

색차 채널 공간해상도에 따른 JCCR 성능 분석

이지환, 박지윤, 전병우
 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학부
 {joh8214, jiyoopark, bjeon}@skku.edu

Analysis on performance of JCCR according to color format

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

요 약

최근 미디어 기술 발전에 따라 기존에 주로 사용되었던 4:2:0 영상 이외에도 4:2:2, 4:4:4 영상들 또한 널리 활용되고 있다. 본 논문에서는 VVC 압축 표준에서 새롭게 채택된 JCCR(Joint Coding of Chroma Residuals) 기술의 사용 빈도를 3 개의 색차 채널 공간해상도 영상에 대하여 분석하였다. 분석 결과 색차 채널 공간해상도에 따라 JCCR 기술의 사용 빈도가 다르다는 것을 확인할 수 있었다.

1. 서론

2020 년에 표준화가 완료된 최신 압축 표준인 VVC (Versatile Video Coding)에는 색차 채널의 부호화 성능 향상을 위한 다양한 압축 기술들이 채택되었다 [1]. 본 논문에서는 VVC 에 새롭게 채택된 색차 채널에 관련된 압축 기술 중 JCCR (Joint Coding of Chroma Residuals) 기술의 사용 빈도를 서로 다른 세 개의 색차 채널 공간해상도가 적용된 동일 영상에 대해 산출함으로써 색차 채널 공간해상도에 따른 JCCR 기술의 경향성을 분석한다.

2. Joint Coding of Chroma Residuals

JCCR [1] 기술은 Cb 및 Cr 두 색차 채널 성분의 잔차 신호를 부호화 하는 기술이다. 일반적으로 비디오 압축 기술들은 영상을 블록 단위로 분할한 뒤 각 블록에 대해 예측을 수행하여 예측자를 생성한다. 이후 이를 원본 블록에서 뺀 잔차 블록에 대해 변환 및 양자화를 적용한 후, 엔트로피 코딩을 통해 최종적으로 압축 비트스트림을 구성한다. 이러한 과정은 휘도

채널 및 색차 채널을 구성하는 Y, Cb, Cr 각 성분별로 진행된다. 하지만 JCCR 기술은 Cb 와 Cr 성분의 잔차 신호 간에 어느정도 상관관계가 있다는 사실에 착안하여, Cb 와 Cr 의 잔차 블록을 결합하여 하나의 블록으로 만들어 부호화 하는 기술이다.

JCCR 기술의 사용 여부는 각 블록별로 플래그를 통해 신호되며, JCCR 기술은 새로운 잔차 블록을 생성하는 관계식에 따라 총 세 가지 모드로 구분되고, 이 세가지 모드는 각 성분별 coded block flag (CBF)를 사용하여 구분된다. CBF=1은 0이 아닌 변환 계수가 블록에 존재한다는 것을 의미한다. JCCR 기술의 모드들은 Cb 와 Cr 의 CBF 값(CBF_Cb, CBF_Cr)이 모두 0 인 경우를 제외하고 0 과 1 값의 세 조합을 통해 구분하여 신호한다. Cb와 Cr의 CBF 값이 (1,0)이면 JCCR 모드 1번, (1,1)이면 JCCR 모드 2 번, (0,1)이면 JCCR 모드 3 번을 가리킨다. 추가적으로, 모드가 1 과 2 일 경우는 Cb 채널, 모드가 3 일 경우 Cr 채널로 새로운 잔차 블록이 전송된다. 각 JCCR 모드에 따른 부호화기와 복호화기의 동작은 <표 1>과 같다. <표 1>에서 resCb 와 resCr 은 Cb 와 Cr 성분의 잔차 블록이고, resJointC 는 Cb 와 Cr 성분의 잔차 블록을 결합하여 생성한 새로운 잔차 블록이다. cSign 은 픽처별로 신호되는 관계식의 부호값이다. <표 1>에

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

표 1. JCCR 모드에 따른 부호화기 및 복호화기 동작

JCCR 모드	동작위치	동작
1	부호화기	$resJointC = (4 \cdot resCb + 2 \cdot cSign \cdot resCr) / 5$
	복호화기	$resCb = resJointC$ $resCr = (cSign \cdot resJointC) \gg 1$
2	부호화기	$resJointC = (resCb + cSign \cdot resCr) / 2$
	복호화기	$resCb = resJointC$ $resCr = cSign \cdot resJointC$
3	부호화기	$resJointC = (4 \cdot resCr + 2 \cdot cSign \cdot resCb) / 5$
	복호화기	$resCb = (cSign \cdot resJointC) \gg 1$ $resCr = resJointC$

따르면 부호화기에서는 결정된 모드에 따라 resCb 와 resCr 을 모드별로 사전에 정의된 관계식에 따라 결합하여 하나의 새로운 잔차 블록 resJointC 를 생성하고 이를 이후 부호화 단계로 전송한다. 복호화기에서는 이전 복호화 과정에서 전송받은 resJointC 와 JCCR 모드 값에 따라 사전에 정의된 관계식을 이용하여 Cb 와 Cr 성분의 잔차 블록을 복원하고 이후의 복호화 단계로 전송한다.

3. JCCR 사용빈도 실험 결과 및 분석

색차 채널 공간해상도에 따른 JCCR 기술 사용 빈도의 정확한 비교를 위해서는 다양한 색차 채널 공간해상도가 적용된 동일 영상이 필요하다. 이를 위해 JCT-VC 공통 실험 조건에서 제시하는 표준 영상들 중 4:2:0 kimono 영상과 JVET non-4:2:0 공통 실험 조건에서 제시하는 표준 영상들 중에 4:2:2 및 4:4:4 kimono 영상을 사용하였다 [2, 3]. 실험은 JVET 의 공통 실험 조건에 따라 VTM 15.0 에서 AI (All Intra) 조건 하에 모든 프레임에 대해 4 개의 QP 값(22, 27, 32, 37)을 사용하여 수행되었다.

<그림 1>은 색차 채널 공간해상도에 따른 JCCR 기술의 사용 빈도를 보여준다. 사용 빈도는 전체 영상에 대해 JCCR 기술이 적용되지 않고 Cb 및 Cr 각 성분별로 변환 및 양자화가 수행되는 일반 그룹, JCCR 기술의 각 모드가 적용되는 JCCR 그룹, Cb 및 Cr 성분의 CBF 값이 모두 0 임에 따라 변환 및 양자화 과정이 아예 수행되지 않는 CBF=0 그룹으로 구분하여 산출하였다. 각 그룹에 대한 빈도는 식 (1)과 같이 각 QP 별로 모든 프레임에서의 블록 개수 중 각 그룹에 해당하는 블록의 개수의 비율에 따라 빈도를 구한 후 QP 에 대한 평균값으로 산출되었다.

$$빈도 = \frac{1}{4} \sum_{QP} \frac{\text{해당 그룹의 블록 개수}}{\text{전체 블록 개수}} \times 100(\%) \quad (1)$$

<그림 1>에 따르면 색차 채널 공간해상도 표현이 4:2:0 에서 4:2:2, 4:4:4 방식으로 변해갈수록 JCCR 그룹의 사용 빈도가

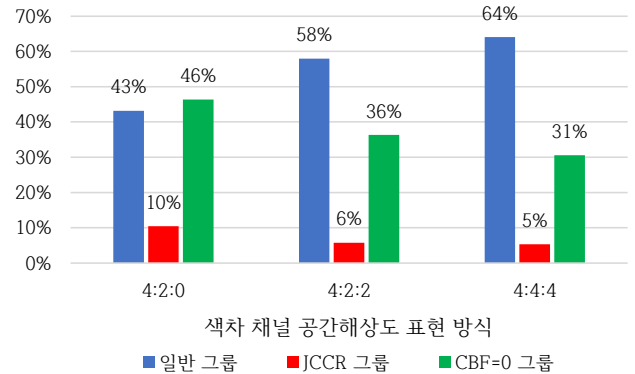


그림 1. 색차 채널 공간해상도에 따른 그룹별 사용 빈도

감소하는 것을 확인할 수 있다. 또한 CBF=0 그룹도 같은 감소 양상을 보임을 확인할 수 있다. 그와 반대로 일반 그룹의 사용 빈도는 증가하는 것을 관찰할 수 있다. 이는 공간해상도 표현이 기존의 4:2:0 에서 4:2:2, 4:4:4 방식으로 변하면서 점점 색차 채널의 공간 해상도가 증가함으로 인해 Cb 및 Cr 성분 간의 상관관계가 점점 다양화된 상태에서 <표 1>과 같이 Cb 및 Cr 간에 단순히 세 종류의 비례관계만을 고려하는 JCCR 기술의 효용성이 감소한 것으로 보인다.

4. 결론

본 논문에서는 색차 채널 공간해상도에 따른 JCCR 기술의 사용 빈도의 변화양상을 분석하였다. 실험결과 색차 채널 공간해상도 표현 방식이 4:2:0 에서 4:4:4 으로 변할수록 JCCR 기술의 효용성이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 Cb 와 Cr 성분 간의 좀 더 다양한 상관관계를 반영할 수 있는 색차 채널 성분 간의 결합 또는 조합 기술을 개발한다면 4:2:0 은 물론 이 외의 색차 채널 공간해상도를 가지는 영상에서 부호화 및 복호화 성능의 향상을 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] B. Bross, J. Chen, S. Liu, Y.K. Wang, "Versatile Video Coding Editorial Refinements on Draft 10", Joint Video Experts Team (JVET), 20st Meeting, teleconference, JVET-T2001-v2, pp. 1-511, 2020.
- [2] F. Bossen, "Common HM test conditions and software reference configurations," Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC), 12th Meeting, Geneva, JCTVC-L1100-v2, pp. 1-4, 2013.
- [3] Y. H. Chao, Y. C. Sun, J. Xu, and X. Xu, "JVET common test conditions and software reference configurations for non-4:2:0 colour formats," Joint Video Experts Team (JVET), 20th Meeting, teleconference, JVET-T2013-v1, pp. 1-9, 2020.