

画像の帯域分割可逆符号化に関する基礎検討

高瀬 義史 糸井 清晃 小林 幸雄
千葉工業大学

1. 背景

現在静止画像の圧縮には DCT を用いた非可逆符号化の JPEG 方式が広く使われている。しかし画質が劣化するため、医療用等の高画質が要求される分野では扱いがたい。そういった中で、画像の劣化が全くない可逆方式についてさまざまな検討がなされている。

2. 目的

本研究では画像の可逆符号化について検討する。画像を高周波成分と低周波成分に分解することにより、信号の分布に偏りができ、エントロピー（平均情報量）が減少すると考えられる。このことから、それぞれに適した別々の符号化を行うことにより、画像の圧縮率が向上するのではないかと考えられる。そこで、画像の帯域分割の手法と、どのように分割した場合に、エントロピーが少なくなるのかの検討を行った。

3. 原理

3.1 色座標変換

色座標を RGB 座標系から YUV 座標系に変換することにより、信号分布に偏りができ、エントロピーが減少する。用いた変換式。[3]を以下に示す。

$$Y = \lfloor (R + 2G + B) / 4 \rfloor$$

$$U = B - G$$

$$V = R - G$$

3.2 DPCM (予測符号化)

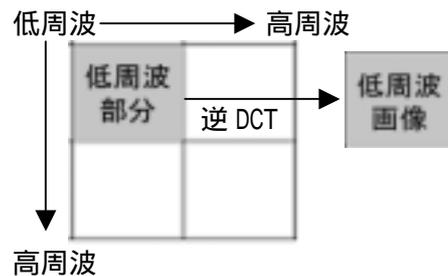
予測には以下の計算式を用いた。

$$\overline{Rx} = (Ra + Rb) / 2$$

Rc	Rb
Ra	Rx

3.3 DCT を用いた帯域分割

DCT (離散コサイン変換) [1]を用いて画像を周波数成分にし、そのうち低周波部分を取り出し、低周波画像を作成する。



高周波画像は低周波画像と原画の差分とする。

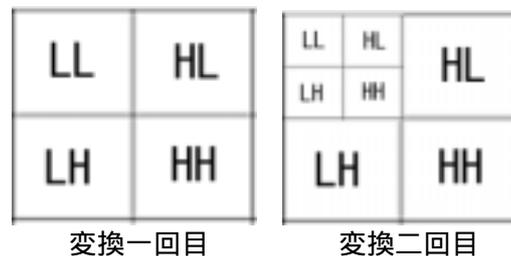
3.4 Wavelet 変換を用いた帯域分割

次の 2 式を用いてリフティング処理[2][3]を行う。

$$x[2n+1] = x[2n+1] - \text{floor}\left(\frac{x[2n] + x[2n+2]}{2}\right) \quad (1)$$

$$x[2n] = x[2n] + \text{floor}\left(\frac{x[2n-1] + x[2n+1] + 2}{4}\right) \quad (2)$$

(1)式で高周波成分を求め、(2)式で残りの低周波成分を求めている。画像は 2 次元なので、横、縦の順番に変換を行う。



図のように、低周波成分 LL を繰り返し変換していくことにより画像全体に変換を適用することができる。逆変換はその逆を行う。

4. エントロピー測定

5種類の画像 s1～s5（後に続く数字は画像サイズを示す）を用いてエントロピーを測定した。まず事前処理として色座標変換を行う。

4.1 DPCM の繰り返し

DPCMの繰り返しによるエントロピーの変化の測定の結果を表1に示す。

表1 DPCM 繰り返しによるエントロピー測定結果

回	s1_640	s2_640	s3_640	s4_640	s5_640
0	18.41	21.96	17.97	21.20	18.09
1	8.06	12.86	11.10	14.77	12.05
2	8.31	12.48	11.55	15.06	11.68
3	9.36	13.21	12.87	16.17	12.42
4	10.86	14.59	14.64	17.80	13.81

回	s1_1280	s2_1280	s3_1280	s4_1280	s5_1280
0	18.43	21.96	18.06	21.27	18.10
1	7.10	10.65	10.42	13.52	10.02
2	7.16	9.46	10.47	13.06	9.05
3	8.24	9.93	11.45	13.64	9.79
4	9.86	11.27	12.98	14.90	11.37

4.2 DCT + DPCM の組み合わせ

3.3に示した方法で低周波成分、高周波成分に分解した後、それぞれについてエントロピーを測定する。前処理としてあらかじめDPCMを行った場合と行わない場合を測定し、比較する。

測定結果を表2,表3に示す。

- :低周波画像 (L)
- :低周波画像のDPCM (LDPCM)
- :高周波画像 (H)
- :高周波画像のDPCM (HDPCM)
- : + (L+H)
- : + (LDPCM+H)

表2 DCT+DPCM のエントロピー（前処理無し）

	s1_640	s2_640	s3_640	s4_640	s5_640
	4.60	5.49	4.48	5.30	4.51
	2.25	3.74	2.99	4.00	3.46
	7.83	12.95	10.84	14.66	12.01
	7.56	12.10	10.67	14.35	11.18
	12.16	17.60	15.15	19.65	15.70
	10.08	16.69	13.84	18.66	15.47

表3 DCT+DPCM のエントロピー（前処理有り）

	s1_640	s2_640	s3_640	s4_640	s5_640
	1.62	3.03	2.33	3.31	2.77
	1.75	3.17	2.53	3.50	2.91
	7.69	12.06	10.76	14.35	11.20
	8.25	12.29	11.54	14.95	11.42
	9.31	15.09	13.09	17.66	13.97
	9.44	15.26	13.29	17.86	14.11

4.3 Wavelet 変換 + DPCM の組み合わせ

以下の項目についてエントロピーを測定する。

- :Wavelet 変換を最後まで繰り返した時
- :Wavelet 変換1回行った後LL成分をDPCM
- :原画をDPCM後に処理を行う場合
- :原画をDPCM後に処理を行う場合

結果を表4に示す。

表4 Wavelet 変換+DPCM のエントロピー測定結果

	s1_640	s2_640	s3_640	s4_640	s5_640
	8.05	15.33	15.49	14.48	11.73
	11.75	15.60	15.72	16.85	14.23
	8.15	12.06	11.24	14.50	11.34
	8.03	11.97	11.10	14.37	11.22

5. 考察

4.1の測定結果より、DPCMを繰り返した場合は画像によって異なるが1回もしくは2回の場合のエントロピーが少なくなり、それ以上繰り返すと逆に悪化していくことがわかる。

4.2測定結果からははじめにDPCMを行った場合の方がよりエントロピーを減少させることができた。表2の場合、の処理を行うことによりエントロピーを減少させることができたが、表3の場合では逆に悪化するといった結果になった。

4.3の測定結果より、単純にWavelet変換を行うよりも、の処理を行うことにより、エントロピーをさらに減少させることに成功した。

6. 参考文献

- [1] 越智宏,黒田英夫:”JPEG&MPEG 図解でわかる画像圧縮技術”日本実業出版社
- [2] 野水 泰之 株式会社リコー C/MF 事業部 第4設計室 設計1グループ:”～カラー静止画像符号化の国際標準～次世代画像符号化方式JPEG2000”
- [3] 貴家仁志,渡邊 修:”JPEG2000 符号化アルゴリズムの要素技術”Inter Face, Chapter2, p59-p71, Jan.2002