

# 超解像を用いた JPEG コーデックに関する一検討

清川正徳<sup>†</sup> 黒木修隆<sup>†</sup> 廣瀬哲也<sup>†</sup> 沼 昌宏<sup>†</sup>

概要：JPEG コーデックの内部で算出される DC 成分に対して 8×8 倍の超解像拡大を行うことにより、AC 成分を予測・生成する方式を提案する。

## A Study of JPEG Codec with Super-Resolution

MASANORI KIYOKAWA<sup>†</sup> NOBUTAKA KUROKI<sup>†</sup>  
TETSUYA HIROSE<sup>†</sup> MASAHIRO NUMA<sup>†</sup>

Abstract: This paper proposes a new JPEG codec in which AC coefficients are predicted from DC coefficients by a super-resolution technique.

### 1. はじめに

近年、デジタルカメラやハイビジョンテレビの普及により、ユーザが高精細な画像を取り扱う機会が増えている。高精細な画像の保存や伝送を行う際にはデータを圧縮することが多い。現在、画像の圧縮は JPEG 方式[1]が主流となっている。しかし、JPEG は画像を 8×8 pixel の MCU (Minimum Coded Unit) と呼ばれる単位で処理するため、ブロック状の歪みが発生することが問題となっている。

一方、低解像度の画像から高解像度の画像を予測・生成する技術は“超解像”と呼ばれ、近年注目されている[2]。菅原ら[3]は超解像の階層化により、8 倍を超える画像拡大を実現した。

ところで、超解像によって 8 倍の拡大を行うことは、JPEG の 8×8pixel の DC 成分のみから、残りの AC 成分を予測することと等価である。本研究はこの点に注目した。すなわち AC 成分を予測できるなら、符号量を減らし、圧縮率を改善できる可能性がある。本稿では 8 倍超解像と JPEG を融合したコーデックの一例を示し、その性能を評価する。

### 2. JPEG

従来の JPEG 圧縮の流れを図 1 に示す。

エンコーダ側では、まず原画像中の各 MCU において離散コサイン変換(DCT)を行うことで周波数領域に変換し、量子化した後、ハフマン符号化を行う。

8×8pixel の MCU は DCT によって直流成分 (DC) 1 個とコサイン波を表す交流成分 (AC) 63 個に変換される。一般的な画像においては水平・垂直方向とも低周波にエネルギーが偏っているため、DCT 係数においては低周波成分ほど値が大きく、高周波成分に近づくほど値が小さくなる

傾向にある。

DCT 係数の量子化とは、定められた量子化ステップサイズの整数倍で数値を表すことである。すなわち、量子化係数を  $Q$ 、DCT 係数を  $S$ 、量子化後の代表値を  $S_q$  とすれば、ガウス記号を用いて

$$S_q = \begin{cases} \left\lceil \frac{S}{Q} \right\rceil & \text{if } S \geq 0 \\ \left\lfloor \frac{S}{Q} \right\rfloor + 1 & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$[x] = n, \quad n \leq x < n+1 \quad (n \text{ は整数}) \quad (2)$$

で定義される。量子化係数  $Q$  は例えば図 2 のような量子化テーブルの実数倍であり、倍率を変化させることでデータの圧縮率を調整することができる。

デコーダ側では、復号化、逆量子化、逆 DCT を行い復元画像を得る。

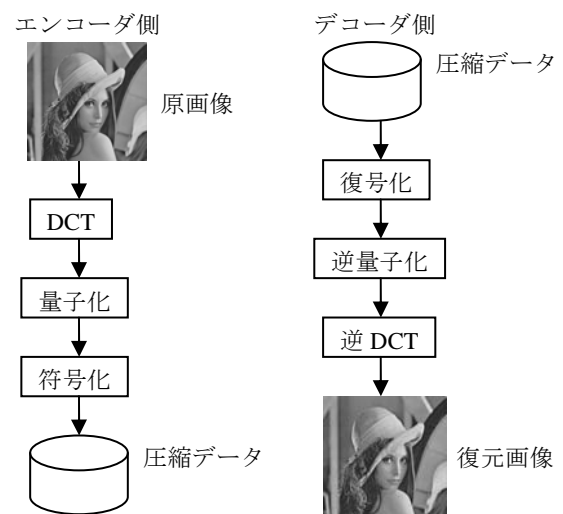


図 1 JPEG 圧縮過程

Figure 1 Compression process of JPEG.

<sup>†</sup> 神戸大学 工学部  
Faculty of Engineering, Kobe University

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

図 2 量子化テーブル  
 Figure 2 Quantization table.

### 3. 提案手法

従来の JPEG では  $8 \times 8$  pixel の MCU ごとに DCT を施し、MCU の平均値である直流成分 (DC) 1 個と交流 (AC) 成分 63 個からなる DCT 係数に変換し、それらを量子化して符号化を行なう。提案手法は超解像技術を用いて、DCT 係数の AC 成分をある程度予測することで DCT 係数の絶対値を小さくし、圧縮データの容量を減らすことを目的としたものである。

#### 3.1 エンコーダ側

エンコーダ側における処理の流れを図 3 に示す。

- i) まず原画像の MCU ごとに DCT を施し DCT 係数① (DC1, AC1) を得る。
- ii) DCT 係数①をいったん量子化し、さらに逆量子化して DCT 係数② (DC1', AC1') を得る。この操作はデコードする際の超解像画像の整合性を高めるためのものである。
- iii) DCT 係数②の DC 成分 (DC1') を用いて 1/8 縮小画像を得る。これは DC 成分が MCU の平均値であることを利用している。
- iv) 1/8 縮小画像から 8 倍超解像拡大を用いて超解像画像を得る。なお、8 倍拡大は 2 倍超解像を 3 段に分けて行う階層的超解像[3]を用いる。
- v) 超解像画像に DCT を施し DCT 係数③ (DC2, AC2) を得る。
- vi) DCT 係数①と③の AC 成分のみ差分を取り、DCT 係数④ (DC1, AC1-AC2) を得る。DC 成分については原画像の DC 成分をそのまま用いる。
- vii) 以降は通常の JPEG 処理と同様に DCT 係数④を量子化し、ハフマン符号化を経て圧縮データとする。

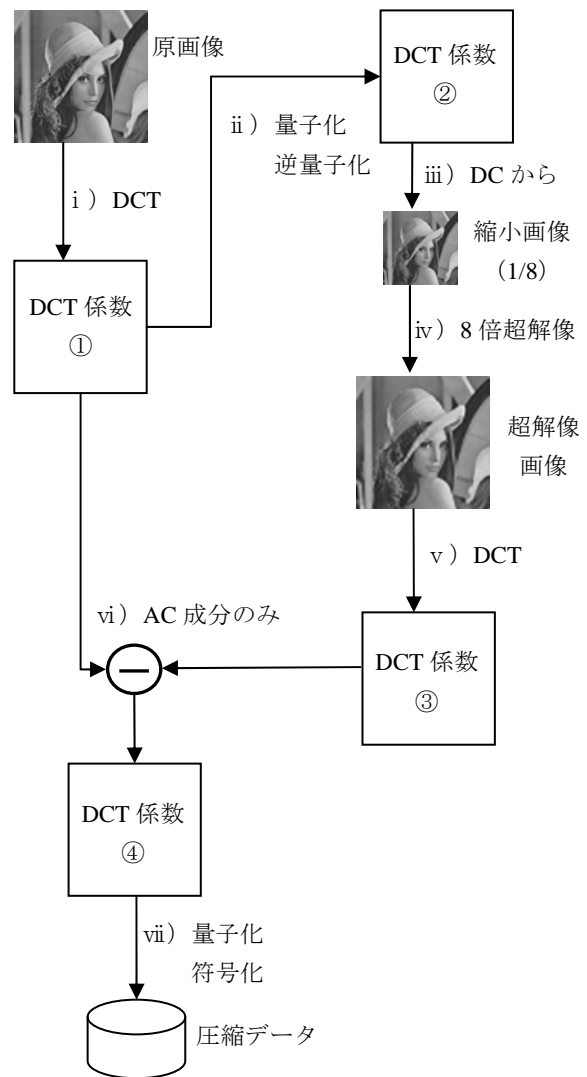


図 3 エンコーダ側

Figure 3 Encoding process.

#### 3.2 デコーダ側

デコーダ側における処理の流れを図 4 に示す。

- i) 圧縮データを復号し、逆量子化を行い DCT 係数⑤ (DC1', [AC1-AC2]') を得る。
- ii) DCT 係数⑤の DC 成分 (DC1') から 1/8 縮小画像を得る。
- iii) 1/8 縮小画像から 8 倍超解像を用いて超解像画像を得る。
- iv) 超解像画像に DCT を施し DCT 係数⑥ (DC2, AC2) を得る。
- v) DCT 係数⑤と⑥の AC 成分のみ足し合わせて DCT 係数⑦ (DC1', [AC1-AC2]'+AC2) を得る。DC 成分については⑤の DC 成分をそのまま用いる。
- vi) DCT 係数⑦に逆 DCT を施し復元画像を得る。

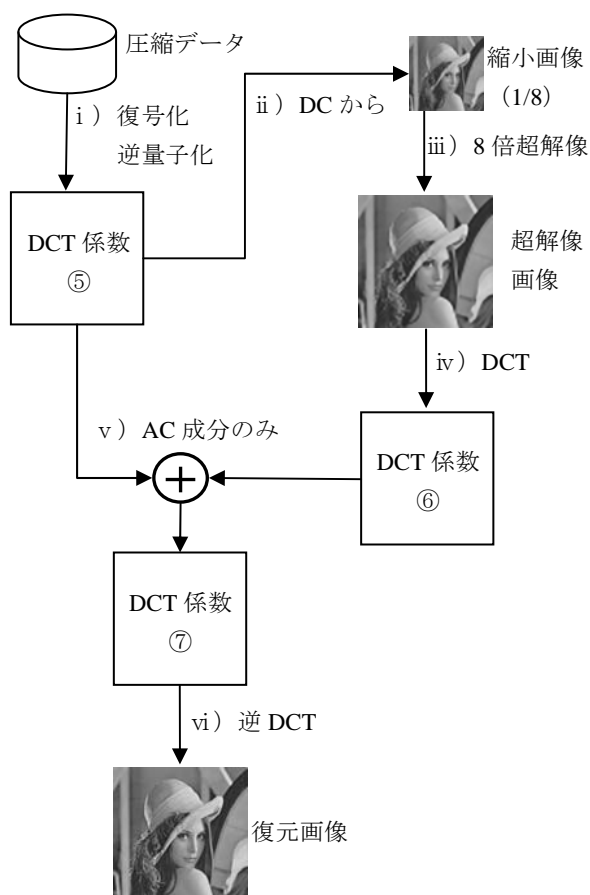


図 4 デコーダ側

Figure 4 Decoding process.

## 4. 実験

### 4.1 実験方法

図 5 に示す 10 種類のモノクロ画像 (768×512pixel) について、それぞれ量子化係数  $Q$  を 1~10 まで 0.1 ずつ変化させ、従来の JPEG 圧縮と提案手法による圧縮を行い、画質とデータ容量について評価する。画質評価には PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) を用い、提案手法における超解像については階層型の 8 倍超解像[3]を用いる。また量子化テーブルについては図 2 に示すものを用いる。

### 4.2 実験結果と考察

図 6 に示す実験結果から、高圧縮時において 4 種類の画像 (c) (d) (e) (h) で PSNR の改善が確認された。残りの 6 種類の画像に対しては従来の JPEG と同程度の PSNR であった。画像によって効果が異なる理由について、今後調査する必要がある。

## 5. まとめ

本稿では、超解像技術と JPEG 方式を融合した画像コー

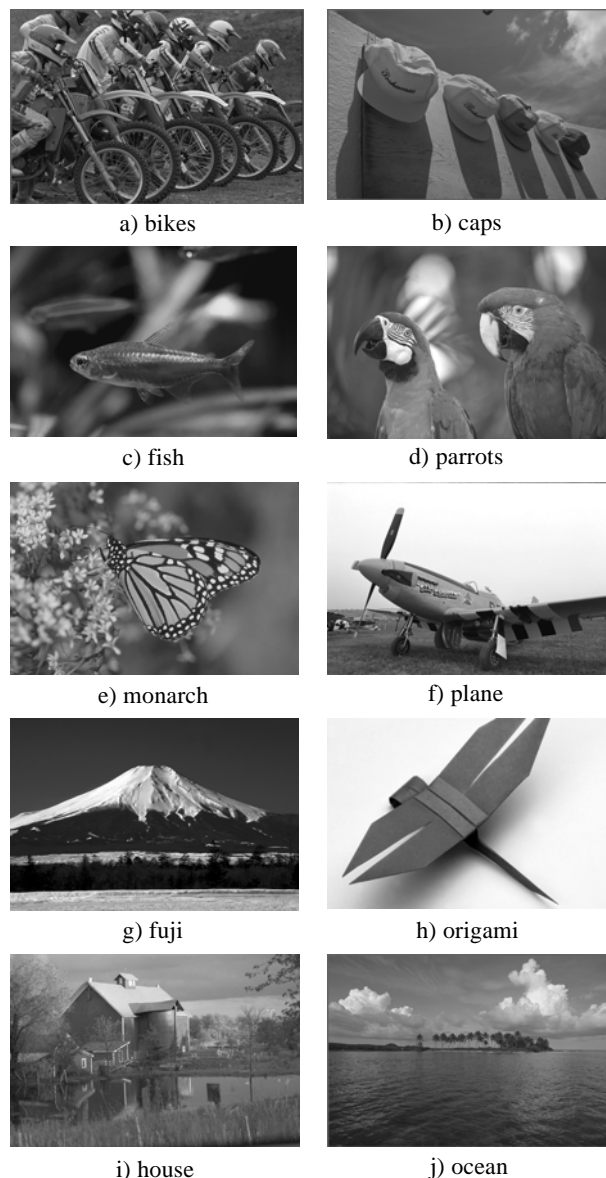


図 5 評価画像

Figure 5 Test Sequence.

デックの一例を示し、その圧縮性能を評価した。実験の結果、提案手法は従来の JPEG と同等またはそれ以上の性能であることを確認することができた。

## 参考文献

- 1) 小野定康, 鈴木鈍司: わかりやすい JPEG / MPEG2 の技術, オーム社出版局 (2001).
- 2) 橋本明信, 中矢知宏, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏: 学習型超解像のための高能率な辞書, 電子情報通信学会 画像工学研究会, vol. 111, no. 284, pp. 35-40, (2011).
- 3) 菅原佑貴, 橋本明信, 黒木修隆, 廣瀬哲也, 沼 昌宏: 階層的超解像による電子ズームの構成方法, 第 11 回情報科学技術フォーラム (FIT2010), I-11, (2012).

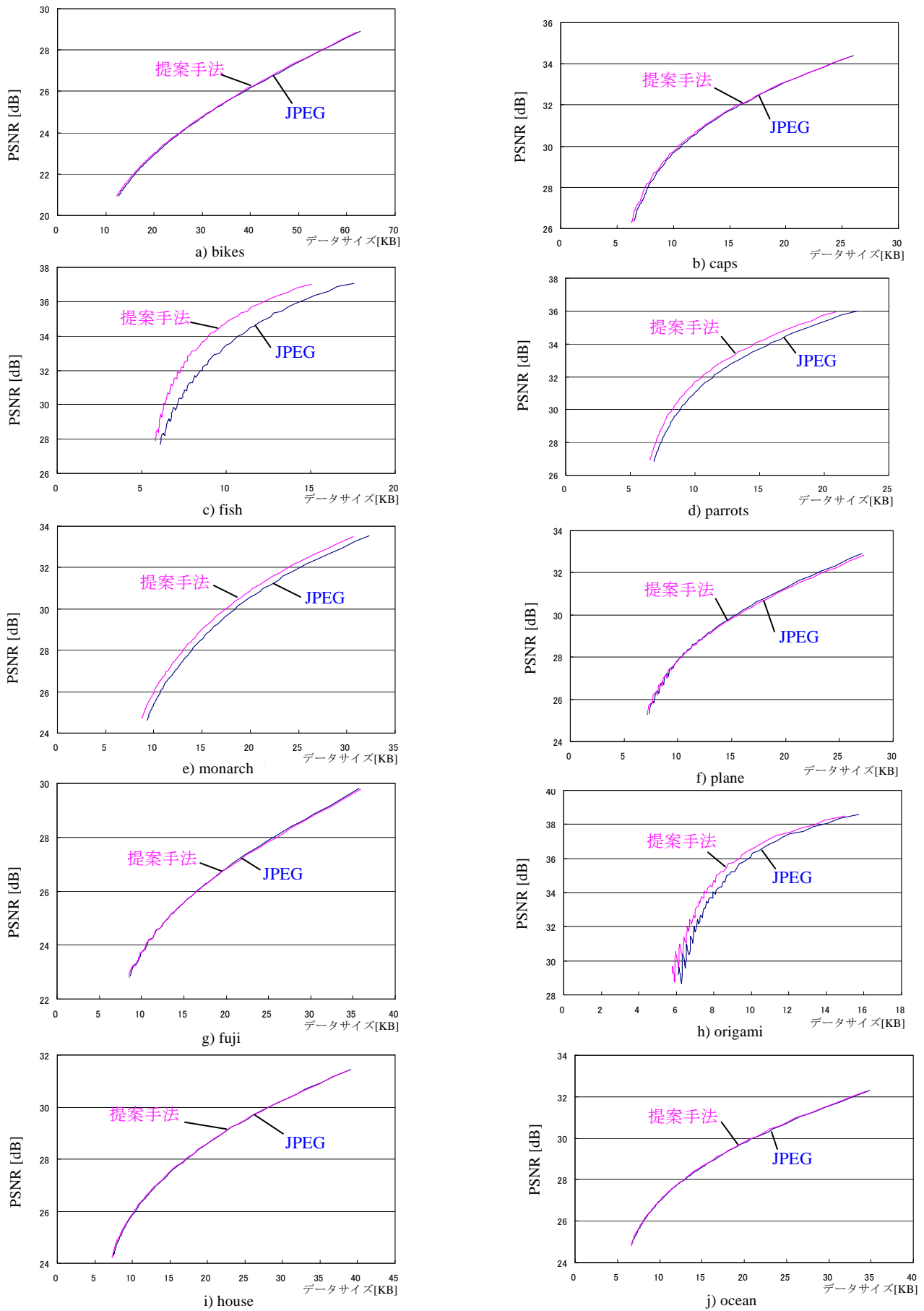


図 6 実験結果

Figure 6 Experimental results