

ウェーブレット変換による画像圧縮

望月 将嵩[†] 諸角 建[†]
[†] 拓殖大学工学部

1 研究背景と目的

近年、デジタルカメラやカメラ付き携帯電話、スマートフォンでの普及および性能向上から、個人で画像を大量に保存、管理、送受信するようになった。さらに画像の高画質化も進み、画像一枚当たりのデータ量が膨大になっている。そのため、画像の保存、管理、送受信を容易にするためには、より強力な圧縮が必要不可欠である。本研究は、ウェーブレット変換を利用した画像データの量子化によって、画像の画質を保ちつつデータ量を減らす圧縮手段の探求を目的とする。

2 研究概要

2-1 ウェーブレット変換

本研究ではウェーブレット変換の中でも離散ウェーブレット変換を、ウェーブレット関数は Haar, Daubechies (N=2)の二種を利用する。

2-2 使用する画像

本研究では図1のLenna(512×512画素)を圧縮対象として利用する。この画像は、画像解析のための標準画像として用意されているものであり、TIFFフォーマットのカラー画像である。

また、ウェーブレット変換を利用した画像データの量子化を済ませた画像はJPEGフォーマットで保存する。

図2に画像に対してウェーブレット変換を行った略図を示す。添え字は level 番号ともいい、ウェーブレット変換を行った回数である。

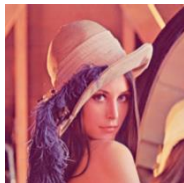


図1 Lenna (512×512画素)

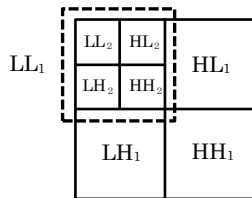


図2 ウェーブレット変換 (level2)

2-3 画像の圧縮方法

画像の非可逆圧縮は量子化と符号化によってなされる。本研究は量子化を主に研究したものであり、符号化は研究対象としない。符号化は、本研究の量子化処理を済ませた画像データをJPEGフォーマットで保存することで行っている。

人間が画像を認識するのに、高周波成分はさほど重要ではない。画像の圧縮は、その性質を利用している。画像をウェーブレット変換した後、高周波成分を削除してデータ量を減らす。これを逆変換することによって、高周波成分を取り除いた、量子化された画像データを生成する^[1]。この画像データをJPEGフォーマットに保存することでハフマン符号化を行い、圧縮された画像を生成する。

3 画像圧縮システム

2-3 で述べた内容を実行するためのシステムを作成した。ウェーブレット変換対象は、変換回数が0のとき元画像、それ以外は level 番号が最高の LL 成分としている。最高で level3 までウェーブレット変換が行えるものとしている。

このシステムでは削除する周波数成分を決めるために、五つの独自の周波数成分評価法である重要度法(単純高周

波削除法、各色重要度法、グレースケール重要度法、NTSC グレースケール重要度法、YCbCr 重要度法)と、削除する周波数成分の量を決めるしきい値として品質度を設けた。品質度の値に応じて、重要度の低いもの周波数成分から削除するものであり、ウェーブレット関数と重要度と品質度の値の組み合わせにより、圧縮後の画像の画質と圧縮率が異なる。

画像を垂直、水平方向へ画像をウェーブレット変換しただけでは、斜め方向のエッジに対する完全な周波数解析を行うことができない。そのため、斜め方向の周波数成分に対する削除が不完全になり、より強力な圧縮が行えない。

上記のことから、画像圧縮システムに画像を回転してから量子化を行う機能を追加した。指定できる角度は0°、30°、45°、60°、90°の五つである。

4 SSIM

元画像と圧縮画像との画質の比較として、SSIM 計算システムを作成した。SSIM は他の画質指標よりも人の目で見えた感覚に近い数字を出すといわれており、SSIM 値が1に近いほど元画像に似ており、0に近いほど元画像に似ていないものとなる。なお、SSIM を求める際に、画像を各画素に(R+G+B)/3 の式によってグレースケールに変換し、SSIM 計算式とそのパラメータは Z. Wang らによる公式プログラム^[2]ssim.m の式とその初期値を用いた。

5 圧縮結果

結果の一例として、ウェーブレット関数 Haar, 各色重要度法での量子化を行ったときの圧縮率の結果を図3に示す。

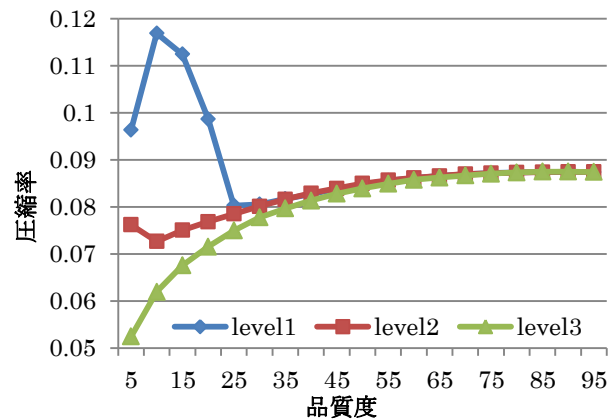


図3 Haar, 各色重要度法での圧縮率

6 今後の課題

本研究では離散ウェーブレット変換を利用した量子化について取り上げた。量子化を工夫しただけでは、画質の保持はともかく、圧縮率を上げることは難しい。今後は、符号化にも目を向け、より高い圧縮率を上げることを目指す必要がある。

参考文献

- [1] 中野宏毅 山本鎮男 吉田靖夫, "ウェーブレットによる信号処理と画像処理", 共立出版, 1999
- [2] ssim.m, "http://www.cns.nyu.edu/~lcv/ssim/ssim.m"