

# J-69 ウェーブレット変換におけるベクトル量子化効率向上の一検討 A Study of Improvement in Efficiency of Vector Quantization by Wavelet Transform Coding

青木 信悟†  
Shingo Aoki

岡本 教佳†  
Noriyoshi Okamoto

## 1. はじめに

通信分野の発展や携帯電話などのモバイル環境の発達により、画像を扱うことの重要性が高まっている。画像は情報量が多いため、円滑な伝送や膨大な数の蓄積の際には、符号化による情報量の圧縮が求められる。これまで各種符号化方式が検討され、近年 JPEG2000 という符号化方式が提唱された。この方式は、ブロックノイズやモスキートノイズが発生しないウェーブレット変換を用いており、算術符号化により情報量の削減を行っている。

本報告もウェーブレット変換を用いた符号化を検討する。YCrCb 色空間に分割後、FBI フィルタを用いてウェーブレット変換を行い、オクターブ分割を 1, 2, 3 回と行うことにより生成される高周波成分をそれぞれ L1, L2, L3 成分とする。高周波成分の L1, L2, L3 成分には相関があることを考慮にいれ、0 値量子化、0 値の Tree 構造化を行い、この結果、量子化した 0 値を少量の判別符号情報のみで表すことができる。Tree 構造化されなかった 0 値に対しては符号化効率を上げるため、元の信号に戻した後に LBG アルゴリズムによるベクトル量子化とハフマン符号化を用いて情報量削減を行う。

さらに本報告では、ベクトルの正負の符号ビットデータを別に符号化することにより代表ベクトル要素数を減らし、偏りを生じさせることで効率を高めている。この結果、若干ながら情報量-SNR において JPEG2000 を上回ることができた。

## 2. 理論

### 2.1 ウェーブレット変換

RGB 画像に対し YCrCb に色空間変換を行い、各々にウェーブレット変換を用いる。これに用いるフィルタには完全再構成と非完全再構成のフィルタがあるが、本研究ではウェーブレット変換後の量子化による SNR の変化を検討するため、完全再構成フィルタを用いる。そのなかで、これまでの我々の研究で最も良い結果の出ている FBI フィルタを用いる。

### 2.2 0 値量子化

ウェーブレット変換を行うことにより生成される高周波成分は 0 値付近に集中している。これらは 0 値に量子化しても視覚的な劣化を少なく抑えることができるため、0 値を中心として半径 T1 の範囲の信号を 0 値に量子化する。

### 2.3 0-Tree 構造

次に量子化した 0 値信号を少ない情報で表現するため、Tree 構造化を行う。L3 成分の各信号とそれに対応する L2, L1 成分の各信号 21 個がすべて 0 値である場合、L3 成分に

†関東学院大学大学院工学研究科, 横浜市

Graduate School of Engineering, Kanto-gakuin University,  
Yokohama-shi, 236-8501, Japan

判別符号を付加することにより少ない情報で表すことができる。判別符号はランレングスを走査し、ハフマン符号化を行う。

### 2.4 再帰 0 値

0-Tree 構造を構成しなかった 0 値信号は、この後行うベクトル量子化を行うと 2 重の量子化を行うことになるため、0 値量子化前の信号に戻す再帰 0 値を行う。これにより量子化誤差を最小限に抑えることができる。

### 2.5 符号ビットデータの分割

今回新たに、0-Tree 構造を構成しなかったすべての信号の正負の符号ビットデータを分割することを提案する。これを行うことにより、次に行うベクトル量子化の 5 次元各成分の有効範囲を 2 分の 1 にすることができ、偏りを生じさせることができる。よって代表ベクトルの要素数が減少することにより、情報量を少なくできるものとする。また、符号データに関してはランレングスを走査し、ハフマン符号化を行う。

### 2.6 ベクトル量子化

0-Tree 構造を構成しなかった信号に対して、ベクトル量子化を行う。このときのベクトルは L3 成分と L2 成分の対応点および L2 成分と L1 成分の対応点から 5 つの信号を 5 次元ベクトルとして抽出する。これらをベクトル量子化することを検討するが、この初期段階として単純クラスタリングを用いる。その方法は予め代表ベクトル間の距離 T2 を決め、順に注目するベクトルと比較する。次に注目ベクトルとクラスタの中心 (代表ベクトル) との距離を求め、T2 以下であれば代表ベクトルにクラスタリングし、T2 を超えるのであれば新しい代表ベクトルとするものである。以前の報告から、0 値量子化範囲とベクトル量子化範囲は同じ値として符号化を行う<sup>[1]</sup>。

### 2.7 LBG アルゴリズム

単純クラスタリングによって得られる代表ベクトルは単純に走査したため偏りがあるので、LBG アルゴリズムを用いてクラスタの再構成を行う。この手法は各代表ベクトルにおけるクラスタ内に属している全てのベクトルの平均値を新たな代表ベクトルとし、元の代表ベクトルと新たな代表ベクトルの差がほぼ 0 になるまで処理を繰り返す。これにより、適切な代表ベクトルが形成できるため、単純クラスタリングより効率的な符号化を施すことができる。その後、代表ベクトルに量子化した情報をハフマン符号化することでさらに情報量の削減を図ることができる。

## 3. 符号化手順

符号化手順を図 1 に示す。RGB で構成される原画像に対してまず YCrCb に色空間変換を行う。その後各成分に対してウェーブレット変換を行い、低周波成分に対して DPCM 符号化を行う。高周波成分には、0 値量子化、0-Tree 構造、再帰 0 値を行い、正負の符号を別にしてベク

表1 高周波成分の符号量の比較  
Table.1 Comparison of the data in a high frequency.

Quantization Range	old method				Dividing Sign bit from Vector				
	Vector Datasize	Vector Tablesize	0-Tree Datasize	Total	Vector Datasize	Vector Tablesize	0-Tree Datasize	Sign bit Datasize	Total
5	290800	90307	23293	404400	215846	31582	23293	1511	272232
10	82389	26651	9247	118287	60975	7222	9247	198	77642
15	36810	9697	5599	52106	26704	2397	5599	152	34852

unit: bits

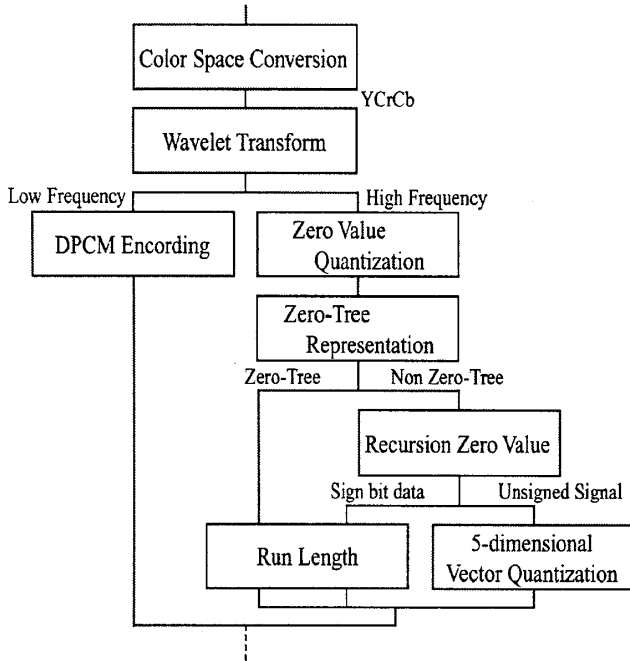


図1 符号化手順

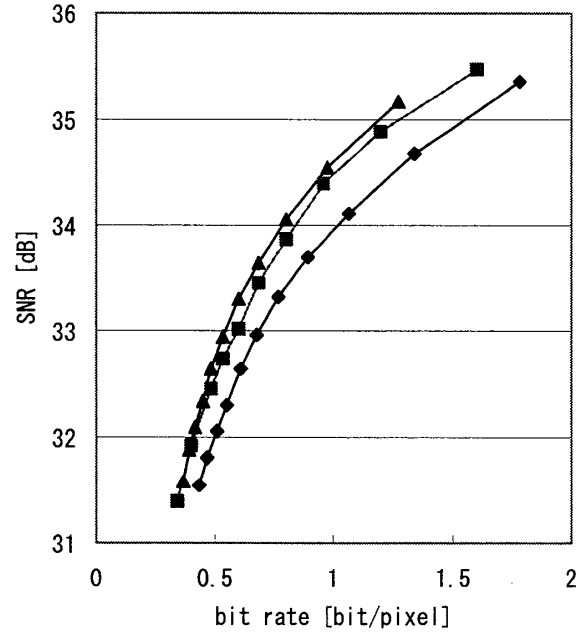
Fig.1 Block diagram of the encoding scheme.

トル量子化を行う。最後に LBG アルゴリズムにて最適化を行う。

#### 4. シミュレーション結果

本報告では我々が以前報告した符号化方式のなかで、正負の符号ビットデータを別に扱い、各成分のベクトル空間を正の部分に限定することで偏りを生じさせ、量子化を行った。これにより高周波成分に関して、代表ベクトルの要素数を減らしている。高周波成分の符号量の内訳を表1に示す。これを行うことにより、ベクトルテーブルは約30%に抑えることができ、それに伴いベクトル符号量も約75%に削減された。

0値量子化範囲とベクトル量子化範囲をともに5~15に変化させ、DPCM符号化を行った低周波成分の情報量を合わせた全体の情報量とSNRの関係を表した結果を図2に示す。なお、比較のため以前の手法での符号化結果と、JPEG2000エンコーダー<sup>[2]</sup>を用いた結果も示す。今回提案した正負の符号ビットデータを分けて量子化した場合、以前の手法に比べてSNRがそれほど変わらないが、情報量は70%~85%に削減されている。また、約0.5bit/pixel以上の場合JPEG2000の符号化効率を若干ではあるが上回っていることがわかる。



◆ old method ■ JPEG2000 ▲ proposed method

図2 情報量-SNRの関係

Fig.2 Relation of bit rate and SNR.

なお、本報告に用いた画像は標準画像のLENA (512x512pixels)である。

#### 5. 考察

本報告ではウェーブレット変換後のベクトル量子化において、符号ビットデータを分割することの有効性を示した。その結果、ベクトルテーブル、符号データを大きく削減することができ、分割しなかった場合に比べて同じ情報量でSNRが約0.5dB向上することができた。また、JPEG2000に比べて符号化効率を若干上回ることができた。

今後の課題として、処理対象の画像を増やし本手法の有効性を確認することに加え、符号化速度の向上などがあげられる。

#### 文 献

[1] 青木, 岡本: “0値量子化およびベクトル量子化の範囲と符号化効率について” 2002 信学総大, D-11-42(2002)

[2] WIS Technologies Inc, JPEG2000 CODEC:  
<http://www.wis-tech.com/>