

# 研究速報

## 高圧縮静止画像の高画質化に関する研究

後藤 富朗<sup>†</sup>(正員) 山崎 達也<sup>†</sup>(学生員)

桜井 優<sup>†</sup>(正員) 北村 正<sup>†</sup>(正員)

A Study on Improving Image Quality of High Compressed Still Pictures

Tomio GOTO<sup>†</sup>, Member,

Tatsuya YAMAZAKI<sup>†</sup>, Student Member, Masaru SAKURAI<sup>†</sup>,  
and Tadashi KITAMURA<sup>†</sup>, Members

<sup>†</sup>名古屋工業大学大学院工学研究科, 名古屋市

Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Nagoya-shi, 466-8555 Japan

あらまし 近年、デジタル画像を扱う機会が増えている。静止画像や動画は容量が大きいことから、一般に国際標準規格である JPEG [1] や MPEG [2] で圧縮される。これらの規格では、変換符号化に離散コサイン変換 (DCT) を用いており、圧縮率が高くなるにつれ、ブロックひずみを引き起こす。一方、過去に撮影された画像には高圧縮されたものが数多く存在する。そこで、本研究では逆ウェーブレット変換を用いた高画質化手法を提案する。本手法は DCT 係数をウェーブレット係数へ変換し、この係数に応じたフィルタを選択する逆ウェーブレット変換を行うことで係数を復号する。また、しきい値を設定して処理を制御することでエッジを保護し、画質改善を図る。

キーワード 高画質化, 離散コサイン変換, ウェーブレット変換

### 1. ま え が き

インターネットやデジタルカメラ等の普及により、様々な画像を扱う機会が増えている。画像信号は膨大な情報量をもつため、圧縮して保存されることが多い。静止画像圧縮の国際標準規格には JPEG があり、その変換符号化には DCT (Discrete Cosine Transform) が採用されている。しかし JPEG では画像を  $8 \times 8$  点のブロックに分割し、ブロックごとに DCT を行うため、ブロックひずみが発生してしまう問題がある。こ

のブロックひずみは高圧縮にするほど顕著に現れる。過去に撮影された画像は、容量や伝送路の制限から高圧縮されていることが多い。また低圧縮であっても、拡大することでブロックひずみが見えやすくなる問題がある。

一方、ブロックひずみが発生しない方式として、ウェーブレット変換を用いた JPEG2000・Motion-JPEG2000 [3] が規格化されている。ウェーブレット変換はブロック単位での処理を行わないため、ブロックひずみが発生しない。しかし、既にブロックひずみが発生している JPEG・MPEG 画像をこれらの手法で再圧縮しても、ブロックひずみを除去することはできない。

そこで本研究では、逆ウェーブレット変換を用いたブロックひずみ低減手法を提案する。提案法は JPEG の DCT 係数をウェーブレット係数に線形変換し、逆ウェーブレット変換で復号することでブロックひずみを低減する。

提案法の評価には、原画像と復号画像の類似度を測定する PSNR と画像中のブロックひずみ量を測定する GBIM (Generalized Block-edge Impairment Metric) [4] を使い、提案法の有効性について検討する。

### 2. ブロックひずみ低減手法

#### 2.1 従 来 法

ブロックひずみ低減手法の一つに ITU-T H.263-ANNEX J- で定義されている DEF (Deblocking Edge Filter) [5] があり、本研究ではこれを従来法として用いる。DEF は JPEG・MPEG の復号後の画像に対し、 $8 \times 8$  点のブロック境界両側 2 画素ずつを対象に処理を行う。画像全体に対して水平方向・垂直方向に平滑化フィルタを施し、ブロックひずみを低減する。DEF は圧縮率に応じたフィルタ処理を行うことができるが、ブロックひずみが目立つ高圧縮画像においては効果が不十分となる。

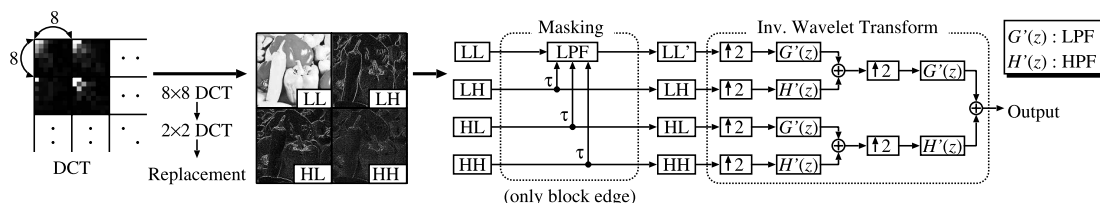


図 1 提案手法の流れ

Fig. 1 Flow of proposed method.

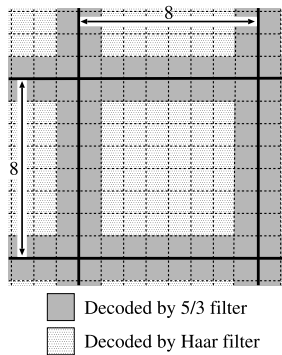


図 2 フィルタの選択  
Fig. 2 Selection of filter.

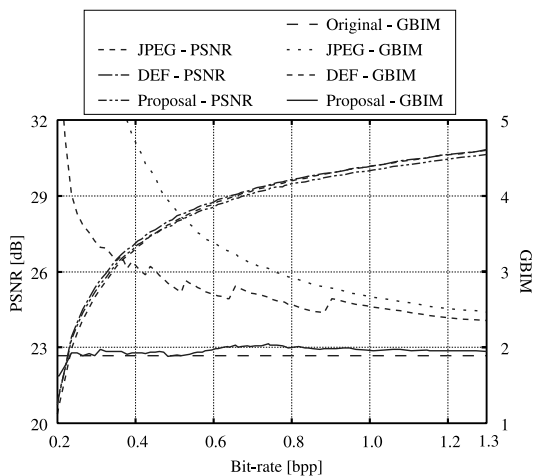


図 3 ビットレートと PSNR 及び GBIM の関係  
Fig. 3 Relationship between bit-rate and PSNR, GBIM.

## 2.2 提案法

$N \times N$  点の DCT は並べ換えを行うことで  $N \times N$  分割のサブバンドと考えることができ、 $2 \times 2$  点の DCT 係数を並べ換えると 4 分割のサブバンド表現となり、Haar フィルタを用いた 1 階層のウェーブレット係数と等価になる。そこで提案法では JPEG の  $8 \times 8$  点 DCT 係数を行列演算により  $2 \times 2$  点 DCT 係数へと変換し、並べ換えを行うことで 1 階層ウェーブレット係数に変換し、逆ウェーブレット変換で復号することでブロックひずみを低減する。提案法の流れを図 1 に示す。

### 2.2.1 LPF 処理

高圧縮画像に対してブロックひずみ低減効果が不十分の場合があるため、LPF (低域フィルタ) 処理を行う。LPF はウェーブレット係数の低域成分のブロッ



(a) DEF (PSNR:25.34 [dB], GBIM:3.40)



(b) Proposed Method (PSNR:25.19 [dB], GBIM:1.89)

図 4 復号画像

Fig. 4 Reconstructed images. (0.29 [bpp])

ク境界に対して施す。このときすべてのブロック境界に処理を行うと、エッジがぼやけてしまう。そこでしきい値を設け、三つの高域成分からエッジを推定し、エッジをマスキングして LPF を施す。このとき用いる LPF は 3 タップ移動平均フィルタとする。

### 2.2.2 復号フィルタの選択

復号には 5/3 フィルタと Haar フィルタを用いる。5/3 フィルタを用いるとブロックひずみを低減でき、Haar フィルタを用いると可逆な復号が行える。そのため復号フィルタは図 2 に示すようにブロックひずみが顕著となるブロック境界に対してのみ 5/3 フィルタを用い、それ以外は Haar フィルタを用いるものとする。ただし LPF 処理と同様に、しきい値により処理

を制御する．

LPF 処理や復号時に用いるしきい値は，圧縮率とウェーブレット係数の高域成分から求める．

### 3. 実 験 結 果

提案法の有効性を確認するため JPEG で圧縮した画像に対して，従来法及び提案法でブロックひずみ低減処理を行い，出力画像を比較した．原画像として RGB 256 階調の Lenna 画像を用いた．客観評価指標として PSNR 及び GBIM を用いた．GBIM はブロックひずみ量を定量化する指標であり，値が大きいとブロックひずみが目立つことを値が小さいほど画像がぼやけていることを表す．そのため GBIM は原画像と同程度が適当である．

ビットレートを変化させたときの PSNR 及び GBIM の関係を図 3 に示す．図より全体を通して従来法と提案法の PSNR は同等である．また，提案法の GBIM は，どのビットレートにおいても低い値となっており，従来法よりもブロックひずみを低減できている．更に提案法は，原画像の GBIM に近い値を示しており，圧縮率に応じた処理を行えていることが確認できる．図 4 に 0.29 bpp での復号画像を示す．提案法の PSNR は，従来法に若干劣るものの GBIM は優れており，復号画像では提案法が従来法よりもブロックひずみを低減できていることが確認できる．

### 4. む す び

本研究では逆ウェーブレット変換を用いたブロック

ひずみ低減手法を提案した．提案法は，使用するフィルタを制御し逆ウェーブレット変換で復号することで，エッジを保護しながらブロックひずみを低減することができる．またフィルタ制御に圧縮パラメータとウェーブレット係数の高域成分を用いることで，様々な画像，圧縮率に対応できる．

今後の課題として，画像の種類に依存しない処理の検討が挙げられる．またアルゴリズムの最適化による処理の高速化を行い，動画像に対応させることなどが挙げられる．

### 文 献

- [1] G.K. Wallace, "The JPEG still picture compression standard," IEEE Trans. Consum. Electron., vol.38, no.1, pp.18–34, Dec. 1991.
- [2] ISO/ICE 11172-2, "Information technology — Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbit/s — Part2:Video," 1993.
- [3] ISO/ICE 15444-1, "Information technology — JPEG2000 image coding system : Core coding system," 2004.
- [4] H.R. Wu and M. Yuen, "A generalized block-edge impairment metric for video coding," IEEE Signal Process. Lett., vol.4, no.11, pp.317–320, Nov. 1997.
- [5] ITU-T Recommendation H.263, "Video coding for low bit rate communication," 2005.

(平成 18 年 11 月 29 日受付，19 年 2 月 5 日再受付)