

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	Web画像データベースを用いたJPEG最適化復号
Title(English)	
著者(和文)	渡邊玲児, 宮田高道, 酒井善則
Authors(English)	Reiji Watanabe, Takamichi Miyata, Yoshinori Sakai
出典(和文)	映像メディア処理シンポジウム, Vol. , No. , pp. 101-102
Citation(English)	, Vol. , No. , pp. 101-102
発行日 / Pub. date	2009, 10
URL	<a href="http://search.ieice.org/">http://search.ieice.org/</a>
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。 Copyright (c) 2009 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

## 研究速報

## Web 画像データベースを用いた JPEG 最適化復号

渡邊 玲児†(学生員)      宮田 高道†(正員)  
 稲積 泰宏††(正員)      酒井 善則†(正員)

JPEG Optimization Decoding Based on Web Image Database

Reiji WATANABE†, Student Member, Takamichi MIYATA†,  
 Yasuhiro INAZUMI††, and Yoshinori SAKAI†, Members

† 東京工業大学大学院理工学研究科, 東京都

Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8552 Japan

†† 富山大学大学院工学研究科, 富山市

Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama, 3190 Gofuku, Toyama-shi, 930-8555 Japan

あらまし 本研究では, Web 画像データベースによる画質改善法と TV 正則化法を用いた復元法を組み合わせ, 画像のテクスチャ成分を復元しつつ, かつブロックノイズの発生を抑える手法を提案する. 実験結果により, 提案手法が画質改善に有効なことを示す.

キーワード Web 画像データベース, Total Variation 正則化法, JPEG, 最適化復号

## 1. まえがき

近年, JPEG 符号化で生じるブロックノイズやリングングひずみの除去を目的とした Total Variation (TV) 正則化法による JPEG 圧縮画像復号法が提案されている [1], [2]. しかしながら, このような手法では, 符号化によって失われた画像のテクスチャを再現することは一般的に難しい. 一方, Web 画像データベースを用いることで, 圧縮によって失われた高周波成分を復元する画質改善法も提案されている [3] が, ブロックノイズやエッジの損失の発生という問題点がある. そこで本研究では, Web 画像データベースから抽出された類似 Web 画像群から得られる情報と TV 正則化法を用いた復元法を組み合わせることにより, JPEG 圧縮画像復号時の画質改善を行う手法を提案する.

## 2. TV 正則化法を用いた JPEG 圧縮画像の復元

Alter らは JPEG 符号化の際に生じるブロックノイズやリングングひずみを除去するため, TV 正則化法を JPEG 圧縮画像の復元に応用する手法を提案した [1].

この手法は, JPEG 復号画像から当該画像の TV ノルムの劣こう配を引いた画像の DCT 係数を, 符号化ビットストリームから得られた各係数の量子化ステップ範囲内の値に修正する操作を繰り返すものである.

## 3. Web 画像データベースによる画質改善

文献 [3] は, JPEG 画像 (入力画像) に対して, タグによって Web データベースから取得した高品質な類似画像群 (参照画像) を用いて画質改善を行う手法である. この手法のアルゴリズムを以下に示す.

(1) 参照画像を入力画像と同様の Q ファクタによって JPEG トランスコードすることにより, 低品質な参照画像を生成する.

(2) 入力画像と参照画像のブロック ( $8 \times 8$  画素) の類似度  $S$  を

$$S = \frac{1}{N} \left| dct^{\text{入力画像}} - dct^{\text{低品質参照画像}} \right|$$

より算出する.  $dct(\cdot)$  は DCT 係数を,  $N$  はブロック内の画素数を表す. 入力画像の各ブロックについて, この  $S$  が最小となる参照画像のブロックを探して得られる画像を参照ブロック画像と呼ぶ.

(3) 低品質な参照のブロック画像と, 各参照ブロックに対応するトランスコード前の参照画像のブロックから, 高品質な参照ブロック画像を得る.

(4) 入力画像と高品質参照ブロック画像の DCT 係数を平均し, その直流成分を入力画像の直流成分で置き換えたものを逆 DCT し, 出力画像を得る.

以上の処理により, 符号化によって失われた高周波成分, 特にテクスチャの復元を行う.

## 4. 提案手法

## 4.1 概要

前述で述べた TV 正則化法を用いた復元法や Web 画像データベースによる画質改善法は, 共に JPEG 圧縮された画像を復元する際の画質改善を目的としている. TV 正則化法を用いた復元法は, 画像のエッジ部分を保持しつつブロックノイズやリングングひずみの除去を行うが, 画像中のテクスチャ成分 (例えば画像中の芝生部分等) を復元することは原理的に難しい. 一方 Web 画像データベースによる画質改善法は, JPEG 圧縮により本来復元できない失われたテクスチャ成分を類似画像を用いることで擬似的に再生させることができる. しかし, ブロック単位で処理を行うため, ブロックノイズが出たりエッジ部分が失われてしまう問題がある. また, 入力された符号化ビットストリームに含まれている量子化テーブルの情報は一切参照しないため, マッチングで不適切な参照ブロックが選択された際には, 原画像と大きく異なる画像が生成される可能性もある.

提案手法では, Web 画像データベースによる画質改

善法と TV 正則化法を用いた復元法 [1] を組み合わせ、画像のテクスチャ成分を復元しつつ、かつブロックノイズの発生を抑えることを目的とする。

4.2 アルゴリズム

提案手法のフローチャートを図 1 に示す。また、提案手法のアルゴリズムを以下に示す。

(1) 通常の JPEG 復号法により得られた復元画像を対象復号画像  $I$  とし、提案手法の入力画像  $I^0(0)$  を  $I^0(0) = I$  とする。提案手法の現在の反復回数を  $j$  とおき、初期値を  $j = 0$  とする。

(2) 入力画像を  $I^0(j)$  とし、前節の Web 画像データベースによる画質改善法によってテクスチャ成分が復元された画像  $I_u^0(j)$  を得る。

(3) TV 正則化法の最大反復回数を  $K$  とする。初期値を  $k = 0$  とする。

(4) TV 正則化項の重みを  $\lambda_k = 1/(k + 1)$  と設定する。

(5)  $I_u^k(j)$  の TV ノルムの劣こう配  $g(I_u^k(j))$  を求め、 $I_v^k(j) = I_u^k(j) - \lambda_k \cdot g(I_u^k(j))$  によってこう配降下を行う。

(6)  $I_v^k(j)$  の DCT 係数を求め、当該 DCT 係数を入力符号化画像と同じ量子化テーブルによって量子化する。

(7)  $I_v^k(j)$  の DCT 係数の量子化インデックスが入力符号化画像の量子化インデックスと完全に一致す

るように補正する。

(8) 補正された DCT 係数を逆 DCT して復元画像  $I_u^{k+1}(j)$  を求める。

(9)  $k = k + 1$  とし、 $k < K$  であれば(4)へ戻る。

(10)  $j \geq 1$  で、かつ  $I_u^K(j)$  と直前の結果  $I_u^K(j - 1)$  との平均二乗差  $e = E |I_u^K(j - 1) - I_u^K(j)|^2$  が、任意のパラメータ  $\varepsilon$  以下であればアルゴリズムを終了する。そうでなければ、 $I^0(j + 1) = I_u^K(j)$  とおき、 $j = j + 1$  として(2)へ戻る。

5. 実験結果

提案手法の有効性を評価するための復号実験を行った。対象画像として “backyard”、“Mt. Crimea” の 2 種類の画像を用いた。これらの画像を図 2、及び図 3 に示す。また、対象画像をそれぞれ JPEG 圧縮した本提案手法の入力画像を図 4、図 7 に示す。画像 “backyard” に対しては  $Q = 28$  と設定して JPEG 圧縮を行ったと

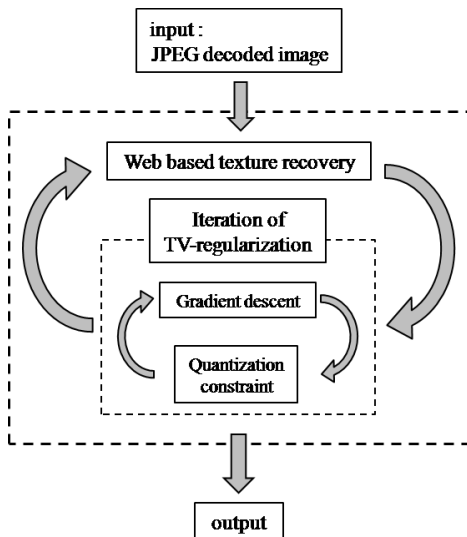


図 1 提案手法のフローチャート  
Fig. 1 Flowchart of proposed method.



図 2 原画像 (backyard)  
Fig. 2 Original image (backyard).



図 3 原画像 (Mt. Crimea)  
Fig. 3 Original image (Mt. Crimea).



図 4 JPEG 圧縮画像 (backyard)  
Fig. 4 JPEG image (backyard).



図 5 文献 [1] の手法による結果画像 (backyard)  
Fig. 5 TV regularization result (backyard).



図 6 文献 [3] の手法による結果画像 (backyard)  
Fig. 6 Web database result (backyard).



図 7 JPEG 圧縮画像 (Mt.Crimea)  
Fig. 7 JPEG image (Mt.Crimea).



図 8 文献 [1] の手法による結果画像 (Mt.Crimea)  
Fig. 8 TV regularization result (Mt.Crimea).



図 9 文献 [3] の手法による結果画像 (Mt.Crimea)  
Fig. 9 Web database result (Mt.Crimea).



図 10 提案手法による結果画像 (backyard)  
Fig. 10 Processing result of proposed method (backyard).



図 11 提案手法による結果画像 (Mt.Crimea)  
Fig. 11 Processing result of proposed method (Mt.Crimea).

ころ, 1 画素当りのビット量 (bits per pixel, bpp) は 0.66 [bpp] であった. “Mt.Crimea” に対しても同様の  $Q = 28$  を用いて圧縮を行ったところ, 0.41 [bpp] であった. これらの JPEG 圧縮画像に対して文献 [1] の手法を適用した結果を図 5, 図 8 に, 文献 [3] の手法を適用した結果を図 6, 図 9 に示す. 更に, 提案手法の結果を図 10, 図 11 に示す.

文献 [3] の手法及び提案手法では, テクスチャの復元のために参照画像を与える必要がある. 本論文では, 対象画像 “backyard” に対する参照画像として, 当該画像の内容を表すと考えられる 2 種類のキーワード, “lawn” と “road” をクエリとして, Web 画像データベース Flickr [4] からクエリごとに 4 枚 (合計 8 枚) の画像を取得したものをを用いた. 画像 “Mt.Crimea” については, キーワードとして “forest” と “mountain” を用い, 同様に 8 枚の画像を参照画像として得た. また, 文献 [1] と提案手法に共通するパラメータ  $K$  は画像 “backyard” に対して  $K = 10$ , “Mt.Crimea” に対して  $K = 3$  と設定した. 提案手法のパラメータ  $\varepsilon$  の値は, どちらの対象画像に対しても  $\varepsilon = 0.05$  と設定した. なお, パラメータ  $K$  の設定においては, ブロックノイズを十分抑圧でき, かつテクスチャが過剰に平滑化されない値を予備実験において対象画像ごとに発見的に求めた. 同様に, パラメータ  $\varepsilon$  の値を適切に定めるために, 提案手法の各反復における  $e$  の値を求めたものを図 12 に示す. この図より, 提案手法では反復を繰り返すことで結果画像がそれぞれ収束していることが確認できる. そこで, 主観的にみて画質の変化がほとんど知覚できない十分小さな値  $\varepsilon = 0.05$  を本論文では終了条件として用いた.

図 4, 図 7 の JPEG 圧縮画像では, 高い圧縮率を用いたために DCT 係数の高周波成分が失われ, 顕著なブロックノイズの発生と, 芝生等のテクスチャ成分の欠損が確認できる. 文献 [1] の手法を適用した図 5, 図 8 ではブロックノイズが軽減されている一方で, 平滑化によりテクスチャ成分の損失が見られる. また, 文献 [3] の手法を適用した図 6, 図 9 では失われたテクスチャ成分が復元されている一方で, ブロックノイズの発生やエッジ部分の損失が見られる. これに対し,

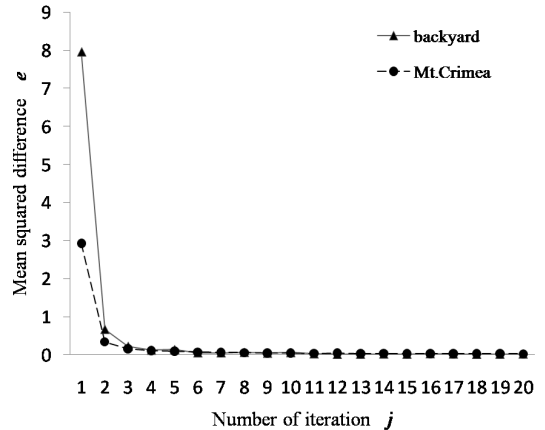


図 12 反復回数  $j$  における画像  $I_u^K(j)$ ,  $I_u^K(j-1)$  間の平均二乗差

Fig. 12 Mean squared difference between image  $I_u^K(j)$  and  $I_u^K(j-1)$  at  $j$ -th iteration.

提案手法によって得られた図 10, 図 11 は, それぞれ上記の手法による結果画像と比較してテクスチャ成分やエッジ部分を保持しつつ全体的にブロックノイズが軽減されており, 主観評価が向上しているといえる.

## 6. むすび

本論文では, Web 画像データベースによる画質改善法と TV 正則化法を用いた復元法を組み合わせることにより, JPEG 圧縮画像復号時の画質改善を行う手法を提案した. 今後の課題として, 画像のテクスチャ領域ごとに応じて適切な平滑化を行う手法を, 本研究に適用した場合の比較や検討などが挙げられる.

## 文 献

- [1] F. Alter, *et al.*, “Adapted total variation for artifact free decompression of JPEG images,” *J. Mathematical Imaging and Vision*, vol.23, no.2, pp.199–211, 2005.
- [2] 小松 隆, 齊藤隆弘, “TV 正則化法を用いた JPEG 圧縮画像の超解像デコーディング,” *信学論 (D)*, vol.J90-D, no.7, pp.1671–1674, July 2007.
- [3] 谷 亮広, 稲積泰宏, 宮田高道, 堀田裕弘, “内容に合った Web 画像特徴量を用いた画質改善法,” *信学論 (D)*, vol.J92-D, no.10, pp.1746–1749, Oct. 2009.
- [4] Flickr, <http://www.flickr.com/>  
(平成 21 年 11 月 30 日受付, 22 年 3 月 31 日再受付)