

DWT による画像圧縮—サーモグラフィ・JPEG・JPEG2000—

東海大学短期大学部情報・ネットワーク学科 今井 幸雄

imai@ttc.u-tokai.ac.jp

Key word: DWT・定理・負性変換係数・矩形圧縮・JPEG2000・フィルタバンク・多重解像度・USB pc カメラ・ビットマップ

1. まえがき

放送・通信・インターネット・DVD の融合は高度のデジタル技術によって形成されている。多くのシステムは JPEG 圧縮技術を使用している。その技術もさらに発展している。すなわち、JPEG の技術から JPEG2000 への技術である。DCT 技術・DWT 技術・WHT 技術・高速伝送技術が画像処理に高い圧縮率画像処理として活用している。画像圧縮処理に量子化圧縮技術、矩形圧縮技術と負性変換行列係数も導入している。圧縮定理と矩形圧縮技術を圧縮画像処理とサーモグラフィ処理とに適用した。さらに、その中で使われている内容・情報物理数学を IT 活用によって、視覚化情報物理数学プレゼンに活用したので報告する。任意の大きさを持つ圧縮画像フィルタの保存についても検討している。

2. 理論

画像処理は大きく分けて圧縮画像処理、認識画像処理と生成画像処理等に分類されている。それらは情報物理数学を活用している。線形代数学の基礎として、行列理論がある。ウェーブレット変換行列やウォルシュ変換行列等がある。行列の演算処理も定義している。例えば行列の掛け算等である。処理した係数値が正の値だけでなく、負の値である場合も取扱う。すなわち、負性行列変換係数処理についても定義している。行列の縦横の個数をブロック数として定義する。ブロック数が大きい場合、ウォルシュ変換係数の様子すなわち周波特性の様子を調べる。量子化圧縮技術・矩形圧縮技術による圧縮演算の定義を行う。VLOOKUP 関数の定義も行う。

ウェーブレット変換行列の定義: ウェーブレット変換行列は周波の個数と位置情報を検出するために活用する変換行列である。行列の行の数値の並びは山と山を持つデジタルの平均波並びと山と谷を持つデジタルの変化波並びである。行列の行の平均波と変化波の周波の個数は一である。行列の行の平均波と変化波の周期時間は二である。行列の行の平均波周期時間数が同じ場合、行列の行の平均波の周期時間の始まりの時間順に並んでいる。次に、行列の行の変化波周期時間数が同じ場合、行列の行の変化波の周期時間の始まりの時間順に並んでいる。

ウェーブレット変換行列の定義: ウェーブレット変換行列は周波の個数と位置情報を検出するために活用する変換行列である。行列の行の数値の並びは山と谷を持つデジタルの波である。山と谷の周波の個数を波数という。一つの山と谷の時間数を周期という。行は周波順と周期順に並んでいる。行列の行の周波の数と周期の時間数が同じ場合、周波の始まりの時間順に並んでいる。

ウォルシュ・アダマール変換行列の定義: ウォルシュ・アダマール変換行列は周波情報を検出するために活用する変換行列である。行列の行の数値の並びは山と谷を持つデジタルの波である。山と谷を周波という。行は周波の個数順に並んでいる。

ハール変換行列とアダマール変換行列の関係: ハール変換行列とアダマール変換行列の関係を調べる。N 行 N 列のハール行列(H)_Nを log₂N 回掛けると N 行 N 列のアダマール行列(HW)_Nが得られる。式で表

すと次式となる。

$$(H)_N X (H)_N X (H)_N X \cdots X (H)_N = (HW)_N$$

圧縮演算の定義: 二つの同じ画像でも画像の容量が異なる。容量の小さい方を圧縮画像と定義する。圧縮画像を見つけ出すために、変換画像を考える。変換画像は変換行列と原画像行列と転置変換行列を掛けて新しい変換画像が生成される。すなわち変換係数である。原画像は逆変換行列と変換画像と逆転置変換行列を掛けて新しい変換画像が生成される。圧縮画像を得るために、その変換行列画像に係数操作を加える。圧縮画像は画像行列の要素が少ない。画像圧縮率は画像行列のゼロの要素数を画像行列の全体の要素数で割った数値である。
負性変換行列係数の定義: 新しい画像変換行列係数が負の値を含む場合の負性変換行列を取扱う。
VLOOKUP 関数の定義: 活用の仕方を述べる。希望のオブジェクトをデータベースからリンクして行く。

3. ハール変換行列とアダマール変換行列の関係定理

ハール変換行列を M 回乗すると、アダマール行列となる。ブロック数 N が 2 の M 乗すなわち、 $N=2^M$ について、数値例を示す。

4. シミュレーション実験例

一般に用いられるブロック数 N は $N=8$ である。そのブロック数について、ハール変換行列とアダマール変換行列の関係定理を適用してみる。定理が成り立っていることが分かる。圧縮率を上げるときに定理を用いると有効である。画像の変換行列の係数を算出する。セルは正の値とは限らず負の値も持つことが分かる。その変換行列に逆変換行列を操作すると元に戻る。その技術を利用する。ブロック数が大きい場合、画像圧縮は低い波数成分にエネルギーが集中する。MPEG では量子化係数としてそれを利用している。四コマ・アニメのために圧縮率 75% の圧縮画像について考える。八コマ・アニメのためには圧縮率 87.5% の圧縮画像について考える。最後に、赤外線を用いてサーモグラフィ画像を考える。

定理の確認: 定理の正当性を $N=8$ のブロック数で示す。Excel シート上で証明を行う。ハール変換行列(H)を $M=\log_2 8=3$ 回乗する。MMULT 関数を用いる。その結果はアダマール行列(HW)となる。ハール変換行列とアダマール変換行列の関係の数値計算例を表 1 に示す。

$N=16$ のブロック数の変換行列係数: 波数成分特性を調べる。Visual Basic. NET2003 のオブジェクト指向のソフトを用いてシミュレーションする。圧縮画像処理に用いる。

矩形圧縮画像: Visual Basic. NET2003 のオブジェクト指向のソフトを用いてシミュレーションする。圧縮率 75% 圧縮のアニメーション画像を設計する。圧縮変換画像に離散ウェーブレット変換 DWT を用いている。矩形圧縮手法を用いている。ハイビジョン画像に利用できるように、アスペクト比画像出力機能を持っている。矩形圧縮画像を図 1 に示す。

$N=16$ のブロック数の変換行列係数: 波数成分特性を調べる。Visual Basic. NET2003 のオブジェクト指向のソフトを用いてシミュレーションする。圧縮画像処理に用いる。

サーモグラフィの圧縮画像: 赤外線センサーを活

用する。Visual Basic. NET2003 のオブジェクト指向のソフトを用いてシミュレーションする。圧縮率 93.75% 圧縮のアニメーション画像を設計する。圧縮変換画像に離散ウェーブレット変換 DWT を用いている。矩形圧縮手法を用いている。ハイビジョン画像に利用できるように、アスペクト比画像出力機能を持っている。サーモグラフィグラフの矩形圧縮画像を図 2 に示す。

VLOOKUP 関数: Excel シート上で、VLOOKUP 関数を用いたアンケート調査表を作る。コードで参照データベースから対応データを引き込む。アンケート調査に利用する。VLOOKUP 関数を用いたアンケート調査の設計例を表 2 に示す。

5. 成果結果

定理の正当性が理解できた。定理による高い圧縮率画像処理化ができた。負性変換行列係数の存在を得た。波数成分特性より、低い波数成分にエネルギーが集中していることが分かった。VLOOKUP 関数の使い方が分かった。

6. 検討考察

今後の検討事項として、MDCT 技術を用いたオーディオファイル・MPEG 技術を用いたビジュアルファイルの基礎と応用、USB pc カメラによる動画処

理技術、確率モデルによる画像処理技術、テンプレートマッチング関数を用いた画像処理技術およびオブジェクト指向による画像処理技術等がある。二つの直交行列の積は直交行列であることの証明問題も今後の検討事項である。

7. 参考文献

- [1] 今井幸雄: "アスペクト比画像情報処理設計—多重解像度解析・ハール行列・アダマール行列—", 第 23 回パソコン利用技術研究会, A1-4, pp. 13-16 (2006/3/10(金)), 立正大学
- [2] 今井幸雄: "VB. NET による画像情報処理—圧縮・認識・画像情報セキュリティ—", 2007 年第 6 回情報科学技術フォーラム FIT2007, 第 3 分冊, H-082, pp. 193-196, 9/5(水)~7(金), 中京大
- [3] 鬼沢昌明: "Visual Basic ソースマニア" マイコミ, 2007/4/1
- [4] 田中和之: "確立モデルによる画像処理技術入門", 森北出版, 2006/9/25
- [5] 矢尻豊寿・かおり: "Visual Basic ではじめよう! 楽しいプログラミング Visual Basic. NET 2003", 技術評論社, H15/11/1
- [6] 小野文隆: "JPEG2000 のすべて", 電波新聞社, 2006/7/10

表 1 アダマール変換行列の関係

3 行 3 列のハール行列(H)とアダマール行列(A)との関係											
ハール行列(H)				ハール行列(H)の転置(H ^T)				ハール行列(H)の逆行列(H ⁻¹)			
1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	1	1	0	0	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	0	1	0	0	0	1	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	0	0	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
1	-1	1	1	0	0	1	-1	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	1	-1	0	0	1	0	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	0	1	0	0	0	-1	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	0	0	1	-1	1	-1	0.5	0.5	0.5	0.5
1	-1	1	-1	0	0	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	1	-1	0	0	0	1	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	0	1	0	0	0	-1	0.5	0.5	0.5	0.5
0	0	0	0	1	-1	1	-1	0.5	0.5	0.5	0.5

表 2 VLOOKUP 関数を用いたアンケート調査

パソコンに関するアンケート										
No.	所属	性別	パソコン経験	パソコン歴						
1	1	1	1	1						
2	2	2	2	2						
3	3	3	3	3						
4	4	4	4	4						
5	5	5	5	5						
6	6	6	6	6						
7	7	7	7	7						
8	8	8	8	8						
9	9	9	9	9						
10	10	10	10	10						
11	11	11	11	11						
12	12	12	12	12						
13	13	13	13	13						
14	14	14	14	14						
15	15	15	15	15						
16	16	16	16	16						
17	17	17	17	17						
18	18	18	18	18						
19	19	19	19	19						
20	20	20	20	20						

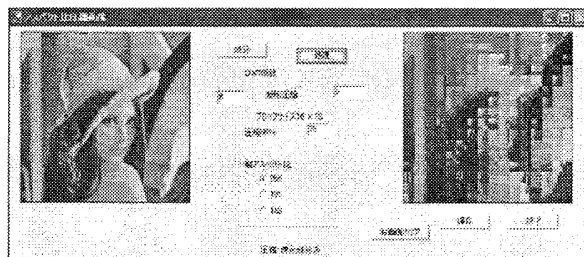


図 1 標準画像 LENA の矩形圧縮画像

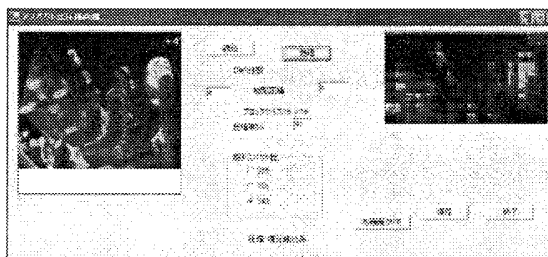


図 2 サーモグラフィグラフの矩形圧縮画像