

JEM 부호화 속도 향상을 위한 고속 CU 결정 방법

최한솔, 이종석, 이스마일, 박시내, 심동규
광운대학교

{whiteblack4, suk2080, ismail, psea1118, dgsim}@kw.ac.kr

Fast CU Termination Method for Fast Encoding in JEM

Hansol Choi Jongsoek Lee Ismail Marzuki Seanae Park Donggyu Sim
Kwangwoon University

요 약

본 논문에서는 JEM(Joint Exploration Model)의 부호화기 계산 복잡도 감소를 위한 CU 조기 결정 방법을 제시한다. 기존의 JEM 의 경우 현재 CU(Coding Unit)의 RDO(Rate Distortion Optimization)를 통한 최적의 예측 모드가 Merge SKIP 모드이고 BT(Binary Tree)의 깊이가 2 또는 3 이상일 때 CU 결정을 조기 종료한다. 제안하는 방법에서는 현재 CU의 최적의 예측모드가 Merge SKIP 이고 BT 일 경우 통계적 분석을 통한 왜곡 값, CU 샘플 수, 시간적 계층 순서, 양자화 파라미터를 고려한 문턱 값을 이용하여 CU 를 조기 결정한다. 실험 결과로써 제안하는 방법이 JEM 7.1 대비 Y, U, V 각각 평균 0.86%, 0.08%, 0.18%의 BD-rate 손실이 발생하고 평균 16% 부호화 속도를 개선시킨다.

1. 서론

최근 4K UHD 영상의 사용이 급증하고 있고 더 나아가 2020 년 기준으로 4K UHD 보다 더 높은 해상도의 영상에 대응할 수 있는 압축 표준이 요구되고있다. 이에따라 ISO/IEC MPEG(Moving Picture Expert Group)과 ITU-T VCEG(Video Coding Expert Group)은 JVET(Joint Video Exploration Team)을 구성하여 HEVC 에 비해 약 2 배 이상의 부호화 효율을 갖는 것을 목표로 차세대 비디오 압축 표준화를 진행 중이다. 차세대 비디오 압축 참조 소프트웨어(Reference Software)인 JEM(Joint Exploration Model) [1]은 부호화 성능의 향상을 위하여 HEVC(High Efficiency Video Coding)대비 많은 기술들이 추가되었고 부호화기에서 최적의 CU(Coding Unit) 분할 구조를 찾기 위한 시도 횟수 증가로 인하여 HEVC 대비 약 10 배 이상의 부호화기 계산 복잡도를 가지고 있다. 특히 추가된 기술 중 기본 부호화 구조인 QT(Quad Tree) 구조에서 QTBT(Quad Tree plus Binary Tree) 구조로 바뀌면서 모든 분할 시도에 BT 에 대한 시도가 추가되면서 전체 적인 시도 횟수가 크게 증가하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 기존의 부호화 속도 향상 방법 중 CU 모드와 BT 깊이를 이용한 CU 결정 조기 종료 방법이 있다[1]. 현재 CU 의 RDO(Rate Distortion Optimization)를 통한 최적 예측 모드가 Merge SKIP 모드이고 현재 BT 깊이가 3 이상일 경우 이후 BT 분할 시도가 생략된다. 그림 1 은 JEM 7.0 에 적용된 CU 조기 결정 방법의 흐름도이다. 이때, 현재 CU 의 최적의 예측 모드가 Merge SKIP 모드이고, BT 로 분할될 수 있고, BT 깊이가 SKIP_DEPTH 이상이면 이후의 BT 분할은 생략된다. SKIP_DEPTH 는 3 으로 정해져 있으며 경우에 따라 2 로 적용된다[2]. 하지만, 기존의 방법은 깊은 BT 깊이를 CU 분할 조기 종료의 조건으로 사용하기 때문에 BT 깊이가 문턱 값 보다 작지만 조기 종료하여도 화질의 손실이 적은 CU 는 고려하지 못하는 문제가 발생한다. 하지만 BT 깊이가

동일하더라도 CU 의 크기가 다를 수 있고 이에 따라 부호화 성능도 다르기 때문에 BT 깊이를 기준으로 조기 종료 여부를 결정하는 것은 적절하지 않다. 따라서 본 논문에서는 CU 샘플 수, 시간적 계층 순서, 양자화 파라미터를 고려한 CU 조기 결정 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 통계적 분석을 통한 일반적인 왜곡(distortion) 값과 시간적 계층 순서를 고려한 가중치를 통해 문턱 값을 계산하고 현재 CU 의 왜곡 값과 비교하여 추가 분할 시도 여부를 결정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 본 논문에서 제안하는 방법을 설명하고 3 장에서는 실험 결과 및 분석, 4 장에서는 결론을 맺는다.

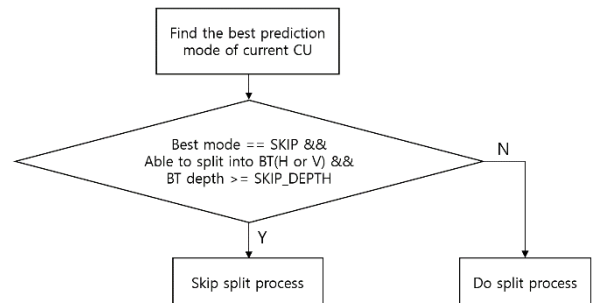


그림 1. 기존 CU 조기 종료 방법의 흐름도.

2. 제안하는 CU 조기 결정 방법

본 논문에서 제안하는 CU 조기 결정 방법은 그림 2 의 흐름도를 따른다. 먼저 현재 CU 의 최적 예측 모드가 Merge SKIP 이면서 BT 깊이(depth)가 1 이상인지 확인을 한다. 현재 CU 의 왜곡 값이 충분히 작을 경우 더 이상의 분할을 시도해보지 않아도 화질 손상이 적을 것을 고려하여 통계적

왜곡과 시간적 계층에 따른 화질 중요도를 고려한 가중치의 곱을 문턱 값으로 사용하여 현재 CU 의 추가적인 분할 시도를 결정한다. 일반적으로 CU 의 크기에 따라 예측 성능에 차이가 있고 그에 따른 왜곡 값도 차이가 발생하고 양자화 파라미터 값이 커질수록 Merge SKIP 인 CU 의 왜곡 값도 평균적으로 커진다. 따라서 통계적 왜곡 값은 여러 개의 영상을 부호화 하여 최적의 예측 모드가 Merge SKIP 인 CU 들의 샘플 수 및 QP(Quantization Parameter)에 따른 왜곡 값의 평균으로 정하였다. 표 1 은 통계적으로 구한 평균 왜곡 값이다. 그리고 시간적 계층이 낮은 프레임은 시간적 계층이 높은 프레임의 참조 프레임으로 사용되어서 시간적 계층이 낮은 프레임의 부호화 후 예러가 시간적 계층이 높은 프레임으로 전파될 수 있다. 그렇기 때문에 일반적으로 낮은 시간적 계층의 프레임은 QP 을 낮추어 복원된 영상의 화질을 보다 좋게 유지하려고 노력한다. 이를 고려하기 위하여 현재 CU 가 속한 프레임의 시간적 계층이 낮은 경우 크기가 작은 CU 의 경우에만 가중치를 크게 하여 조기 종료 조건을 엄격하게 하여서 큰 CU 에서는 분할을 더 시도할 수 있도록 한다. 반대로 현재 CU 가 속한 프레임의 시간적 계층이 높은 경우는 다른 프레임의 참조 프레임이 될 경우가 적으므로 크기가 큰 CU 에도 큰 가중치를 두어 조기 종료 조건을 완화하였다.

표 1. 통계적으로 구한 평균 왜곡 값.

	QP 22	QP 27	QP 32	QP 37
4x8	362	1101	2938	6738
8x8	557	1470	3675	8470
8x16	1116	2948	7420	17218
16x16	1888	4473	10463	23114
16x32	3798	9010	21245	47161
32x32	7232	15744	35264	76290
32x64	14747	31623	70733	155511
64x64	28579	57600	124069	288256
64x128	58066	122849	267295	593078

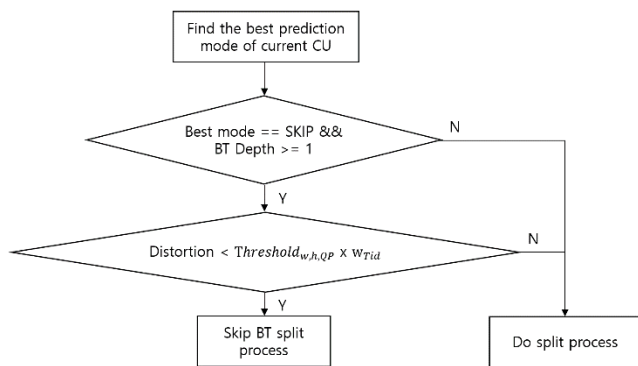


그림 2. 제안하는 CU 조기 결정 방법의 흐름도.

3. 실험 결과 및 분석

본 논문에서 제안하는 방법은 JEM 7.1 기반으로 구현하였으며 성능을 평가를 위한 실험 영상으로 MPEG 표준 실험 영상의 B 클래스, C 클래스, D 클래스 영상을 각 40 프레임을 사용하였고, 모든 실험은 RA(Random Access) 조건에서 진행 하였다. 실험에 대한 결과로써 JEM 7.1 대비 부호화 시간은 평균 16% 감소하였고 BD-rate 는 Y, U, V 각각

평균 0.86%, 0.08%, 0.18%의 손실이 발생하였다. 표 2 는 JEM 7.1 대비 제안하는 방법의 BD (Bit Distortion)-rate 및 부호화 속도를 나타낸다. 표 2 에서 TS(Time Saving)는 JEM 7.1 대비 부호화 시간 감소율로 수식(1)를 통해 계산 되었다.

$$\frac{T_{JEM7.1} - T_{Proposed}}{T_{JEM7.1}} \times 100(\%) \quad (1)$$

표 2. JEM7.1 대비 제안하는 방법의 BD-Rate 와 Time Saving 결과.

Class	Sequence	BD-rate			TS
		Y (%)	U (%)	V (%)	
Class B	Kimono	1.04	0.06	-0.42	18
	ParkScene	1.05	-0.25	-0.74	19
	Cactus	0.58	-0.01	0.07	12
	BasketballDrive	0.80	0.56	0.35	18
Class C	BasketballDrill	0.47	0.87	1.68	17
	BQMall	1.03	-0.16	0.20	17
	PartyScene	0.75	-0.23	-0.31	8
	RaceHorses	0.80	0.45	1.50	12
Class D	BasketballPass	0.91	0.31	0.66	22
	BQSquare	0.62	-0.70	-0.71	14
	BlowingBubbles	0.85	-0.16	-0.91	13
	RaceHorses	1.46	0.27	0.84	16
Overall	All	0.86	0.08	0.18	16

4. 결론

본 논문에서는 JEM 7.1 의 부호화기 계산 복잡도 감소를 위한 CU 조기 결정 방법을 제안하였다. 현재 CU 의 RDO 를 통한 최적의 예측모드가 Merge SKIP 모드이고 BT 일 경우 현재 CU 의 왜곡 값이 CU 샘플 수, 시간적 계층 순서, 양자화 파라미터를 고려한 문턱치 보다 낮으면 CU 결정을 조기 종료한다. 제안하는 방법은 기존 JEM 7.1 대비 16% 부호화 속도를 향상시켰고 Y, U, V 각각 평균 0.86%, 0.08%, 0.18%의 BD-rate 를 증가시켰다.

감사의 글

"이 논문은 2018 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2018R1A2B2008238)." ."

참고 문헌

[1] J. Chen, E. Alshina, G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, J. Boyce, JVET-G1001, "Algorithm description of Joint Exploration Test Model 7", Jul. 2017.
 [2] Y.Yamamoto, T.Ikai, Y.Yasugi, JVET-E0023, "AHG5: Improved fast encoding setting", Jan. 2017.