

색차 채널을 위한 적응형 다중변환기술 성능분석

박지윤, 전병우

성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과

{jiyoonpark, bjeon}@skku.edu

Analysis of Adaptive Multiple Transform in Chroma Channel

Jeeyoon Park and Byeungwoo Jeon

Department of Electrical and Computer Engineering

Sungkyunkwan University

요 약

최근 UHD 콘텐츠에 대한 스트리밍 서비스가 증가함에 따라 보다 높은 압축효율을 갖는 부호화 기술에 대한 필요성이 증가하고 있으며 이에 따라 차세대 비디오 코덱을 위한 국제표준화 노력이 JVET 를 중심으로 진행되고 있다. 본 논문에서는 적응형 다중변환 기술을 휘도 채널에 적용하는 것뿐만 아니라 동일한 방법으로 화면 내/간 블록 모두에서 색차채널에도 적용하도록 하여 그 효율 향상여부를 분석하였다. 실험결과 제안방법이 기존 방법 대비 BDBR 측면에서 Y(0.03%), U(-1.40%), V(-0.96%)의 결과를 얻을 수 있었다.

1. 서론

2013 년 HEVC 국제표준화를 2013 년 완료 후 [1], 다시 HEVC 대비 2 배의 압축률을 목표로 하는 차세대 비디오 부호화 (Future Video Coding; 이하 FVC) 표준화가 ISO/IEC MPEG (JTC1/SC29/WG11)과 ITU-T VCEG (Q6/16)의 공동 비디오 부호화 팀 (Joint Video Exploration Team; 이하 JVET) 주관으로 진행중이다. 한편 JVET 의 공동 실험을 위하여, 부호화 효율을 증가시키는 주요 비디오 부호화 기술들을 선택하고 이들을 SW 로 집약한 Joint Exploration Model (JEM)이 개발되었는데, 최신버전인 JEM7.2 은 YCbCr 4:2:0 이외의 컬러 포맷과 10bit 이상의 bit depth 를 지원한다. 또한, JEM7.2 에는 적응형 다중변환 (Adaptive multi core transform, AMT) 기술이 추가되었는데, 윌-왜곡(RDO: Rate Distortion Optimization)과정으로 인해 상대적으로 많은 부호화 시간이 요구됨으로, 시간 복잡성 및 계산량을 줄이기 위하여 화면 내/간 예측 모두 휘도 채널에만 적용되고 있다. 즉, 색차 채널에는 HEVC 와 같은 고정된 변환이 사용하고 있다[1]. 이를 개선하기 위해 [2]에서는 JEM3.0 버전에서 기존에 휘도 블록에만 적용되었던 AMT 를 색차신호 변환 블록에 추가 신호 없이 그대로 적용하는 방법을 제안한 바가 있다. 그러나 이 제안방법에서는 화면 내 예측블록의 색차신호에 대한 AMT 는 고려하지 않고 화면 간 예측블록의 경우에만 적용하였다. 본 논문에서는 휘도 성분에 적용된 AMT 변환을 JEM7.2 버전에서 화면 내/간 예측 모두 색차신호에도 적용할 경우 화면 내/간 예측블록에서 색차채널 코딩 효율성 향상여부를 분석한다.

2. 적응형 다중변환

적응형 다중 변환은 차세대 비디오 압축 알고리즘의 표준화를 위해 진행되어온 JVET 회의에서 채택된 방법으로, 휘도성분의 코딩효율성 향상에 상당한 기여를 하고 있다. 1 차 변환과정에서 DCT-II 및 4×4 DST-VII 만 사용하던 HEVC 와는 달리, DST-VII, DCT-VIII, DST-I 및 DCT-V 의 새로운 변환방식이 추가되어, 화면 내/간 예측모드에 따라 특성화된 최적의 변환을 찾아 잔차신호 부호화에 사용된다. AMT 가 적용되는 CU 내의 휘도 채널 코딩블록(Coding Block: CB)의 경우 AMT 신호 플래그가 추가되어 사용할 수평 및 수직변환 조합 집합을 지시한다. 또한, 이 정해진 조합 내에서 윌-왜곡(RDO)과정을 통해 특정한 최적의 수평 및 수직변환을 결정한다. 화면 내 잔차신호 부호화에 있어서, 화면 내 예측 모드별로 상이한 잔차신호 통계로 인해, 예측모드 별로 다른 변환 후보가 사용된다. 그러나 HEVC 표준에서 윌-왜곡(RDO)과정은 좋은 압축 성능을 보이는 반면, 상대적으로 많은 부호화 시간이 요구된다. 따라서 최신버전인 JEM7.2 에서는 화면 내/간 휘도 블록에서만 적용되고 있다.

3. 실험방법 및 분석

JEM 에서 색차 신호는 HEVC 에서 사용되던 전통적인 5 개 화면 내 예측 모드와 채널 간 중복성(Redundancy)을 줄이기 위한 CCLM (cross-component linear model) 예측 모드 6 개, 즉, 총 11 개의 화면 내 예측 모드를 가질 수 있다 [3]. 6 가지의 CCLM 모드에는 CCLM 1 모드, MMLM(MMLM: Multi model LM)모드 그리고 4 종류의 MFLM MFLM(Multi filter LM)으로 구성된다. 휘도 화소로부터 색차 화소값을 예측하기

¹ 이 논문은 2017 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2016-0-00572, 초고실감 미디어 서비스 실현을 위해 HEVC/3DA 대비 2 배 압축을 제공하는 5 세대 비디오/오디오 표준 핵심 기술 개발 및 표준화)

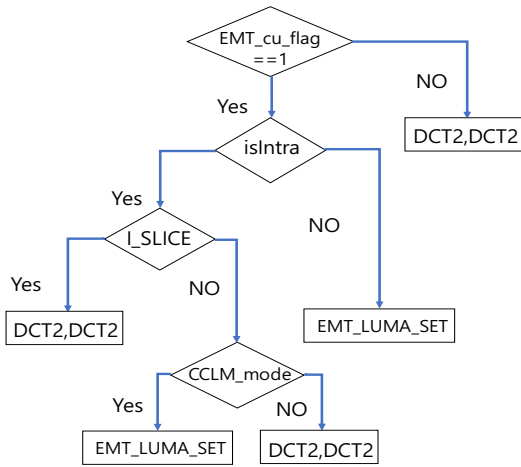


그림 1. 색차신호 변환에 적용한 실험방법.

위해 전체 CU 를 대표하여 하나의 선형 모델을 사용하는 것이 CCLM1 모델이라면, MMLM 에서는 두개의 선형 모델을 사용할 수 있다. 또한 4 종류의 MFLM 모드들은 각각 색차 신호의 하향표본화(down sampling)할 때 사용되는 필터로 구분된다. Cross component 란 휘도 신호와 색차신호 사이의 중복성을 의미하는데, 이러한 연관성(correlation)을 추가로 제거하는 6 개의 CCLM 모드 중 한 개가 색차 예측 모드로 선택된 화면 내 예측 블록에서는 휘도 신호와 색차신호의 연관성이 상대적으로 깊다고 할 수 있다. 따라서 휘도 신호의 다중변환을 사용할 때 다른 화면 내 예측 블록의 경우보다 더 효과적으로 적용된다.

한편, 화면 내 예측의 경우 AMT 는 화면 내 예측 모드에 기반하여 잔차신호의 특성을 통계로 얻은 것 이기 때문에, 채널의 종류와 상관없이 동일하게 효율적으로 작용할 가능성이 크다. 그러나 HEVC 와는 달리 JEM 에서 달라진 기본 조건들이 있다. QTBT 블록 분할 방법이 적용됨과 동시에[3], 기존 HEVC 의 I-slice 와는 다르게, JEM 의 휘도 성분 Y 와 색차 성분 Cb, Cr 의 블록은 독립적으로 구성된다. 따라서 색차 채널의 CU 에서 휘도 채널정보를 그대로 가져오는 것은 알맞지 않다. 그러므로 본 논문에서는 색차신호에 대한 별도의 적용형 다중변환 방법에 대해 몇 가지 조건을 추가하였다.

첫번째로, 휘도 신호와 색차신호의 블록 분할 방법이 다른 I-slice 에서는 기존의 방법과 같이 DCT2 가 색차신호에 적용된다. 휘도 신호와 색차신호의 블록 분할방법이 동일한 B, P-slice 에서는 휘도 신호에서 정해진 다중변환을 동일하게 색차신호에 적용할 수 있도록 하였는데, 화면 내 예측 블록에 있어서는, 색차신호의 화면 내 예측모드가 CCLM mode 6 개에 속할 때에만 휘도 성분의 다중변환을 동일하게 사용하도록 하였다.

표 1. 실험조건

실험시퀀스	(Cactus, ParkScene, Kimono)
QP	22,27,32,37
프레임 수	50 frame
부호화 조건	RA(random access)

표 2. 제안한 실험방법 결과

Sequences	EMT_Chroma BDBR (%) (proposed)		
	Y	U	V
Cactus	0.10	-2.00	-1.20
ParkScene	0.00	-0.80	-0.60
Kimono	0.00	-1.40	-1.10
Average	0.03	-1.40	-0.96

4. 실험결과분석

본 논문에서는 JEM7.2 에 있는 휘도 성분에만 적용되고 있는 AMT 를 화면 내/간 예측블록의 색차 신호 채널에도 적용하여 그 성능을 비교하였다. 특별히 화면 내 예측 블록에 있어서는, 색차신호의 화면 내 예측모드가 휘도성분과 색차성분의 연관성이 깊은 CCLM mode 6 개 중 하나의 모드가 선택되었을 때 휘도성분의 다중변환 (수평 및 수직변환 조합 집합)을 동일하게 사용하도록 함으로써 색차 성분 블록의 잔차 블록에서의 변환을 기존의 방법과 다르게 적용하였다. 실험결과 BDBR(%)측면에서 색차성분인 U, V 에서 각각 1.40%, 0.96% 성능을 확인할 수 있었다. 후에 I-Slice 에서 휘도 성분 Y 와 색차 성분 Cb, Cr 의 블록을 공유한다면 색차 성분 블록에서 더 높은 압축 효율을 예상할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 휘도 신호 예측에만 적용되던 AMT 를 화면 내/간 예측 부호화 되는 색차신호에도 적용할 경우 색차 신호의 부호화 효율 향상 여부를 분석하였다. 실험결과 휘도성분을 제외한 두개의 색차 성분에서 성능 향상을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] G. J. Sullivan, J. Ohm, W. J. Han, and T. Wiegand, "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) standard," *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Techno.*, vol. 22, no. 12, Dec. 2012.
- [2] T. Ukuba and O. Nakagami, "On Adaptive Multiple Core Transform for Chroma," *JVET-E0036*, Jan. 2017.
- [3] Jian le Chen, "Algorithm Description of Joint Exploration Test Model 7 (JEM 7)," *JVET-G1001*, Jul. 2017.
- [4] J. Chen, V. Seregin, S. Lee, W. Han, J. Kim, B.M. Jeon, "CE6.a: Chroma intra prediction by reconstructed luma samples," *JCTVC-E266*, Geneva, Mar. 2011.
- [5] Frank Bossen, "Common test conditions and software reference configurations," *JCTVC-L1100*, Jan. 2013.
- [6] 박지윤, 전병우, "색차 채널을 위한 적용형 다중변환의 효과분석," 제 30 회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵(IPIU), pp.1-2, 2018 02.07-09, 제주..