

I-019

# 変換サイズ拡大による平坦領域画質改善の検討

## Study on Transform Size Extension to Improve Smooth Area Image Quality

猪飼知宏  
Tomohiro Ikai

山本智幸  
Tomoyuki Yamamoto

### 1. はじめに

現在、4K と呼ばれる 4000x2000 画素相当の超高精細映像が注目されており、カメラやディスプレイなど入出力環境が整いつつある。しかし、超高精細映像の情報量は膨大であり、蓄積や伝送の利便性を高めるためには、高圧縮率の符号化技術が必要とされる。しかしながら、高精細になるほど解像度に比較して相対的に直交変換に用いるブロックサイズ(変換サイズ)が小さくなるため、イントラ符号化における低周波数成分の表現精度の低下が生じ、新たな課題となっている。

従来より、超高精細画像向けの技術として、マクロブロックサイズを 32x32、64x64 に拡大する方法[1]や変換サイズを拡大する方法[2]が提案されている。しかし変換の最大サイズは[1]で 8x8、[2]でも 16x16 に留まることから平坦領域の画質は十分でないと考えられる。本稿では、変換サイズを 16x16 よりも拡大することにより、平坦領域の画質を改善する方法について検討結果を報告する。

### 2. H.264 / AVC における平坦領域画質

H.264 High Profile のイントラ符号化では、変換サイズとして 4x4 と 8x8 が使用可能である。図1に、H.264 High Profile における平坦領域の画質を示す。画素値の変化がゆるやかな平坦領域では、その変化を変換係数では表現できず画質が低いことが分かる。

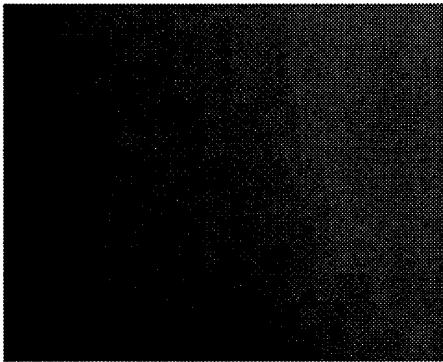


図1 H.264 High Profile による平坦領域画質 (QP=37、8x8 変換・ループフィルタ有り、輝度の振幅を4倍に拡大)

表1 タイルサイズとカバー率の関係

タイルサイズ	City (R=5%)	Crew (R=28%)	ShuttleStart (R=33%)
32 x 16	46%	79%	87%
32 x 32	14%	68%	74%
64 x 16	9%	54%	71%

シャープ株式会社 研究開発本部 先端映像技術研究所

### 3. 平坦領域の表現方法

本稿ではマクロブロック(MB)を複数まとめたタイルを用いて大きな平坦領域を表現することを検討する。タイル全体が平坦な領域では、タイルサイズでの変換が可能と考えられる。逆にタイル内に平坦でない領域があるとタイルサイズでの変換はできない。タイルサイズが大きいほど、大きなサイズでの変換が可能となるが、タイルサイズでの変換ができる平坦領域の割合(カバー率)が低下する恐れがある。本節では解像度が 1280x720 の VCEG テストシーケンスを用いてタイルサイズとその表現能力の関係を調査した。結果を表1、図2に示す。

#### 【平坦領域の定義】

16x16DCT により得られる AC 係数の絶対値が全て 45※未満である領域

※ H.264、QP=37 での量子化ステップの値 45 より決定

#### 【平坦領域の割合 R の定義】

フレーム内の平坦領域の面積 / フレーム全体の面積

#### 【平坦領域のカバー率の定義】

カバー率 = タイル全体が平坦な領域の面積 / フレーム内の平坦領域の面積

図2より、平坦領域の割合とカバー率には高い相関があり、平坦領域の割合が高いほどカバー率は高い。また、タイルサイズが大きくなるにつれてカバー率は低下するが平坦部の多い映像 Crew、ShuttleStart においては大きなタイル(32x32、64x16)でも高いカバー率(50%以上)となる(表1)。面積が同じ 4MB サイズのタイルでは通常横長形状(64x16)よりも正方形形状(32x32)の方がカバー率は高い。

以上の結果から、平坦部の多い映像においては、大きなタイルを適用でき、タイル形状にも自由度があると言える。

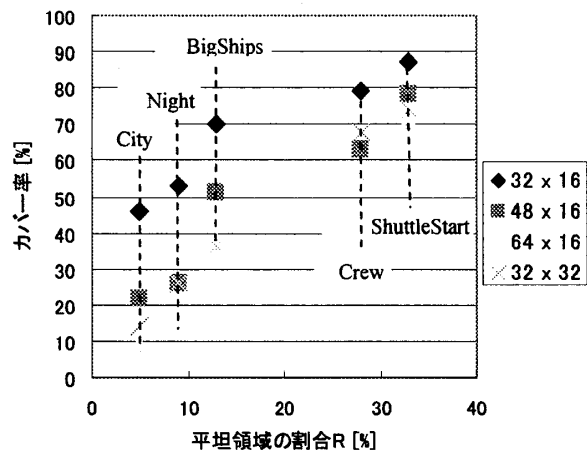


図2 平坦領域の割合 R とカバー率の関係

### 3.2 変換サイズ拡大による画質向上

本節では、変換サイズ拡大による効果を評価する。テスト画像は、図3に示す横、縦、斜めグラデーションを組み合わせて人工的に作成した画像3種(傾き大、中、小)である。テスト画像に対し、変換サイズを変更しながら DC 予測(H.264のDC予測)、DCT、量子化(量子化ステップ45)、IDCT、予測加算を行い、復号画像の画質を調査した。

図4に変換サイズ 16x16、64x16 での、復号画像の一部を示す。横グラデーション(横グラ)、斜めグラデーション(斜めグラ)ともにグラデーションの変化が滑らかになり主観画質が向上する(印刷上分かりにくい場合には PDF 参照)。しかしながら、図4の斜めグラでも見られるとおり、タイル境界が目立つものも少なくない。

続いて、表2にテスト画像を符号化した場合の PSNR とフレーム全体の DCT 係数の数 N の関係を示す。PSNR についてはいずれの変換サイズでも 16x16 サイズに比べ PSNR の向上がみられる。

係数の数 N はグラデーションの傾きによって大きく異なる。傾き大の場合には、32x32 以上の変換サイズでは 16x16 サイズに比べ係数の数 N が減少するが、傾き中では 128x16 の場合だけ減少する。傾き小になると 128x16 の場合も係数の減少がみられず、他の全ての変換サイズで係数が増加する。

表2 変換サイズと PSNR、係数の数の関係

タイルサイズ	傾き大		傾き中		傾き小	
	PSNR	N	PSNR	N	PSNR	N
16 x 16	43.78	2112	45.97	1176	46.92	530
32 x 16	46.24	2381	47.22	1343	48.96	690
32 x 32	50.05	1774	48.8	1258	48.59	604
64 x 16	47.91	1534	49.11	1179	50.03	809
128x 16	49.98	995	50.79	741	52.1	510

### 4. 変換サイズ拡大手法の提案

前節までの検討を踏まえ、変換サイズ拡大手法として以下の方法を提案する。

- 1) マクロブロックを複数まとめてタイルを構成する。
- 2) タイル毎に、タイル単位で符号化(変換)するか、タイルをマクロブロック単位に分割して符号化(小サイズで変換)するかを選択する。
- 3) マクロブロック単位で符号化する場合には、H.264 など従来手法を適用する。
- 4) タイル単位で変換する領域には、タイル境界の不整合を除去するため広範囲にフィルタ処理を行う。

筆者らはタイルサイズでの変換が行われた場合には4)のフィルタ処理を簡略化できると考えている。

すなわち、複数の変換サイズを適用可能な符号化方法では、高周波成分を含む領域は小サイズで変換されると考えられる。この場合、大サイズ(タイルサイズ)で変換される領域は低周波成分のみが存在するとみなせる。

タイルサイズで符号化した画素にフィルタ処理を行う場合、タイル内の隣接画素間の画素値はほぼ等しいため、フィルタ対象画素の周辺画素は参照不要となり演算量が削減できる(図5)。同じ要因でフィルタ処理の可否判定についても大きく簡略化することが可能と考えられる。

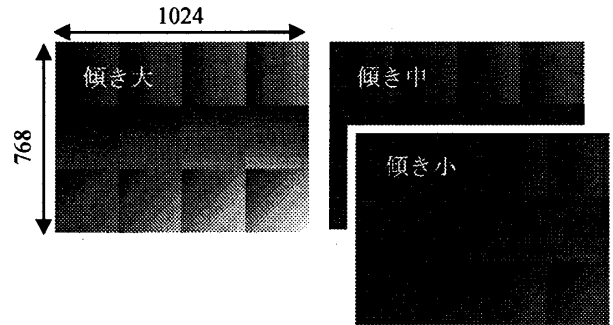


図3: テスト画像(傾き大、中、小の3種)



図4 復号画像(上:横グラ、下:斜めグラ、振幅2倍拡大)

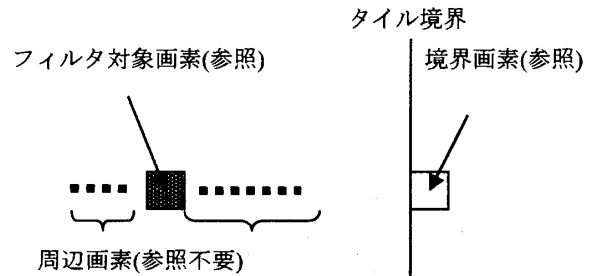


図5 提案フィルタ手法

### 5. まとめ

本検討では、変換サイズ拡大による平坦領域の画質改善の検討を行った。実験により、平坦領域の割合が高い映像では、比較的大きなタイルサイズを用いても平坦領域を処理(カバー)できる可能性を示した。また、変換サイズ拡大の影響は、画素値の振幅方向の傾きに大きく依存するものの、主観的な画質の改善が期待できることを示した。

最後に、変換サイズの拡大手法、特に変換サイズが大きい場合のフィルタ方法を提案した。主観画質向上効果の評価にはレート一定条件による比較が必要であることから、今度、提案手法を実装し実際の効果をシミュレーションする予定である。

#### 参考文献

- [1] 松村, 内藤, 川田, 小池, “超高精細映像を対象とした高圧縮符号化における最大マクロブロックサイズの決定方式に関する一検討”, 情処学会研究報告 AVM-50 No.98(2005)
- [2] 境田, 市ヶ谷, 中須, 合志, 浜田, “AVC/H.264の直交変換サイズ拡張による超高精細映像符号化”, 信学会総合大会, D-11-41(2006)