

# ICA-DCT ハイブリッド符号化における レートひずみ理論に基づいた領域分割手法

富樫 篤士<sup>†</sup> 宮崎 春彦<sup>‡</sup> 亀田 昌志<sup>†</sup>

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部<sup>†</sup>

岩手県立大学 ソフトウェア情報学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

画像符号化の国際標準方式 JPEG で採用されている離散コサイン変換 (DCT) では、画像の統計的性質に基づいた基底群によって画像を表現するため、画質の定常的な部分では高い圧縮率を実現できる。一方、独立成分分析 (ICA) では、入力画像に対して固有の基底群が得られるため、画像の非定常部分である局所特徴を少数の基底によって表現できる。これらの利点を活かすことを目的として、入力画像を DCT と ICA を適用する二つの領域に分割し、符号化を行うことで、DCT 単独から符号化性能を改善する ICA-DCT ハイブリッド型符号化<sup>2)</sup>が提案されている。しかし、従来手法における領域分割では、エントロピーを基準としているため、量子化による画質の劣化 (歪み) が十分に考慮されていなかった。

本稿では、画像の情報量と歪みの関係を表すレートひずみ理論<sup>3)</sup>に基づいて領域分割を行うことで、従来の ICA-DCT ハイブリッド型符号化から符号化性能を改善する手法を提案する。

## 2. ICA-DCT ハイブリッド型符号化

従来手法における領域分割では、(8×8)画素単位で分割された各ブロックに対して DCT 及び ICA による量子化をそれぞれ適用した後、量子化後に得られる二種類の結合係数のエントロピーを比較し、ICA によるエントロピー値が DCT のものよりも小さい場合は、ICA により符号化する領域 (ICA\_Block) 、そうでない場合は、DCT により符号化する領域 (DCT\_Block) として分類する。この

とき、DCT の量子化は JPEG 量子化テーブルを用いており、ICA の量子化は、入力信号と基底の類似度によって求められた基底の優先度に基づいて、優先度の低い結合係数を 0 に置換することで情報量を削減している。

領域分割の結果から、テクスチャ等の局所的な特徴を持つブロックが ICA\_Block に、輝度変化の緩やかな信号を持つブロックが DCT\_Block に分類されるものの、その符号化性能は、高符号化レートで、DCT 単独のものよりも劣化することが明らかとなった。その理由は、従来手法は、量子化による画質の劣化量を十分考慮せずに、エントロピーを基準とした分割を行ったためと考えられる。次章では、この問題を解決するための解法について述べ、新たな領域分割手法を提案することにより、符号化性能を改善する。

## 3. 提案手法

高性能な符号化とは、画質をできるだけ劣化させずに多くの情報量を削減できる符号化のことである。従来手法の問題を解決するために、エントロピーの比較ではなく、レートひずみ理論の観点で、領域の分割パターンを最適化する手法を提案する。

### 3.1. レートひずみ最適化による領域分割

レートひずみ理論に基づいた解法であるレートひずみ最適化を行うことによって、あるレートが指定されている条件下で、歪みを最小化できることから、符号化性能の改善が期待される。このとき、レートひずみ最適化は、コスト関数と呼ばれる関数の極値問題として解を求めることができる。提案手法では、領域分割にレートひずみ最適化を取り入れることで、従来のエントロピーを基準としたものから符号化性能を改善する。

提案手法のシステム構成を図 1 に示す。図 1 において、提案手法は、(8×8)ブロックに対して DCT と ICA それぞれの量子化を行い、量子化器ごとにコス

Segmentation Method based on the Rate-Distortion Sense for Improvement of Coding Performance in ICA-DCT Hybrid Typed Image Coding

<sup>†</sup>Atsushi TOGASHI <sup>‡</sup>Haruhiko MIYAZAKI

<sup>†</sup>Masashi KAMEDA

<sup>†</sup>Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University.

<sup>‡</sup>Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University.

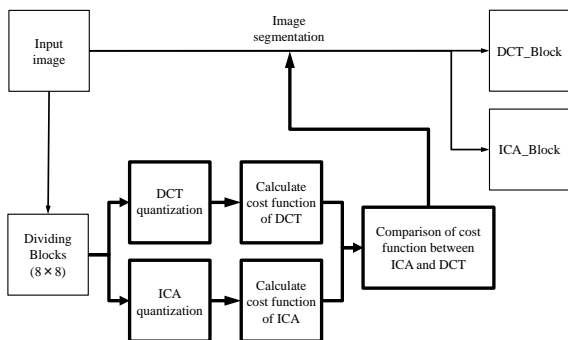


図 1. レートひずみ理論に基づいた領域分割

ト関数を求める。その後、求めた量子化器の中でコスト関数が最小となる DCT と ICA のコスト関数をブロックごとに比較することで領域分割を行う。

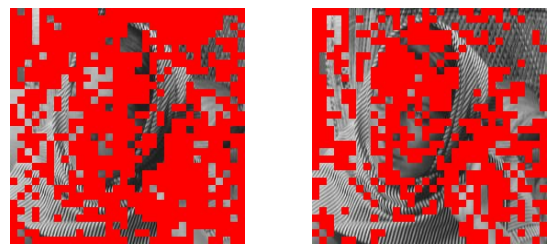
ここで、DCT のコスト関数は、DCT の結合係数を量子化テーブルに基づき Q10, Q20...Q90, Q100 の 10 通りで量子化し、この中からコスト関数が最小となる量子化器を求める。ICA のコスト関数は、基底の優先度に基づき、64 個すべての ICA 基底を用いた場合から一つずつ基底の結合係数値を 0 に置き換えた 64 通りの量子化を行い、その中からコスト関数が最小のものを求める。その後、ICA と DCT のコスト関数を比較し、ICA が DCT のものよりも小さい場合は ICA\_Block, そうでない場合は DCT\_Block として分類パターンを決定する。以上の処理を全てのブロックに対して適用する。

#### 4. 実験結果

提案手法を実画像に適用し、その符号化性能を従来手法と比較する。図 2 は、画像“Barbara”に対して、それぞれ(a)符号化レート 0.8[bit/pel]の条件で、(b)符号化レート 0.4[bit/pel]の条件で、レートひずみ理論に基づき領域分割を行った結果を示す。

ここで、図 2 では、DCT\_Block を灰色で表示している。図 2 から、局所特徴を持つブロックが ICA\_Block に分類されており、図 2(a)を同図(b)と比較すると、高圧縮時には、少ない基底で非定常な部分を表現できる ICA が DCT よりも優れており、多くのブロックが ICA\_Block に分類される結果となっている。

画像“Barbara”に対して、提案手法を適用し、符号化性能を求め従来手法と比較したものを図 3 に示す。図 3 の横軸はエントロピー、縦軸は PSNR 値を表示している。また、同図において、すべてのブロックを DCT 基底群を用いて変換した場合の符号化特性との比較を行っている。図 3 より、提



(a)中レート (b)低レート

図 2. 提案手法による領域分割結果

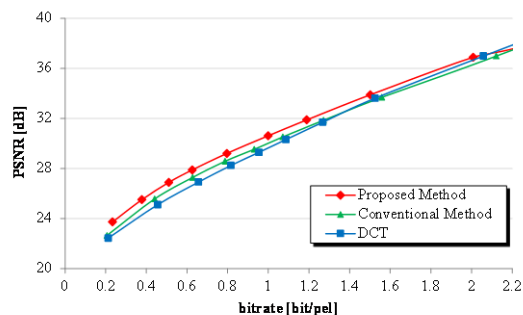


図 3. 提案手法と従来手法の符号化特性の比較

案手法は従来手法と比べて最大で約 1.5[dB]の改善を得られることが明らかとなった。また、従来手法では高レートで DCT 単独のものに劣っていた符号化性能の問題を解決できた。

#### 5. まとめ

本稿では、レートひずみ理論の観点に基づいて領域分割の解決を行うことにより、従来手法と比較して符号化性能が向上することを示した。今後は、ICA 基底自身の付加情報を考慮した符号化を行うために、符号化に使用する基底を選定する方法について検討する。

#### 参考文献

- 1) 陳延偉, 独立成分分析法 (ICA) のパターン認識・画像処理への応用と MATLAB シミュレーション, トリケップス, 2007.
- 2) 川村和也, 亀田昌志 “離散コサイン変換と独立成分分析の基底を併用した静止画像符号化方式,” 画像電子学会誌, Vol.45, No.2, pp.201-211, 2016.
- 3) A. Ortega, K. Ramchandran, “Rate-distortion methods for image and video compression,” IEEE Signal processing magazine, Vol.15, No.2, pp.23-50, 1998.