

特別-2

フラクタルブロック符号化における GA を用いた
IFS パラメータの量子化法竹沢 恵[†]本多 博之[‡]長谷山 美紀[‡]北島 秀夫[‡]北海道大学工学部[†]北海道大学大学院工学研究科[‡]

1 まえがき

IFSを用いた画像符号化の1つにフラクタルブロック符号化がある [1]. この手法で算出される IFS パラメータの1つである輝度値変換パラメータは、連続値で算出されるため量子化する必要がある。フラクタルブロック符号化においては、量子化の際、最も近い量子化値に量子化しても高品質な再生画像が得られるとは限らない。

そこで本文では、高品質な再生画像を与える新たな量子化法を提案する。

2 IFS パラメータ

提案手法で量子化対象とする IFS パラメータは、文献 [1] を基本とした処理によって得られる。具体的に説明すると、IFS パラメータは、レンジブロックに対して最も良い近似を与えるドメインブロックの位置、およびそのドメインブロックに施す縮小写像を特定するパラメータからなる。ここで、縮小写像とは、ドメインブロックサイズをレンジブロックサイズにする変換、ドメインブロックを回転・反転させる変換およびレンジブロックの輝度値をドメインブロックの輝度値で一次近似するための輝度値変換からなる。従って、縮小写像を特定するパラメータは、回転・反転変換のパターンを表すパラメータと2種類の輝度値変換パラメータ(スケーリング係数、オフセット)である。

A Method to Quantize IFS Parameters in Fractal Block Coding Using A Genetic Algorithm
Megumi Takezawa[†], Hiroyuki Honda[‡], Miki Haseyama[‡]
and Hideo Kitajima[†]

[†]Faculty of Engineering, Hokkaido University

[‡]Graduate School of Engineering, Hokkaido University

3 提案手法

提案手法における GA の設定は以下の通りである。

3.1 遺伝子型の設定

遺伝子型は1組のドメインブロックの位置、ドメインブロックの回転・反転変換(0, 90, 180, 270度の回転、およびy座標反転後の各回転変換)のパターン、そしてスケーリング係数とオフセットの量子化値を表すLビットの長さのビット列とする。

探索するドメインブロック数が $K \times K$ であり、スケーリング係数を N_1 ビット、オフセットを N_2 ビットで量子化する場合、ドメインブロックの回転・反転変換のパターンは8種類であるから、Lは、

$$K \times K \times 2^{N_1} \times 2^{N_2} \times 8 \leq 2^X \quad (0 \leq X)$$

を満たす最小の整数 X である。

3.2 適応度関数の設定

適応度は、個体が表すパラメータを用いてドメインブロックを変換し得られたブロックとレンジブロックとの平均自乗誤差(MSE)に反比例する値とする。

3.3 遺伝的操作

選択淘汰は、適応度比例戦略 [3] とエリート保存戦略 [3] を用い、交叉方法は一様交叉 [3] を用いる。また、突然変異率については、世代交代数に応じて変化させる。このような突然変異率の設定は既に文献 [2] で用いられている。初期段階は、広い領域で探索が行われるように突然変異率を高く設定する。その後、最適解付近へと探索が進むことから、近傍を探索するために突然変異率を低減させていく。そ

して最終的に局所解に陥ってしまった場合に、そこから脱出するために突然変異率を再び高くする。

3.4 初期集団の設定

S 個の個体のうち $(S-1)$ 個をランダムに生成する。残りの 1 個体は、輝度値変換パラメータ (スケーリング係数, オフセット) についてのみ GA を用いて探索を行って得られる解とする。この残りの 1 個体を求める際に用いる GA での遺伝子型は、スケーリング係数を N_1 ビット, オフセットを N_2 ビットで量子化する場合, 1 組のスケーリング係数とオフセットの量子化値を表す $(N_1 + N_2)$ ビットのビット列とする。適応度関数, 遺伝的操作については 3.2, 3.3 と同様の設定とする。また, この場合の初期集団については, あらかじめ設定された数の個体をランダムに生成する。

本提案手法の初期集団をこのように設定することにより, 効率的な探索を行うことが可能となる。

4 実験

実際に提案手法を用いて実験を行なった結果を示す。実験では, スケーリング係数およびオフセットを各々 8 ビット ($N_1 = N_2 = 8$) に量子化する。量子化値はそれぞれの平均値を μ , 標準偏差を σ とすると, $\mu \pm 3\sigma$ を過負荷点として線形量子化した値である。レンジブロックサイズは 8×8 であり, 探索はサイズ 16×16 のドメインブロックを 1 画素ずつずらして行う。ここで, ドメインブロックの数は 241×241 であるから, 遺伝子型の長さ L は 35 である。

GA を実行するにあたり, 設定した個体数 S は 30 である。突然変異率は世代数に応じて, 0.30, 0.25, 0.20, 0.15, 0.10, 0.075, 0.05, 0.03, 0.30 と変化させる。3600 世代で終了し, それまでに得られた個体の中で最も適応度が高い個体が表すパラメータを解とする。本実験では 3600 世代で探索を終了したが, 3600 世代以上を越えて探索を行なっても, 得られる解に変化がないことを様々な画像で確認している。

表 1: 再生画像の PSNR[dB] の比較

手法	<i>lena</i>	<i>girl</i>	<i>aerial</i>
(a) 量子化前	29.87	31.23	24.44
(b) 従来法	26.55	30.57	24.19
(c) 提案手法	29.81	31.06	24.19

実験画像として 256×256 画素, 8bit 濃淡画像の *lena*, *girl*, *aerial* を用いた。再生時の反復回数は 10 回である。表 1 に再生画像の PSNR(dB) を示す。表において (a) は量子化前の輝度値変換パラメータから得られる再生画像, (b) は最も近い量子化値を選択して得られる再生画像である。表から, 提案手法を用いることにより, 再生画像の PSNR が改善されていることがわかる。

5 まとめ

本文では, GA を用いた IFS パラメータの新たな量子化法を提案した。本手法を用いることにより高品質な再生画像を得ることが可能となった。

3.4 で示したように, 本手法では効率的な探索を行なうために, 初期集団に特定の個体を加えている。今後は, 初期集団のランダム生成など, 本手法をより簡単化する手法について検討していく予定である。

参考文献

- [1] A. E. Jacquin: "Image coding based on fractal theory of iterated contractive image transformations", IEEE Trans. on Image Processing, vol. 1, No. 1, pp. 18-30, Jan. 1992.
- [2] S. Bandyopadhyay, C. A. Murthy, and S. K. Pal: "Pattern classification with genetic algorithms", Pattern Recognit. Lett., vol. 16, pp. 801-808, 1995.
- [3] 北野宏明: "遺伝的アルゴリズム", 産業図書, 1994.