

HEVC における分散値を用いた CU サイズの高速決定手法 A Fast CU Decision Using Image Variance Amount for HEVC

錦織大輝[†] 中村友信[†] 吉留健[†] 三柴数[†]
Taiki Nishikori Tomonobu Nakamura Takeshi Yoshitome Kazu Mishiba

1. はじめに

次世代動画像符号化方式である High Efficiency Video Coding (HEVC)[1] は、新たな符号化処理単位として Coding Unit (CU) を採用している。CU の導入は HEVC の符号化効率向上に大きく貢献している。しかし、CU サイズの最適な組み合わせを決定するには、大きな処理計算量が必要となる。そこで本稿では、原画像の特徴量によって CU サイズを決定することで、CU サイズ決定における処理計算量を削減する手法を提案する。本稿ではこれをイントラについてのみ行っている。提案手法は HEVC テストモデルと比較して最大で BD-rate=1.08 % 程度の画質劣化でエンコード時間を約 40 ~ 70 % 削減できることを確認した。

2. Coding Unit

HEVC では入力映像を Coding Unit (CU) と呼ばれるブロックに分割し、これを圧縮の基本単位としている。CU は 64×64 画素 ~ 8×8 画素までの様々なブロックサイズを選択可能である。CU では四分木分割を採用し、64×64 画素の正方形領域を最大サイズの CU として、さらに細かい正方形領域へと分割することができる。CU の分割は階層構造となっており、四分木分割を最大で 3 回実行できる。CU の階層構造を表したものを図 1 に示す。HEVC の CU によるブロック分割は、様々なブロックサイズが選択可能なため、入力映像の特徴に合わせた圧縮処理が行える。しかし、CU サイズの決定は全ての CU の階層ごとに予測処理を行い、Rate-Distortion (RD) コストを計算して最適な組み合わせを決定するため、非常に大きな処理計算量が必要となる。そこで本稿では、CU サイズを原画像の特徴量を用いて決定し、CU のブロック分割の柔軟性を維持しつつ CU サイズの決定における処理計算量を削減する手法を提案する。本稿では、まず提案手法をイントラについてのみ行っている。

3. 提案手法

本稿では、画像が持つ特徴量を用いて CU の大きさを決定し、処理量を削減する手法を提案する。ここで本手法では、画像の特徴量として分散を用いる。各階層における CU 内の輝度信号の分散値を計算し、輝度信号のばらつきを求める。分散値が小さい領域は平坦な領域として大きい CU サイズを、分散値が大きい領域は複雑な領域として小さい CU サイズを適用する。そして各 CU における予測処理は、CU サイズを決定してから行う。従来の手法に対して、各階層において予測処理と RD コストの計算を行う必要がなく、分散の計算のみ行えば良いため、処理量を削減することができる。

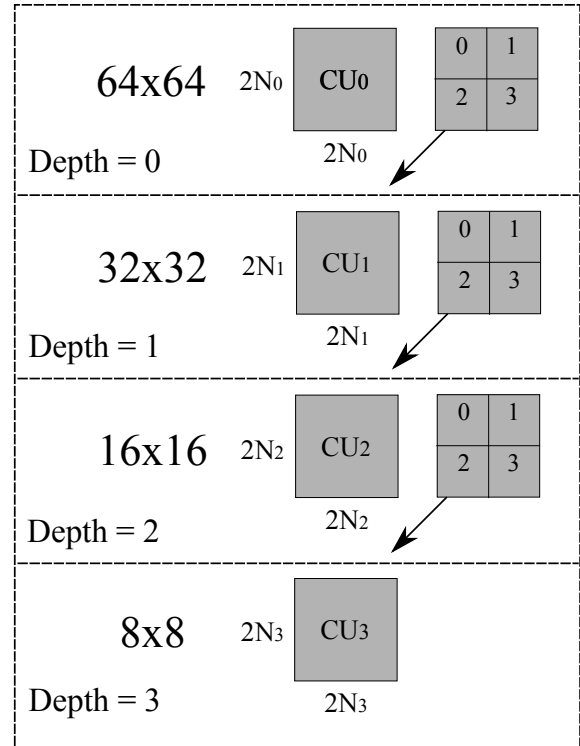


図 1: Coding Unit の階層構造

3.1. 分散の使用

本手法では、画像の特徴量として分散を用いる。分散の計算式を式 (1) に示す。これはサイズが $N \times N$ 画素の CU の分散値を表している。ここで var は分散値、 ave は平均値を表す。また、 $I_{(i,j)}$ は輝度信号の画素値である。この計算式により、各階層ごとの CU の分散値を求め CU サイズの決定に適用する。分散値が大きいブロックは輝度信号のばらつきが大きい為、複雑な領域として小さいブロックを適用する。逆に分散値が小さいブロックは信号のばらつきが小さい為、平坦な領域と考え大きいブロックを適用する。

$$var = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (ave(I_{(i,j)}) - I_{(i,j)})^2 \quad (1)$$

3.2. 提案手法の流れ

式 (1) の分散値の計算を HEVC のテストモデル (HM)[2] に組み込み、CU の階層ごとに分散値を計算させる。まず入力映像は Depth=0 の 64×64 画素の CU に分割される。そこでまず 64×64 画素のブロックの分散を計算し、分散を予め与えられた閾値と比較して CU を分割するか否かを判定する。分散が閾値よりも大きければ、次の階層に進み再び分散を計算する。分散が

[†]鳥取大学 大学院 工学研究科

閾値よりも小さければ, CU を分割せずにその階層で CU サイズを決定する. 全ての階層で予測処理を行う必要がない為, 従来手法よりもブロックサイズの決定に要する時間を削減できる. 具体的な処理手順を以下に示す. また, 提案手法のフローチャートを図2に示す. var は分散, Th は閾値, Depth は階層を表す.

- (1) 式により, CU 領域内の分散を求める.
- 分散値 var と予め与えられた閾値 Th を次式のように比較して, CU を分割するか否かを判定する.

$$\begin{cases} \text{var} > \text{Th}: & \text{CUを一回四分木分割する.} \\ \text{otherwise}: & \text{CUを分割せずに処理3へ進む.} \end{cases}$$

- イントラ予測を行い, CU サイズを決定.

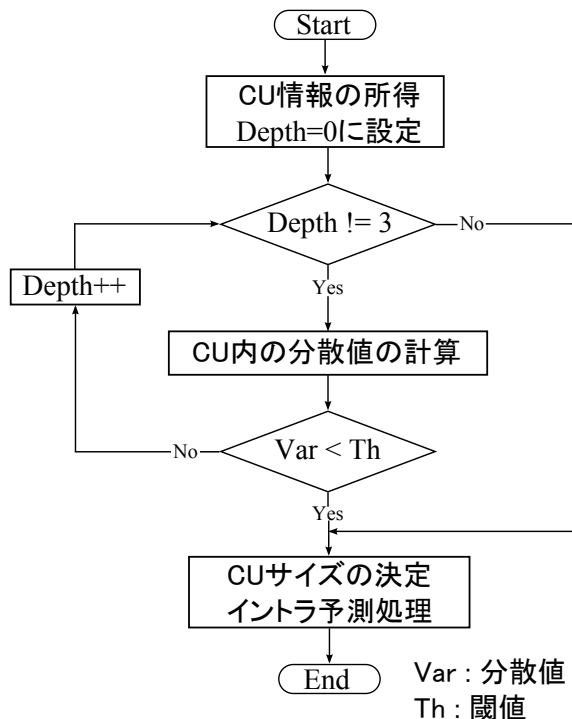


図2: 提案手法のフローチャート

4. 評価実験

提案手法を HM に実装し, 有効性の評価を行った. 実験条件を表1に示す. 評価実験では, エンコード時間の削減率, 画質を評価する. 図3にテストシーケンス boat の RD 曲線を, 表2にその他の映像のエンコード時間の削減率と平均 BD-rate の結果を示す. また表2には提案手法によって選択された各 CU サイズの割合を示している. これは CU サイズの割合による実験結果の違いを示すためである. 図3より, 従来手法, 提案手法二つの曲線はほぼ重なっており, 画質の劣化はほとんどみられない. また表2より, 提案手法のエンコード時間の削減率は約40%~70%となっている. ここで, シーケンスによって削減率が大きく異なっているのは, 画像全体が平坦な映像ほど, 早い段階の階層

で処理を早期終了することができるためである. 例えば, ftbl は削減率が73.71%と最も高く, 選択されている CU サイズの割合も64×64画素が63%と最も高い. また, BD-rate は, 最大で1.08%程度の増加に抑えられており, 画質の劣化はほとんどみられない.

表1: 実験条件

HM version	HM-8.0
Image size	720×480 (画素)
Total frames	1 (枚)
Max CU Depth	4
LCU size	64×64
GOP structure	Intra only
QP	22, 27, 32, 37
Threshold Th	100

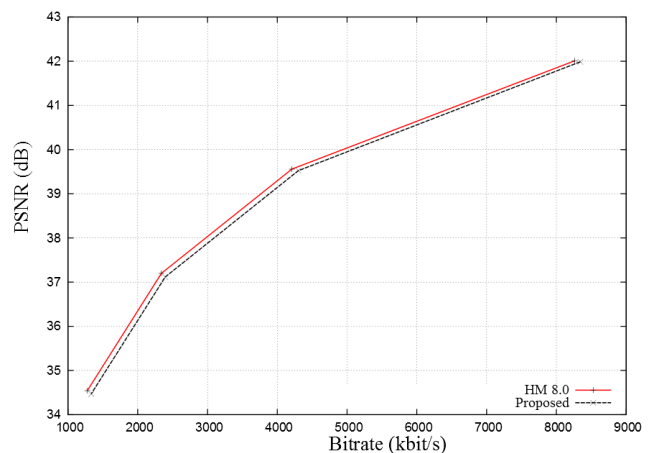


図3: boat の RD 曲線

表2: 実験結果

Sequence (720×480)	CU サイズの割合 [%]				削減率 [%]	平均 BD-rate[%]
	8×8	16×16	32×32	64×64		
ftbl	15	7	15	63	73.71	1.08
boat	28	9	20	43	68.42	0.36
plne	36	19	26	19	62.33	0.69
flow	75	8	12	5	44.04	1.01
cher	79	11	8	1	43.09	0.49
mbcl	90	9	1	0	40.60	0.19

5. おわりに

本稿では, 分散値を用いた HEVC における CU サイズ決定の高速化を提案した. 画像の特徴量として分散を用い, 分散の値によって CU を決定する手法を HEVC のテストモデル (HM) に実装して評価実験を行った. 実験結果は, エンコード時間を約40%~70%削減し, BD-rate を最大でも1.08%程度の増加に抑えられることを確認した.

参考文献

- [1] JCT-VC, "WD8: Working Draft 8 of High Efficiency Video Coding"
- [2] HEVC Test Model 8.0 (HM8.0)

なお本研究は JSPS 科研費 24560460 の助成を受けたものです.