

ブロック適応ループフィルタのクラス分類と可視化

Geometric Block adaptive loop filter classification and its visualization

周 天洋 猪飼 知宏

八杉 将伸 青野 友子

シャープ株式会社 研究開発事業本部 通信・映像技術研究所

本稿では、画素のクラス分類に基づいてフィルタ係数を切り替えるブロック適応ループフィルタ (Geometric Block Adaptive Loop Filter : GALF) の動作を可視化し、性能を検討する。HEVC の次の映像符号化標準では、復号画像のアクティビティとエッジの方向性に応じてブロックのクラス分類を行う GALF が期待されるが、クラス毎のフィルタの違いや効果が明確ではなかった。クラス毎のフィルタ係数値とクラス発生頻度、フィルタによる残差削減量を可視化することにより、フィルタ係数値とクラス発生頻度はシーケンス依存性が高いこと、及び、アクティビティが中から大のクラスでの残差削減量が大きいことを確認した。

1. はじめに

近年、放送サービスの品質向上に伴い、高解像度映像の利用が爆発的に増加している。例えば 8K と呼ばれるスーパーハイビジョン映像などを、より高品質、より少ないデータ量で効率よく伝送するための次世代映像符号化方式が期待されている。このニーズを背景に、High Efficiency Video Coding (HEVC) の後継映像符号化標準の策定が開始される。GALF[1]は、HEVC 策定時の ALF [2]をさらに高性能化したものであり、標準への採用が期待される。

2. ブロック適応ループフィルタ (GALF)

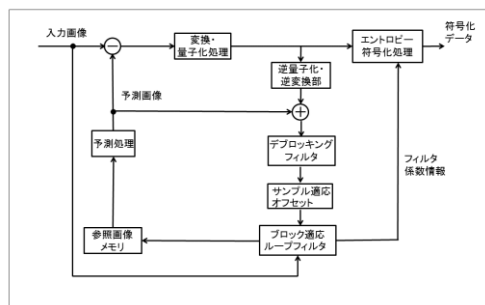


図 1 : エンコーダブロック図

図 1 は動画像符号化での GALF の位置づけを示すブロック図である。GALF では各符号化済みのフレームに対して、原画像と復号画像の二乗誤

“Geometric Block adaptive loop filter classification and its visualization”

Tianyang ZHOU, Tomohiro IKAI, Yukinobu YASUGI and Tomoko AONO, Sharp Corporation

表 1 クラス分類 (idx0~idx24) の構成

DIR	主方向	dir Ratio	アクティビティ ACT				
			0	1	2	3	4
0	なし	0	idx0	idx1	idx2	idx3	idx4
1	D0/D1	1	idx5	idx6	idx7	idx8	idx9
2	D0/D1	2	idx10	idx11	idx12	idx13	idx14
3	H/V	1	idx15	idx16	idx17	idx18	idx19
4	H/V	2	idx20	idx21	idx22	idx23	idx24

差を最小化するフィルタ係数を算出し、符号化する。GALF は参照画像の画質を向上させ次に符号化するフレームの予測誤差を低減する。

2.1 GALF のクラス分類

GALF では画像の輝度成分について 2x2 ブロック毎に画像のアクティビティ ACT とエッジの方向性 DIR に応じて 25 クラスのフィルタ係数を算出する[1][3][4]。垂直 V、水平 H、斜め 45 度 D0、135 度 D1 の一次元ラプラシアン絶対値の大小関係から 8 方向に分類後、シメトリック関係により、方向を主方向に集約し 0~4 の方向性 DIR を導出する。次に、上記垂直ラプラシアン V、水平ラプラシアン H の和から 0 から 4 のアクティビティ ACT を導出する。最終的にクラス分類インデックス C (idx0-idx24) を以下の式 (1) で算出する (表 1)。

$$C = 5 * DIR + ACT \quad (1)$$

2.2 GALF の可視化

Jupyter Notebook により、25 のクラス毎のフィルタ係数値などを、X 軸をアクティビティ ACT、

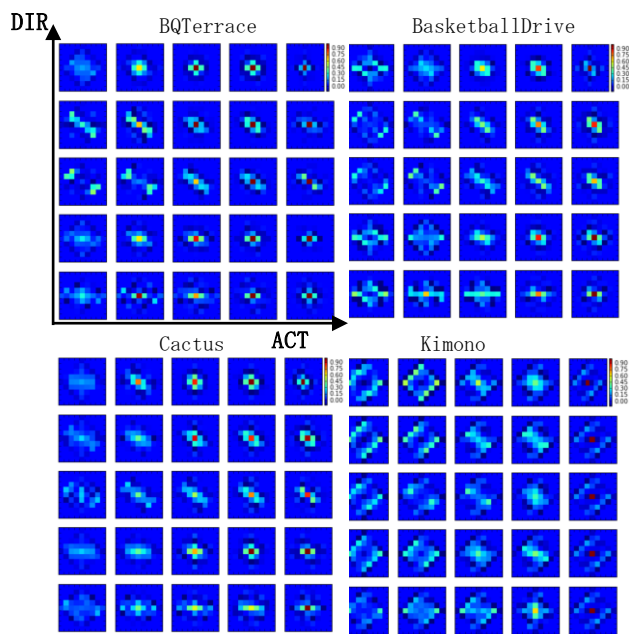


図1 シーケンス別フィルタ係数値

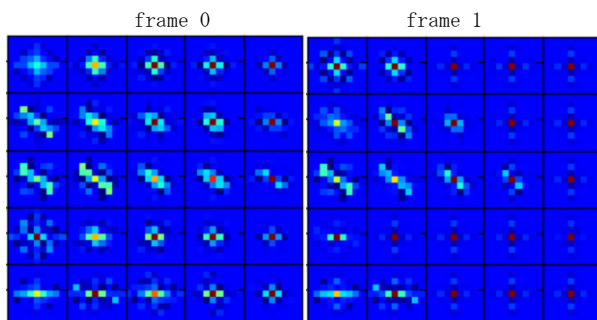


図2 フレーム別フィルタ係数値 (BQTerrace QP=37)

Y軸をエッジ方向性 DIR として 5x5 に並べ可視化した。

図1は量子化パラメータ QP = 37 時のテスト画像 BQTerrace、BasketballDrive、Cactus、Kimono のフィルタ係数値を示す。クラス毎にフィルタ係数の値が変わる。X軸の ACT が大きいと対象画素から遠いフィルタ係数値は 0 となる。Y軸のエッジ方向性 DIR に応じて、フィルタ係数値の方向性（縦、横、斜め）も顕著に変化する Cactus とエッジ方向性による変化が小さい Kimono がある。図2はフレーム毎 (frame 0 と frame 1) の結果を示す。映像のフレームによってもフィルタ形状が変化する。

図3は 5x5 のクラス毎の BQTerrace と BasketballDrive の QP=22, 27, 32, 37 時のフィルタ使用前後の残差削減量(黄:削減大)と、クラス発生頻度(白:頻度大)を示す。表2は BQTerrace QP=22 時のフィルタ残差削減量とクラス発生頻度の数値を示す。図3の BQTerrace 上段示す、ACT

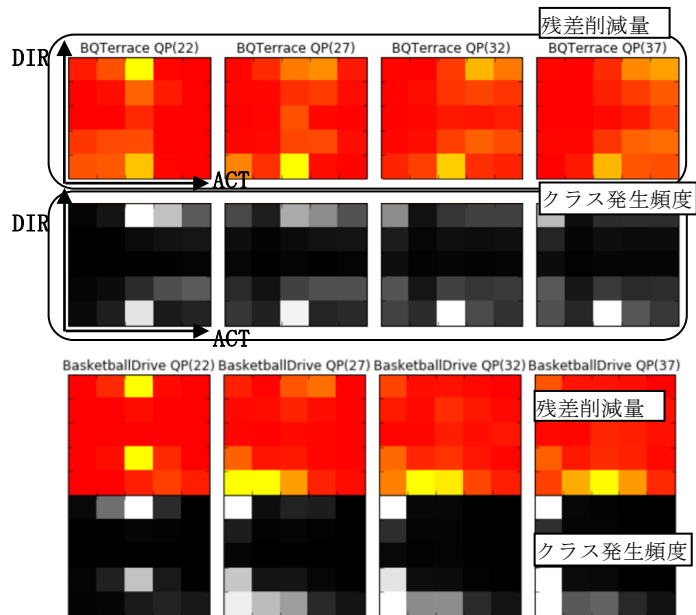


図3 残差削減量とクラス発生頻度

表2 残差削減量 (左) とクラス発生頻度 (右)

2.1	6.3	34.3	0.3	-0.5	0.4	1.6	27.5	15.1	7
0.1	1.1	7.9	2.1	-0.3	0.1	0.1	0.9	1.5	1.7
0	0.1	3.2	0.2	0	0	0	0.2	0.1	0.3
4.3	5.7	6	-0.9	-0.9	0.4	1	3.3	6.2	7.1
6.4	7	15.3	0.3	0.1	0.7	2.4	17.9	2.1	2.7

が中から大のクラスでの残差削減量が多い。下段では、QPが増加すると、画像ボケによりアクティビティが小さいクラスの発生頻度が高くなる (X軸小で白表示が多くなる) ことが分かる。

3. おわりに

本稿では、クラス毎のフィルタ係数値とクラス発生頻度、フィルタによる残差削減量を可視化することにより、フィルタ係数値とクラス発生頻度はシーケンス依存性が高いこと、及び、アクティビティが中から大のクラスでの残差削減量が多いことを確認した。

参考文献

- [1] J. Chen, Y. Chen, M. Karczewicz, X. Li, H. Liu, L. Zhang, X. Zhao "Coding tools investigation for next generation video coding", ITU-T SG16, Doc. COM16-C806, Feb. 2015
- [2] I. S. Chong, C.-Y. Chen, T. Ikai, T. Chujoh, etc "Enhancing block/region based Adaptive Loop Filter by MediaTek, Qualcomm, Sharp and Toshiba", JCTVC-F522, July 2011
- [3] Algorithm Description of Joint Exploration Test Model 7 (JEM 7), Oct. 2017
- [4] A De La Rocha, Gomes-Arevalillo, "Investigating the Adaptive Loop Filter in Next Generation Video Coding" DEGREE PROJECT IN ELECTRICAL ENGINEERING, SECOND CYCLE, 30 CREDITS STOCKHOLM, SWEDEN 2017