

채널 간 유사도 비교를 이용한 적응형 색차 블록 분할 방법

백아람 최상규 최해철

한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과

aram98123@naver.com sgchoi@hanbat.ac.kr choihc@hanbat.ac.kr

Adaptive Chroma Block Partitioning Method using Comparison of Similarity between Channels

A Ram Baek, Sanggyu Choi, Haechul Choi

Hatbat National University, Graduate School of Information and Communications Multimedia Engineering

요약

MPEG과 VCEG은 차세대 비디오 부호화 표준 기술 개발을 위한 JVET(Joint Video Exploration Team)을 구성하여 현재 비디오 표준화인 HEVC 대비 높은 부호화 효율을 목표로 연구를 진행하며 CFP(Call for Proposal) 단계를 진행 중이다. JVET의 공통 플랫폼인 JEM(Joint Exploration Test Model)은 HEVC의 quad-tree 기반 블록 분할 구조를 대신하여 더 많은 유연성을 제공하는 QTBT(Quad-tree plus binary-tree)가 적용되었다. QTBT는 화면 내 부호화 효율을 높이기 위한 하나의 방법으로 휘도와 색차 신호에 대해 분할된 블록 구조를 지원한다. 이러한 방법은 채널 간 블록 분할 모양이 동일하거나 비슷한 경우에 중복되는 블록 분할 신호가 발생할 수 있는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 화면 내 부호화에서 채널 간 유사도 비교를 이용하여 적응형 색차 블록 분할 방법을 제안한다. 제안한 방법의 실험 결과로 JEM 6.0과 비교하여 CFE(Call for Evidence) 영상에서 평균 0.28%의 Y BD-rate 감소와 함께 평균 124.5%의 부호화 복잡도 증가를 확인하였다.

1. 서론

이전 세대와 비교하여 향상된 부호화 효율을 달성한 HEVC(High Efficiency Video Coding)[1]는 2013년 1월에 표준화가 완료된 이후로 다양한 응용 분야에서 폭넓게 이용되고 있다. 그럼에도 불구하고, 4K 또는 그 이상의 고해상도/고화질 영상 콘텐츠에 대한 수요가 증가하면서 현재 비디오 표준보다 더 높은 효율을 제공하는 고성능 비디오 압축 기술의 필요성이 요구되고 있다. 이러한 원인에 따라 현재 MPEG(Moving Picture Experts Group)과 VCEG(Visual Coding Experts Group)는 차세대 비디오 부호화 표준 기술 개발을 위해 JVET(Joint Video Exploration Team)을 구성하고 2015년 10월 1차 회의를 시작으로 현재 CFP(Call for Proposal) 단계를 진행하고 있다. JVET은 2015년 10월 FVC(Future Video Coding) 기술 탐색을 위한 공통 플랫폼인 JEM(Joint Exploration Test Model)의 첫 번째 버전을 시작으로 7.0 버전까지 공개하였으며, AI(All Intra), RA(Random Access), LDB(Low delay-B) 조건에서 HEVC 대비 각각 19.7%, 28.5%, 22.3%의 부호화 효율 향상을 보였다.

기존 HEVC는 예측 전환의 최소 단위인 CU(Coding Unit)가 오직 정사각형이어야 하며, 고정된 몇 가지 타입의 PU(Prediction Unit)를 사용함으로써 블록 분할에 대한 유연성 손실이 있을 수 있다. JEM은 이러한 기존 QT(Quad-tree) 기반 블록 분할 구조를 대신하여 QT와 BT(Binary-tree)를 함께 이용함으로써 더 많은 유연성을 제공하는 QTBT(Quad-tree plus binary-tree)가 적용되었다. QTBT는 화면 내 부호화 효율을 높이기 위해 휘도와 색차 영역에 대해 분할된 블록 구조를 지원하며, JEM의 색차 영역에 대해 부호화 효율을 크게 증가

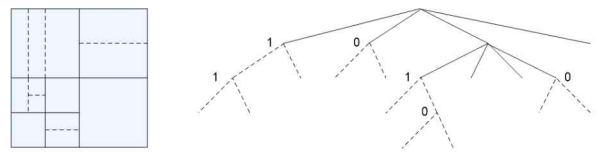


그림 1. QTBT 구조의 예

시켰다. 하지만 이러한 방법은 하나의 블록에 대해 휘도와 신호 영역의 블록 분할 모양이 동일하거나 비슷한 경우에 중복되는 블록 분할 신호가 발생할 수 있는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 JEM 화면 내 부호화에서 채널 간 유사도 비교를 이용하여 현재 블록에 대해 휘도와 신호 영역의 QTBT 분할을 독립적 또는 중첩적으로 구성하여 기존 QTBT 구조에서 존재하는 중복성을 제거하는 방법을 제안한다. 본 논문의 제 2장에서는 제안하는 방법에 대해 기술하고, 제 3장에서는 제안하는 방법을 적용한 실험 결과를 분석하고, 제 4장에서 결론을 맺는다.

2. 적응형 색차 블록 분할 방법

QTBT는 한 블록을 동일한 크기의 4개의 서브블록으로 분할하는 QT 분할과 한 블록에 대해 대칭 수평분할 또는 대칭 수직분할 2가지 타입의 서브블록으로 분할하는 BT 분할을 지원한다. CTU(Coding Tree Unit)은 QT를 이용해 분할되며, 한 노드의 분할은 최소 허용 QT 노드 크기(minQTSIZE)까지 분할할 수 있다. QT로 분할된 노드의 크기가 최대 허용 BT 크기(maxBTSIZE)보다 크지 않다면 BT 구조를 이

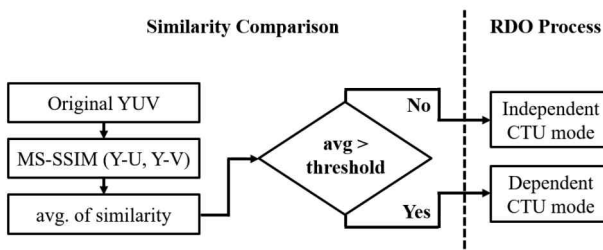


그림 2. 제안하는 적응형 색차 블록 분할 방법의 동작 순서

용하여 분할이 가능하다. BT로 분할된 노드는 최소 허용 BT 크기 (minBTSize) 또는 최대 허용 BT 깊이(maxBTDepth)보다 작다면 다시 BT 구조로 분할이 가능하다. 그림 1의 블록 분할 예와 같이 CTU는 먼저 QT로 분할되고 분할된 각 노드는 다시 QT 또는 BT를 사용하여 재귀적으로 분할이 가능하다. 최종 결정된 BT 노드는 예측과 변환을 위해 사용된다. QTBT는 I 슬라이스에서 현재 블록의 휘도와 색차 신호에 대해 순차적으로 RDO(Rate-distortion optimization) 연산을 수행하여 별도의 분할 구조를 구성하며, P와 B 슬라이스에서는 휘도와 색차 신호에 대해 함께 RDO 연산을 수행하여 하나의 분할 구조를 구성하고 공유한다. 또한, QTBT는 블록 분할 설정을 위해 관련된 여러 파라미터들이 존재하고 각각의 파라미터 특성에 의해 부호화 효율과 복잡도 등이 달라지는 특징이 있다[2].

QTBT 기반의 제안하는 방법은 I 슬라이스에서 독립적 CTU 모드와 종속적 CTU 모드가 존재한다. 독립적 CTU 모드는 앞서 설명한 기존 QTBT가 I 슬라이스의 지원 방법과 같이 CTU에 대해 휘도와 색차 영역을 별도로 분할했을 때의 RDO 연산을 의미하며, 종속적 CTU 모드는 기존 QTBT가 P와 B 슬라이스의 지원 방법과 같이 CTU에 대해 휘도와 색차 영역을 동일하게 분할했을 때의 RDO 연산을 의미한다. 이러한 구조를 구성하기 위해 CTU 수준에서 하나의 추가 선택스를 시그널링하여 복호기에 어떠한 CTU 모드인지에 대한 정보를 전송한다. 이러한 구조는 각각의 CTU 모드에 따라 별도의 QTBT 관련 파라미터 값의 적용이 가능한 장점이 있다.

이러한 CTU 모드를 결정하기 위해 그림 2와 같이 휘도와 색차 영역에 대한 유사도를 비교한다. 유사도 비교를 위해 MS-SSIM[3]을 이용하여 원 영상에서 현재 CTU 크기와 위치가 대응하는 Y-U, Y-V의 유사도를 얻고 다시 평균값을 획득한다. 또한, 휘도와 색차 영역의 CTU 크기 대응을 위해 휘도 영역에 대해서만 다운샘플링을 적용하였다. 결과로 얻어진 평균값을 이용하여 원 영상에 대해 채널 간 유사도가 높은 경우에 휘도와 색차 영역의 분할이 비슷하거나 동일할 것으로 예상하여 종속적 CTU 모드를 적용하고 유사도가 낮은 경우에는 독립적 CTU 모드를 적용한다.

3. 실험결과

제안하는 방법은 JEM 6.0에서 구현되었으며, Cfe(Call for Evidence) CTC(Common Test Condition)를 이용하여 AI 조건에서 실험을 진행하였다. 또한, 실험은 JEM 6.0에서 Multiple Direct Mode 틀만 적용하지 않았으며, 제안하는 방법으로 발생하는 CTU 수준에서 추가되는 선택스를 위한 문맥 모델링을 적용하였다. 표 1의 실험결과를 통해 채널 간 유사도 비교를 통한 적응형 색차 블록 분할 방법의

표 1. 모든 QP가 동일한 유사도 임계값을 갖는 실험 결과

Similarity Threshold (All QP)	Coding Performance (Y, U, V BD-Rate(avg.))	Encoding Time	Decoding Time
0.8	0.06% / 0.57% / 0.68%	100.0%	-
0.85	0.03% / 0.33% / 0.36%	95.5%	-
0.9	0.02% / 0.10% / 0.11%	96.0%	99.8%

표 2. 각 QP마다 다른 유사도 임계값을 갖는 실험 결과

Similarity Threshold (QP 22/27/32/37)	Coding Performance (Y, U, V BD-Rate(avg.))	Encoding Time	Dep.Mode Ratio
0.75/0.65/0.55/0.45	-0.28% / 1.78% / 2.35%	124.5%	39.1%

경우 임계값이 높을수록 부호화 성능의 손해가 작아지는 결과를 확인하였다. 가장 높은 임계값 0.9의 결과로 부호화 성능은 기존 JEM 6.0 성능과 거의 같지만 복잡도가 4% 줄어드는 결과를 보였다. 제안하는 방법의 부호화 복잡도는 기존 JEM 6.0의 부호화 복잡도와 비슷한 성능을 보였다. 실험에서 원 영상에 모든 QP마다 동일한 임계값을 적용함으로써 종속적 CTU 모드 결정 비율이 모든 QP마다 동일한 비율 결과를 보임으로써 부호화 효율이 증가되지 않는 원인으로 분석되었다.

표 2는 각 QP마다 다른 임계값을 설정하고 종속적 CTU 모드에 대해서만 maxBTSize를 기존 32에서 64로 증가하여 진행한 실험 결과를 나타낸다. Y 영역에 대해 UHD에서 0.36%, HD에서 0.15%, 평균 0.28%의 Y BD-rate 감소와 124.5%의 부호화 복잡도 증가 결과를 보였다. 종속적 CTU 모드의 선택 비율은 QP 22, 27, 32, 37에 대해 각각 19.4%, 31.6%, 44.8%, 60.3%와 평균 39.1%의 결과를 보였다.

4. 결론

본 논문은 FVC를 위한 JVET의 공통 플랫폼인 JEM의 화면 내 부호화에서 채널 간 유사도 비교 방법을 이용하여 휘도와 색차 영역에 대해 독립적이거나 종속적인 블록 분할을 결정하는 방법을 제안하였다. 실험 결과로 모든 QP가 동일한 유사도 임계값을 갖는 경우, 0.02%의 부호화 효율의 성능 저하와 함께 부호화 시간을 약 4% 감소할 수 있었으며, 각각의 QP가 상이한 임계값과 함께 종속적 CTU 모드에서만 maxBTSize를 64로 설정한 경우에 0.28%의 부호화 효율 향상과 함께 약 25%의 부호화 시간 증가의 결과를 확인하였다.

참고 문헌

[1] ITU-T Rec. H.165 and ISO/IEC 23008-2, "High efficiency video coding," Final draft approval Jan 2013.
 [2] A. Baek, H. Ko, J.-W. Kang, and H. Choi, "QTBT Performance Analysis According to Maximum Binary Tree Size", 5th International Conference on Electronics, Electrical Engineering, Computer Science (EEECS), Cambodia, Vol 5, Feb. 2018.
 [3] Z. Wang, E. P. Simoncelli, and A. C. Bovik, "Multi-scale structural similarity for image quality assessment," presented at the IEEE Asilomar Conf. Signals, Systems, and Computers, Nov. 2003.