기존의 CCLM 모드는 예측 과정에서 대응 휘도 영역의 화소로만 색차 블록의 예측자를 생성하기 때문에 현재 색차 블록과 그 주변의 참조 화소와의 연관성을 고려하지 않는 문제점이 있다. 본 논문에서는 참조 화소를 사용하는 예측 모드를 유도하여 예측자를 생성한 후 기존 CCLM 을 통해 생성된 예측자와 가중 결합하는 방법을 제안함으로써 문제점을 극복하고 부호화 성능의 향상을 가져오고자 한다. 실험 결과 제안 방법은 기존 VVC 방법 대비 BDBR 측면에서 Y(0.10%), Cb(-0.22%), Cr(-0.22%)의 결과를 얻을 수 있었다.

1. 서론

ITU-T VCEG 와 ISO/IEC MPEG 에서는 JVET(Joint Video Experts Team)이라는 공동 팀을 구성하여 기존의 HEVC(High Efficiency Video Coding)보다 더 성능을 증가시킨 VVC(Versatile Video Coding)라는 새로운 비디오 부호화 표준을 만들었다[1]. 그 결과 VVC 에서는 기존 HEVC 에서 사용하던 부호화 방법 이외에도 다양한 부호화 방법을 표준화 과정에서 채택하였는데, 그 중 하나가 색차 채널의 화면 내 예측 모드 중 채널 간의 상관 관계를 이용하는 CCLM(Cross Component Linear Model) [2] 모드이다. 본 논문에서는 현재 CCLM 기술의 문제점을 분석하고 이를 해결할 수 있는 방법을 제안하고 그 성능을 확인하였다.

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT 연구센터) 사업 (IITP-2021-2015-0-00742) 과, 과학기술정보통신부 재원의 한국연구재단의 사업(NRF-2020R1A2C2007673)의 연구결과로 수행되었음.

2. Cross Component Linear Model

VVC 에서 색차 채널의 화면 내 예측 기술의 하나인 CCLM 모드는 색차 채널 블록과 그에 대응하는 휘도 영역 사이의 관계를 이용하여 색차 블록의 예측을 수행한다. 이를 위하여, 먼저 현재 색차 블록의 대응 휘도 영역을 확정하고, 그 다음, 현재 색차 블록의 참조 화소와 그에 대응하는 휘도 화소로부터 유도된 선형 관계식을 이용해 대응하는 휘도 영역으로부터 색차 블록의 예측자를 생성한다. 이 때 만약 대응하는 휘도 영역의 크기와 현재 색차 블록의 크기가 다를 경우, 대응하는 휘도 영역을 현재 색차 블록의 크기에 맞도록 다운사이징 한다. CCLM 은 관계식 유도 시 사용하는 참조 화소의 위치에 따라 구분되며 다시, 좌측・상단의 참조 화소를 모두 사용하면 CCLM_LT, 좌측만 사용하면 CCLM_L, 상단만 사용하면 CCLM_T 모드가 된다. 그러나 CCLM 모드는 대응 휘도 영역에서 현재 색차 블록을 예측하므로 현재 색차 블록 주위의 참조 화소와의 연관성을 예측 과정에서 고려하지 않는다. 본 논문에서는 이를 해결하고자

CCLM 에서도 주변 참조 화소를 이용할 수 있는 방법을 제안하고 그 성능을 확인하였다.

3. 제안 방법

제안 방법은 위 문제점을 극복하기 위해 현재 색차 블록과의 상관도가 높은 인접 블록으로부터 참조 화소를 사용하는 화면 내 예측 모드를 유도하여 해당 모드를 통해 예측자를 생성하여 기존 CCLM 으로 생성한 예측자와 가중 결합한다. 추가적인 예측자 생성을 위한 예측 모드를 유도하기 위해 현재 색차 블록에 인접한 상단 블록 그룹과 좌측 블록 그룹으로부터 각각 가장 많은 블록이 사용한 예측 모드를 최빈 예측 모드로 도출하여 사용한다. 이 때, 최빈 예측 모드가 복수 개일 경우, 모드의 인덱스가 가장 큰 모드를 선택한다. <그림 1>의 예시를 보면 상단 블록 그룹의 최빈 예측 모드는 Planar 이고, 좌측 블록 그룹의 최빈 예측 모드는 수평 방향 모드이다.

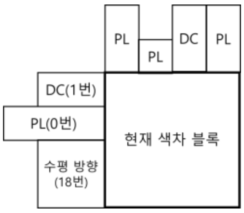

그림 1. 블록 개수 기반 최빈 예측 모드 도출 예시 도면

또한, 최빈 모드가 참조 화소를 사용하는 화면 내 예측 모드가 아니거나(즉, CCLM 모드 중 하나이거나), 현재 색차 블록이 픽쳐나 슬라이스 경계에 인접함으로 인해 탐색할 블록이 존재하지 않는 경우 최빈 모드가 없는 것으로 간주한다. 위와 같이 현재 색차 블록의 상단 및 좌측 인접 블록 그룹들로부터 2 개의 최빈 모드(상단 그룹에서 1 개, 좌측 그룹에서 1 개)를 도출한 후에는 이를 이용하여 예측자 $pred_c^T$와 $pred_c^L$을 생성한다. 마지막으로 생성된 두 예측자와 기존 CCLM 으로 생성한 예측자 $pred_c^{CC}$ 를 식 (1)과 같이 가중 결합하여 최종 예측자 $pred_c$ 를 얻는다.

$$pred_c = (\omega_{CC} \times pred_c^{CC} + \omega_T \times pred_c^T + \omega_L \times pred_c^L) \,/\, 4 \quad (1)$$

가중치 설정은 기본적으로 $\omega_{CC} = 2$, $\omega_T = 1$, $\omega_L = 1$ 로 설정한다. 상단 또는 좌측 둘 중 하나의 최빈 모드가 없는 경우는 해당 위치의 가중치를 0 으로 설정하고 기존 CCLM 예측자의 가중치를 $\omega_{CC} = 3$ 으로 수정한다. 상단과 좌측의 최빈 모드가 모두 없는 경우, 가중치를 $\omega_{CC} = 4$, $\omega_T = 0$, $\omega_L = 0$ 으로 설정한다. 기존 CCLM 과 제안하는 방법이 적용된 CCLM 을 별개의 모드로써 구분하기 위하여 추가적인 1 개의 빈을 할당하여 0 이면 기존 CCLM 을, 1 이면 제안 방법을 사용하도록 한다.

3. 실험 결과 및 분석

제안하는 방법의 성능 평가를 위한 실험은 VTM 12.0 에서

표 1. 제안 방법의 VTM 12.0 대비 부/복호화 성능

Class	Y	Cb	Cr
Class A1	0.30%	0.00%	0.22%
Class A2	0.13%	-0.24%	-0.25%
Class B	0.07%	-0.08%	-0.24%
Class C	0.06%	-0.30%	-0.24%
Class E	0.00%	-0.53%	-0.54%
Overall	**0.10%**	**-0.22%**	**-0.22%**
Class D	0.05%	-0.30%	-0.15%
Class F	0.14%	-0.42%	-0.42%

JVET 의 공통 실험 조건에 따라 AI(All Intra) 구성 하에 모든 프레임과 4 개의 QP(22, 27, 32 ,37) 값을 사용하여 수행되었다[4]. VTM12.0 소프트웨어에 제안 방법을 구현한 뒤, 이를 기존 VTM 12.0 소프트웨어와 비교하여 BDBR (Bjontegaard Delta Bit Rate) 측면에서 부호화 및 복호화 성능을 측정하였다. <표 1>은 제안 방법에 대한 성능 평가를 보여준다. Y 채널에서는 평균 0.10%의 BDBR 손실이 발생하였지만, Cb, Cr 채널에서는 모두 평균 -0.22%의 BDBR 성능 향상이 있었다. 실험 영상의 해상도가 감소할수록 더 큰 성능 향상을 보였다. 실험을 통해서 본 논문에서 제안한 방법이 CCLM 의 예측 성능을 증가시킨다는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 색차 채널의 화면 내 예측 모드에서 CCLM 모드의 예측 성능을 높이고자 현재 색차 블록의 참조 화소를 추가적으로 고려하는 방법을 제안하였다. 실험 결과 색차 채널에서의 성능 향상을 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] J. Chen, Y. Ye, S. H. Kim, “Algorithm description for Versatile Video Coding and Test Model 12 (VTM 12)”, Joint Video Experts Team (JVET), 21st Meeting, teleconference, JVET-U2002-v1, 2021.

[2] J. Kim, S.-W. Park, J.-Y. Park, B.-M. Jeon, “Intra chroma prediction using inter channel correlation”, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC), 2nd Meeting, Geneva, JCTVC-B021, 2010.

[3] B. Bross, J. Chen, S. Liu and Y. Wang, “Versatile Video Coding (Draft 10),” Joint Video Experts Team (JVET), 19th Meeting, teleconference, JVET-S2001-vH, 2020.

[4] F. Bossen, J. Boyce, K. Suehring, X. Li and V. Seregin, “JVET common test conditions and software reference configuration for SDR video,” Joint Video Experts Team (JVET), 14th Meeting, Geneva, JVET-N1010-v1, 2019