

HEVC 인트라 코딩을 위한 모멘트 기반 고속 CU크기 결정 방법

Moment-based Fast CU Size Decision Algorithm for HEVC Intra Coding

김유선, 이시웅

한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과

Yu-Seon Kim(gr151071@hanbat.ac.kr), Si-Woong Lee(swlee69@hanbat.ac.kr)

요약

HEVC 비디오 압축 표준은 기존 비디오 표준보다 더 다양한 블록 구조와 예측 모드를 사용함으로써 우수한 부호화 성능을 제공하나, 최적의 블록 크기 및 예측 모드를 결정하기 위한 RDO(Rate Distortion Optimization)과정으로 인해 연산량이 많다는 단점을 가진다. 이를 개선하기 위해 본 논문에서는 화면 내 예측 수행 전 CU영역의 모멘트 값을 계산하고 이를 CU영역의 텍스처 복잡도로 이용하여 CU의 분할 여부를 결정하는 모멘트 기반의 고속 CU크기 결정 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 기존의 방법을 차용하여 CU영역의 밝기 값에 대한 분산 값을 계산하여 영역의 텍스처 평평도를 추정하고, 추가로 CU영역의 밝기 값에 대한 비대칭도를 계산하여 CU영역을 이루는 밝기 값 분포의 비대칭성 정도를 측정한 뒤 이를 조합하여 기존 방법보다 더 정밀하게 텍스처 복잡도를 측정하였으며, 이를 RDO과정 중 현재 CU의 분할 여부를 결정하는데 이용하여 기존의 부정확한 CU분할 여부 결정 방법을 개선시킨 고속 CU크기 결정 방법을 제안한다. 제안 방법의 실험 결과는 기존 방법 대비 4.2%의 BD-rate 감소를 보여주며, HM-10.0과 비교하여 BD-rate는 1.1% 증가하였고, 인코딩 시간이 32% 절감되었다.

■ 중심어 : | 고속 CU크기 결정 | 텍스처 복잡도 | 모멘트 | HEVC 인트라 코딩 |

Abstract

The High Efficiency Video Coding (HEVC) standard provides superior coding efficiency by utilizing highly flexible block structure and more diverse coding modes. However, rate-distortion optimization (RDO) process for the decision of optimal block size and prediction mode requires excessive computational complexity. To alleviate the computation load, this paper proposes a new moment-based fast CU size decision algorithm for intra coding in HEVC. In the proposed method, moment values are computed in each CU block to estimate the texture complexity of the block from which the decision on an additional CU splitting procedure is performed. Unlike conventional methods which are mostly variance-based approaches, the proposed method incorporates the third-order moments of the CU block in the design of the fast CU size decision algorithm, which enables an elaborate classification of CU types and thus improves the RD-performance of the fast algorithm. Experimental results show that the proposed method saves 32% encoding time with 1.1% increase of BD-rate compared to HM-10.0, and 4.2% decrease of BD-rate compared to the conventional variance-based fast algorithm.

■ keyword : | Fast CU Size Decision | Texture Complexity | Moment | HEVC Intra CodingS |

1. 서론

최근 몇 년 동안, 디지털 미디어 시장에서 고해상도 비디오의 인기가 증가하면서 새로운 비디오 포맷들이 출현하게 되었다. 하지만 기존 비디오 압축 표준인 H.264/AVC[1]는 새로운 고해상도 비디오들을 처리하기에 적절하지 못하였고, 이러한 비디오들을 더 효율적으로 처리하기 위해 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)에서 새로운 비디오 압축 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)가 개발되었다[2]. HEVC는 이전 표준인 H.264/AVC보다 더 다양한 블록구조와 새로운 부호화 모드를 추가함으로써 우수한 부호화 성능을 제공하며 최근에는 HEVC를 기반으로 한 다양한 연구들이 진행되고 있다[3][4].

HEVC 인코더에서는 입력 프레임을 보통 64x64 크기의 CTU(Coding Tree Unit) 단위로 분할한 뒤 순차적으로 부호화한다. 각 CTU들은 다시 CU (Coding Unit) 단위로 분할하여 부호화하는데, CU는 쿼드 트리(Quad-tree) 구조로 64x64 LCU (Largest Coding Unit) 부터 시작하여 32x32, 16x16, 8x8 SCU(Smallest Coding Unit)까지 분할할 수 있다. HEVC 화면 내 예측 모드의 경우, 각 CU는 PU(Prediction Unit)단위로 예측을 수행한다. 또 예측 방향 모드는 기존 H.264/AVC의 DC, planar, vertical, horizontal모드를 포함한 총 35개 예측 방향 모드를 사용한다. HEVC 인코더는 부호화 수행 전 이런 다양한 크기와 예측 방향 모드들 중 예측 오류를 최소화 하는 최적의 CU크기와 PU예측 방향 모드, TU(Transform Unit)를 결정하는 RDO(Rate Distortion Optimization)과정을 거친다[5].

HEVC는 RDO과정을 통해 기존 방식보다 부호화 성능을 높였으나, 이는 엄청난 양의 RD-cost계산을 요구하여 인코더의 계산 복잡도를 증가시켰다. 하지만 만약 현재 CU의 특정한 특징 값으로부터 신뢰성 있게 미리 예측할 수 있다면, 복잡한 RD-cost계산 과정 없이 현재 CU의 분할 여부를 결정할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 지금까지 제안된 고속 CU 크기 결정 방법들 중 입력 영상의 텍스처 특징을 이용한 방법들에 대해 분석하고자 한다.

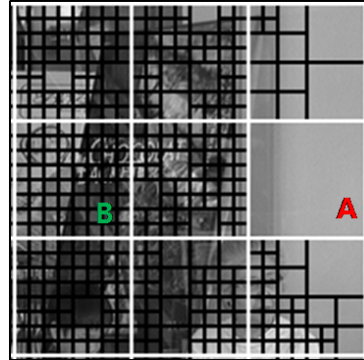


그림 1. 인트라 코딩 모드에서 QP37에 대해 BQMall 영상의 RDO수행 결과 (흰 사각형은 CTU를, 검은 사각형은 CU를 나타냄)

화면 내 예측은 공간적으로 인접한 주변 샘플을 참조하여 현재 블록에 대한 예측 블록을 생성하는 과정으로, HEVC 인트라 코딩 모드에서 최종 결정되는 CU의 크기는 입력 영상의 텍스처 복잡도에 직접적인 영향을 받는다. [그림 1]을 보면, B영역은 작은 크기의 CU가 결정되었으며 A영역은 상대적으로 큰 크기의 CU가 결정되었는데, B영역의 경우 밝기 값 분포가 복잡한 영역으로 만약 큰 CU에서 예측 블록을 생성할 경우 매우 큰 RD-cost를 얻게 될 것이다. 이 경우에는 CU를 작은 크기로 분할하여 예측을 수행하는 것이 더 효율적일 것이며, 반대로 A영역 같이 영역 내 픽셀 밝기 값 변화가 작은 경우에는 CU를 작게 분할하지 않아도 예측이 잘 수행될 것이다.

이를 바탕으로, 논문 [6]에서는 CU영역의 밝기 값에 대한 분산(variance)을 계산하여 CU영역에 대한 텍스처 복잡도를 측정된 뒤 이를 이용하여 현재 CU의 분할 여부를 판단하였다. [6]은 분산만을 이용한 간단한 알고리즘으로 인코딩 수행시간을 대폭 감소시켰으나, 배경과 물체의 경계가 포함된 영역같이 정확하게 텍스처 복잡도를 측정하기 어려운 영역에서는 부적절한 CU크기가 결정되어 BD-rate이 매우 높아지는 단점을 갖는다. 고속 HEVC 알고리즘의 목적은 HEVC의 우수한 부호화 성능을 유지하면서 수행 시간을 단축시키는 것으로, [6]의 결과는 적절한 성능 개선으로 볼 수 없다.

[7]은 GLCM(gray level co-occurrence matrix)을 이용하여 입력 CTU영역의 텍스처 복잡도를 측정된 뒤 복잡도에 따라 CTU의 RDO수행 범위를 조정하는 방법을 제안하였다. [7]은 [6]에서 해결하지 못한 정확하게 텍스처 복잡도를 측정하기 어려운 영역들을 고려하여 알고리즘을 설계함으로써 [6]에 비해 개선된 결과를 보였으나, GLCM을 계산하는 과정이 다소 복잡하다는 단점을 가지고 있다.

논문 [8]에서는 현재 CU영역의 텍스처 정보와 인접한 CU들의 깊이 정보를 조합하여 현재 CU의 RDO수행 범위를 조정하는 방법을 제안하였다. [6]과 마찬가지로 분산을 이용하여 CU영역의 텍스처 복잡도를 측정하였으며 동시에 현재 CU와 인접한 CU들의 깊이 레벨 값을 이용하여 현재 CU의 깊이 레벨을 예측한 뒤, 측정된 두 예측치를 조합하여 현재 CU의 분할 여부 및 RDO수행 범위를 조정하였다. [8]은 [6]방법에서 분산만을 이용하여 CU의 분할 여부를 결정할 때 발생하는 오류를 개선시키기 위해 분산에 대한 다중 임계치를 사용하고, 분산 뿐 아니라 인접한 CU의 깊이 정보를 추가적으로 사용함으로써 [6]방법에 비해 개선된 결과를 보인다. 그러나 [8]의 방법도 분산을 텍스처 복잡도 측정치로 사용하고 있어 분산이 갖는 문제점을 개선했다고는 볼 수 없다.

본 논문에서는 [6]의 부정확한 텍스처 복잡도 측정 방법을 개선한 모멘트 기반 고속 CU 크기 결정 알고리즘을 제안한다.

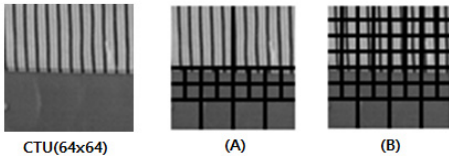


그림 2. HEVC 인트라 코딩 모드에서 임의의 CTU에 대한 RDO 수행 결과. (A)HM10.0, (B)논문[6]

[6]은 오직 CU영역의 밝기 값에 대한 분산만을 영역의 텍스처 복잡도로 측정하고, CU영역의 분산 값이 클 경우 해당 영역은 복잡한 텍스처를 가진 영역으로 판단하여 해당 크기의 CU에 대한 예측 과정을 생략한 뒤 sub-CU로 분할하여 작은 크기의 CU가 결정되도록 하

였다. 그러나 [그림 2]를 보면 HM의 경우 패턴을 이루는 영역에 대하여 상대적으로 큰 크기의 CU가 결정된 반면, [6]의 경우 일정한 패턴을 이루어 예측이 잘 수행되는 CU가 높은 분산 값으로 인해 복잡한 텍스처를 가진 영역으로 판단되어 해당 크기의 CU에 대한 예측 과정이 생략되고 sub-CU로 분할하게 되어 작은 크기의 CU가 결정되었다. 이로 인해 RDO결과 큰 RD-cost를 얻게 될 것이며 결과적으로 코딩 효율을 낮추게 된다. 따라서 분산만을 이용하여 영역의 텍스처 복잡도를 측정하는 것은 부적절하며 본 논문에서는 CU영역의 밝기 값에 대한 분산 뿐 아니라 비대칭도를 계산하여 보다 정밀하게 텍스처 복잡도를 측정하고 이를 CU의 분할 여부를 결정하는데 이용하여 기존의 부정확한 CU분할 여부 결정 방법을 개선시킨 고속 CU크기 결정 방법을 제안한다.

본 논문의 2장에서는 모멘트에 대한 설명과 CTU들의 모멘트 값과 RDO수행이 끝난 후 결정된 최대 깊이 레벨 값 간의 상관성을 분석하여 현재 CU의 분할 여부 결정 방법을 제안한다. 3장에서는 2장의 제안 방법을 적용하였을 때의 실험 결과를 보여주며, 4장에서는 논문의 결론을 제시한다.

II. CTU의 모멘트 값과 최대 깊이 레벨 간 상관성

2차 중심 모멘트 μ_2 인 분산은 변수들이 평균으로부터 떨어져 있는 정도를 나타낸다. 본 논문에서는 아래 수식(1)을 이용하여 NxN CU영역의 밝기 값에 대한 분산을 계산하였다.

$$\mu_2 = E[(X - \bar{X})^2] = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (Y_{(i,j)} - \bar{Y})^2 \quad (1)$$

$Y_{(i,j)}$ 는 NxN CU영역의 픽셀 밝기 값을 나타내며 \bar{Y} 는 밝기 값에 대한 평균을 나타낸다. 이를 통해 만약 현재 CU의 분산 값이 0에 가깝다면 밝기 값들이 평균에 몰려 있어 해당 CU영역의 텍스처가 평평함을 알 수

있을 것이다.

정규화된 3차 중심 모멘트 γ_1 은 비대칭도 또는 비틀림 정도(skewness)라고 부르며, 통계학에서 확률 변수의 확률 분포 비대칭성을 나타내는 지표로, 본 논문에서는 CU영역을 이루는 밝기 값 분포의 비대칭성을 측정하는데 이용하였다. 비대칭도 계산식은 아래 수식(2)와 같다.

$$\gamma_1 = E\left[\left(\frac{X-\bar{X}}{\sigma}\right)^3\right] = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \left(\frac{Y_{(i,j)} - \bar{Y}}{\sigma_Y}\right)^3 \quad (2)$$

수식(2)에서 σ_Y 는 NxN CU영역의 픽셀 밝기 값 $Y_{(i,j)}$ 의 표준편차를 나타내며, 본 논문에서는 (2)를 이용하여 NxN CU영역의 픽셀 밝기 값 분포에 대한 비대칭도 값을 계산하였다. 비대칭도 값은 평균을 중심으로 분포가 한쪽으로 치우쳐져 있는 정도를 나타내는데, 이 값은 음수나 양수가 될 수 있으며 만약 밝기 값의 분포가 평균을 중심으로 대칭을 이룰 경우 이 값은 0(zero skew)이 된다. 또 일반적으로 비대칭도 값의 크기 ($|\gamma_1|$)가 1이상일 경우 변수 분포의 비틀림 정도가 크다고 할 수 있다.

논문[6]의 경우 CU영역의 μ_2 에 대한 임계치를 100으로 정하고 텍스처가 복잡한 CU와 평평한 CU로 분류하였다. 그러나 영상에서는 μ_2 값이 100보다 작더라도 밝기 분포가 비대칭을 이루어 예측이 잘 수행되지 않는 CU가 존재하며 또 μ_2 값이 크더라도 밝기 분포가 대칭을 이루어 분할하지 않아도 예측이 잘 수행되는 CU가 존재한다. 본 논문에서는 이러한 영역들까지 고려하여 CTU 유형을 μ_2 와 $|\gamma_1|$ 에 따라 4가지 유형으로 분류하여 CTU의 모멘트 값과 RDO수행 결과 CTU가 갖는 최대 깊이 레벨 간의 상관성을 분석해 보았다.

[표 1]-[표 4]는 CTU 유형별 최대 깊이 레벨 분포를 측정된 결과이다. 실험을 위해 해상도가 각각 다른 Class A, B, C, E, F에서 각 각 1개의 영상을 사용하였으며, 각 영상에 대해 인트라 코딩 모드에서 RDO수행 결과 CTU들이 갖는 최대 깊이 레벨을 측정하였다. 최대 깊이 레벨은 QP 22, 27, 32, 37일 때 각각 측정하여 평균을 취한 뒤 최종 최대 깊이 레벨로 결정하였다.

표 1. CTU 유형 1 : $\mu_2 < 100$ && $|\gamma_1| < 1$

깊이 레벨	0	1	2	3
BQMall	27%	27%	22%	24%
SlideShow	34%	22%	24%	20%
Kimono	36%	38%	18%	8%
PeopleOnStreet	53%	22%	10%	15%
Johnny	56%	22%	16%	6%
평균	41%	26%	18%	15%

표 2. CTU 유형 2 : $\mu_2 < 100$ && $|\gamma_1| \geq 1$

깊이 레벨	0	1	2	3
BQMall	22%	5%	33%	40%
SlideShow	40%	6%	22%	32%
Kimono	20%	23%	28%	29%
PeopleOnStreet	13%	11%	18%	58%
Johnny	13%	11%	29%	47%
평균	21%	11%	26%	41%

표 3. CTU 유형 3 : $\mu_2 \geq 100$ && $|\gamma_1| < 1$

깊이 레벨	0	1	2	3
BQMall	2%	4%	2%	92%
SlideShow	29%	5%	12%	54%
Kimono	27%	40%	15%	18%
PeopleOnStreet	1%	1%	1%	97%
Johnny	1%	2%	5%	92%
평균	12%	10%	7%	70%

표 4. CTU 유형 4 : $\mu_2 \geq 100$ && $|\gamma_1| \geq 1$

깊이 레벨	0	1	2	3
BQMall	1%	2%	2%	95%
SlideShow	6%	2%	11%	81%
Kimono	14%	20%	21%	45%
PeopleOnStreet	0%	0%	2%	98%
Johnny	1%	2%	28%	69%
평균	4%	5%	13%	78%

먼저 CTU 유형1은 μ_2 값이 100보다 작고 $|\gamma_1|$ 값이 1보다 작은 유형으로 텍스처 복잡도가 비교적 평평한 유형이다. [표 1]을 보면, 유형1 CTU들 중 41%가 깊이 레벨 0을, 26%가 깊이 레벨 1을 최대 깊이 레벨로 결정할 것을 볼 수 있다. 이는 유형1 CTU들 중 대부분이 상대적으로 큰 크기의 CU를 최적의 CU로 결정했다는 것을 나타낸다. 만약 RDO수행 중 현재 CU의 텍스처 복잡도가 유형 1에 해당한다면, 해당 CU는 sub-CU들로 분할하지 않아도 될 것이다.

CTU 유형2는 μ_2 값이 100보다 작고 $|\gamma_1|$ 값이 1보다 큰 유형으로 μ_2 값이 작더라도 밝기 분포가 비대칭을 이루어 큰 크기의 CU에서는 예측이 잘 수행되지 않을 CTU유형이다. 이에 대한 근거로 [표 2]를 보면 SlideShow 영상에서 최대 깊이 레벨이 0인 CTU의 비율이 40%로 가장 높지만 그 다음으로 깊이 레벨 3인 CTU가 32%를 차지하며, 유형2 CTU들 중 41%가 깊이 레벨 3을, 26%가 깊이 레벨 2를 최대 깊이 레벨로 결정한 것을 볼 수 있다. 따라서 현재 CU의 μ_2 값이 100보다 작다고 해서 [6]방법처럼 현재 CU 크기를 최적의 CU 크기로 결정하면 안 될 것 이며, 현재 CU의 텍스처 복잡도가 유형2에 해당한다면, 기존의 RDO과정과 같이 해당 크기에 대해 화면 내 예측을 수행한 뒤 sub-CU들로 분할해야 할 것이다.

CTU 유형3은 μ_2 값이 100보다 크고 $|\gamma_1|$ 값이 1보다 작은 유형으로. [표 3]은 유형3 CTU들의 최대 깊이 레벨 분포를 나타낸다. [표 3]을 보면 유형3 CTU들 중 70%가 깊이 레벨 3을 최대 깊이 레벨로 결정한 것을 볼 수 있으나 Kimono영상에서는 깊이 레벨 0과 1인 CTU의 비율이 가장 높게 나타난다. 이는 CU영역의 μ_2 값이 100보다 클지라도 $|\gamma_1|$ 값이 1보다 작아 밝기 분포가 대칭을 이룰 경우 큰 크기의 CU에서도 예측이 잘 수행되기 때문에 나타난 결과이며, Kimono영상은 [6]방법을 적용한 결과 매우 높은 BD-rate을 보인 영상이다. 따라서 이런 [6]방법을 적용하기 어려운 일부 영상들에 대해서도 좋은 성능을 얻기 위해서는, 현재 CU가 유형 3에 해당할 경우 유형2와 마찬가지로 예측을 수행한 뒤 sub-CU들로 분할해야할 것이다.

마지막으로 CTU 유형4는 μ_2 값이 100보다 크고 $|\gamma_1|$ 값도 1보다 큰 유형으로 복잡한 텍스처를 가진 CTU유형이다. [표 4]를 보면, 모든 영상에서 최대 깊이 레벨 값이 3인 CTU의 비율이 가장 높게 나타나며 유형 4 CTU들 중 77%가 깊이 레벨 3을 최대 깊이 레벨로 결정하였다. 이는 유형1과 반대로, 유형4 CTU들은 상대적으로 작은 크기의 CU를 최적의 CU로 결정했다는 것을 나타내므로 해당 CTU들은 화면 내 예측 결과 RD-cost값이 큰 CTU들이라고 볼 수 있다. 따라서

RDO수행 중 현재 CU가 유형4에 해당한다면 예측 과정을 생략하고 바로 sub-CU들로 분할해도 무방할 것이다.

다음 3장에서는 위의 분석한 내용을 바탕으로 구현한 알고리즘의 전체 과정에 대해 설명한다

III. 제안 고속 CU크기 결정 알고리즘

[그림 3]은 제안하는 알고리즘의 전체 과정을 나타낸다. 우선 입력 CTU에 대해 LCU부터 시작하여 현재 CU에 대한 분산 값과 비대칭도 크기를 계산한 뒤, 분산 값이 임계치 TH_{var} 보다 작고 비대칭도 크기가 임계치 TH_{skew} 보다 작을 경우 화면 내 예측을 수행한 뒤 sub-CU들로 분할하지 않고 z-scan순서로 다음 CU의 최적의 크기 결정 과정을 시작한다. 이와 반대로 분산 값이 TH_{var} 보다 크고 비대칭도 크기가 TH_{skew} 보다 큰 경우에는 현재 CU에 대한 화면 내 예측 과정을 생략한 뒤 바로 sub-CU들로 분할하며, 앞의 두 경우를 제외하 나머지는 경우에는 기존의 RDO 방식과 같이 화면 내 예측을 수행한 뒤 sub-CU들로 분할한다.

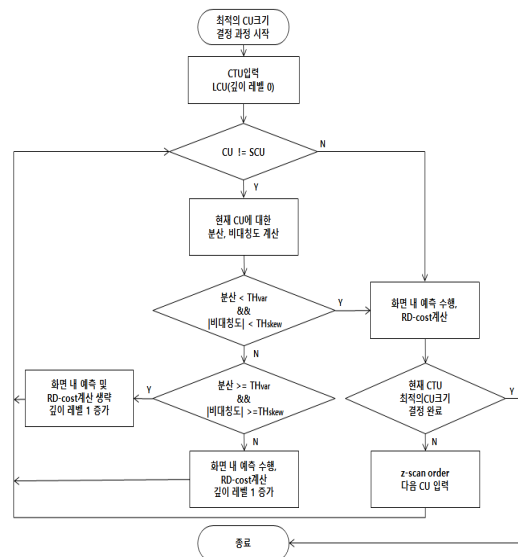


그림 3. 알고리즘 블록도

IV. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법과 논문 [6]방법의 기존 HEVC 대비 성능 개선 정도를 비교하기 위해 두 알고리즘을 HEVC 참조 소프트웨어인 HM-10.0으로 구현하고 모든 영상을 화면 내 부호화하는 “All-Intra Main”으로 수행하였다[9][10]. 테스트 영상은 Class A 부터 Class D까지 각 Class별로 2개씩 활용하였으며 QP 22, 27, 32, 37에 대해 측정하였다. 제안하는 방법의 성능은 BD-rate와 시간 감소를 나타내는 RRT(Reduction Rate of Time)로부터 측정되었다. RRT 계산식은 아래와 같다.

$$RRT(\%) = \frac{EncT(HM10.0) - EncT(proposed)}{EncT(HM10.0)} \times 100 \quad (3)$$

분산에 대한 임계치 TH_{var} 는 100, 비대칭도 크기에 대한 임계치 TH_{skew} 는 1로 설정하였으며, 다음 [표 5]는 [6]방법의 결과를, [표 7]은 제안하는 방법의 결과를 나타낸다.

표 5. 논문[6]방법을 적용한 실험 결과

Class	참조 영상	RRT(%)	BD-rate(%)
A (4K)	Traffic	59	5.7
	PeopleOnStreet	55	5.9
B (1080p)	Kiomono	69	14.9
	ParkScene	60	4.7
C	BQMall	54	5.3
	PartyScene	44	1.3
D	BQSquare	50	1.1
	RaceHorses	52	3.1
평균		55	5.3

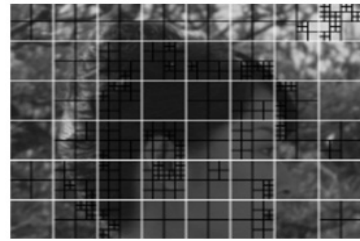
표 6. 논문[7]방법을 적용한 실험 결과

Class	참조 영상	RRT(%)	BD-rate(%)
A (4K)	Traffic	34	0.9
	PeopleOnStreet	29	1.1
B (1080p)	Kiomono	30	1.1
	ParkScene	29	0.6
C	BQMall	23	1.0
	PartyScene	24	1.1
D	BQSquare	23	0.9
	RaceHorses	21	1.1
평균		27	1.0

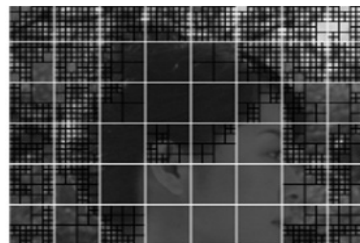
표 7. 제안 방법을 적용한 실험 결과

Class	참조 영상	RRT(%)	BD-rate(%)
A (4K)	Traffic	33	1.3
	PeopleOnStreet	29	1.7
B (1080p)	Kiomono	48	1.8
	ParkScene	39	1.2
C	BQMall	29	1.3
	PartyScene	17	0.5
D	BQSquare	29	0.3
	RaceHorses	32	0.8
평균		32	1.1

표를 보면 제안 방법의 BD-rate은 평균 1%, [6]방법은 평균 5%로 제안 방법은 [6]에 비해 부호화 정확도 면에서 전반적으로 성능이 개선된 것을 볼 수 있다. 특히 Kimono영상에서 [6]방법은 무려 10%이상의 매우 높은 BD-rate를 갖는데, 본 논문의 제안 방법으로 BD-rate이 1.8%까지 감소한 것을 볼 수 있다.



(A)



(B)



(C)

그림 4. QP27에 대해 Kimono영상에서 최적의 CU크기 결정 결과 (A) HM-10.0 (B) 논문[6] (C) 제안 방법 (흰 사각형은 CTU를, 검은 사각형은 CU를 나타냄)

이에 대한 근거로 [그림 4]를 보면, HMI0.0에서는 예측이 잘 수행되어 비교적 큰 CU를 갖는 CTU들이 [6]에서는 높은 분산 값으로 인해 예측이 잘 수행되지 않을 것으로 판단되어 최대 SCU까지 분할된 것을 볼 수 있다.

제안 방법은 이러한 [6]의 부정확한 텍스처 측정 방법을 개선하여 영역의 분산 값이 크더라도 비대칭도 값이 1보다 작을 경우 예측 과정을 생략하지 않기 때문에 HM-10.0과 비슷한 부호화 결과를 보여주며, [6]에서 잘못 생각된 예측 과정을 수행하는 비용으로 수행 시간은 논문 [6]에 비해 조금 증가하였다.

또, 추가적으로 기존 [7]방법 대비 제안 방법의 성능 개선 정도를 비교하기 위한 실험을 진행하였다. [표 6]은 기존 HMI0.0 대비 [7]방법의 성능 개선 결과를 나타내며, 이를 바탕으로 제안 방법과 성능 개선 정도를 비교해 봤을 때 수행시간은 제안 방법이 [7]보다 약5% 더 단축되었고 이에 비해 평균 BD-rate은 약 0.1%정도만 차이 나므로, 제안 방법이 [7]보다 좋은 성능 개선 결과를 보인다고 할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 모멘트 기반 고속 CU크기 결정 알고리즘을 제안하였다. CU영역의 픽셀 밝기 값들에 대해 2차 중심 모멘트인 분산과 정규화된 3차 중심 모멘트인 비대칭도 값을 계산하여 이를 텍스처 복잡도를 측정하는데 이용하였고, HEVC 인코더의 복잡한 RDO과정을 개선시키기 위해 화면 내 예측 수행 전 텍스처 복잡도에 따라 CU의 분할 여부를 결정하여 인코딩 수행 시간을 단축하였다. 실험 결과 제안한 방법의 RRT는 평균 34%, [6]은 평균 58%로 제안 방법은 [6]방법에 비해 정확도를 개선한 대신 수행 시간은 더 증가하였다. 그러나 고속 HEVC알고리즘의 성능은 얼마나 적게 BD-rate을 손실하면서 수행 시간을 단축시키는지 중요하므로, 제안한 방법이 [6]방법에 비해 수행 시간 면에서 조금 손해를 볼지라도 기존 HM-10.0 대비 수행 시간은 34%나 감소시키면서 BD-rate은 1%정도만 증가하였기 때문에 제안하는 방법으로 인한 성능 개선이 대폭적으로

좋아졌다고 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegarrd, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, pp.560-576, 2003.
- [2] B. Bross, W. Han, J. Ohm, G. Sullivan, Y. Wang, and T. Wiegand, "High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 10 (for FDIS & Consent)," *JCTVC-L1003, 12th JCT-VC Meeting*, 2013.
- [3] 한찬희, 이시웅, "HEVC 고성능 압축 도구들의 성능 분석을 통한 스크린 콘텐츠 응용 최적 부호화 모델," *한국콘텐츠학회논문지*, 제12권, 제12호, pp.544-554, 2012.
- [4] 김동현, 김재근, "HEVC의 고속 화면내 예측 모드 결정 기법," *한국콘텐츠학회논문지*, 제14권, 제9호, pp.102-109, 2014.
- [5] G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, W.-J. Han, and T. Wiegand, "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, Vol.22, No.12, pp.1649-1668, 2012(12).
- [6] T. Nishikori, T. Nakamura, T. Yoshitome, and K. Mishiba, "A Fast CU Decision Using Image Variance in HEVC Intra Coding," *IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications (ISIEA2013)*, pp.52-56, 2013(9).
- [7] Yu Shen, Shuaifu Zhang, and Canmei Yang, "Image Texture Based Fast CU Size Selection Algorithm for HEVC Intra Coding," *IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing(ICSPCC)*, pp.363-367, 2014(8).
- [8] Xiaofeng Huang, Huizhu Jia, Kaijin Wei, Jie Liu,

Chuang Zhu, Zhengguang Lv, and Don Xie, "Fast Algorithm of Coding Unit Depth Decision for HEVC Intra Coding," IEEE Visual Communications and Image Processing Conference, pp.458-461, 2014(12).

[9] F. Bossen, "Common HM test conditions and software reference configurations," JCT-VC Doc. L1100, 2013(1).

[10] HM Reference Software 10.0 [Online] https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/tags/HM-10.0/

저자 소개

김 유 선(Yu-Seon Kim)

준회원



- 2015년 2월 : 한밭대학교 멀티미디어공학전공(학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과 석사과정

<관심분야> : 영상압축, 컴퓨터비전

이 시 웅(Si-Woong Lee)

정회원



- 1997년 8월 : KAIST 전기및전자공학과(공학박사)
- 1995년 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
- 2004년 4월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야> : 영상처리, 영상압축, 컴퓨터비전