

## MF-GAによる画像処理手順の最適化

北海道大学、東京農工大学\* ○佐藤雄隆\* 金子俊一 本多庸悟\* 五十嵐悟

### 要旨

画像処理手順の自動生成・最適化を実現するための1手法として、独自の改良を加えた遺伝的アルゴリズム (MF-GA) を用いて、画像処理手順の最適化を行なう手法を提案する。手続き構造最適化のための基礎的な検討として、周期構造モジュールによる手続き構造の最適化実験を行なった。本稿ではその結果について報告する。

### 1. はじめに

画像処理手続きの自動生成や最適化は、広い分野に展開している画像処理応用を支える技術として重要である。我々は独自の遺伝的アルゴリズムに基づく画像処理モジュールのパラメタ最適化手法を提案している[1][2]。そこでは、多趣多様な画像に対して、良好な領域分割手続きを学習する(パラメタを最適化する)システムを試作している。我々の目標は、手続きの構造(狭い意味では、画像処理プリミティブの順序)までも含めた最適化手法を構築することである。本報告では、手続き構造最適化のための基礎的な検討として、周期構造モジュールの最適化実験の結果について述べる。

### 2. システムの概要[1][2]

図1にシステムの概略図を示した。全体は画像処理部、評価部、最適化部より構成されている。画像処理部は個体数  $m$  のモジュール群から構成されており、画像処理部内のそれぞれの個体が出力した画像は評価部に送られる。評価部では実験者が要求する画像として、あらかじめ与えられたゴール画像と個体群が出力した画像の差を取り、適応度とする。最適化部では、遺伝的アルゴリズムにより、適応度の高かった個体のパラメタの交叉を行い、次世代の個体とすることで、適応度の向上を図る。画像処理プリミティブは、基本的な画像処理を行う単位である。今回の実験では表1のようなプリミティブを定義し、使用した。

表1 画像処理プリミティブとその動作

プリミティブ名	パラメータ	処理内容
輝度調整 (BC)	オフセット値 (0~255)	全ピクセルの輝度にオフセット値を加える
2値化 (BW)	しきい値 (0~511)	各ピクセルの輝度を、しきい値を境に0と255の2階調とする しきい値が256以上の値をとった場合は、入力画像をそのまま出力する
平滑化 (SM)	回数(0~255)	着目画素の輝度20%と8近傍の画素10%ずつを合計して着目画素の輝度とすることで画像を平滑化する
解像度調整 (MS)	解像度(x,y それぞれ1~256)	モザイク化の処理を行なう
エッジ強調 (ED)	強度(0~255)	画像のエッジを強調する
収縮 (CR)	回数(0~255)	輝度が0である画素に着目し、その8近傍を調べ、255である画素が1つでも存在すれば着目画素を255とする
膨張 (EP)	回数(0~255)	収縮処理における0と255を逆転させて処理を行なう。

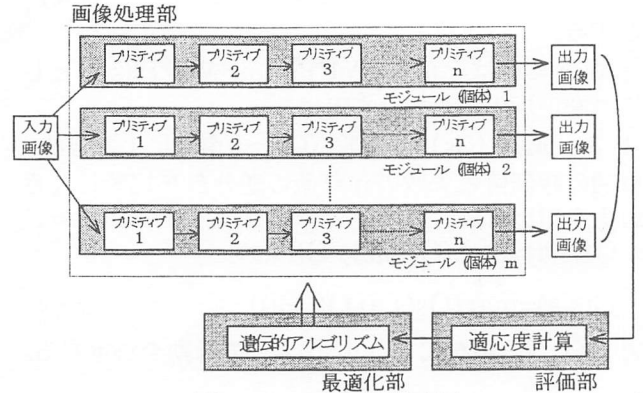


図1 システムの概略図

### 3. MF 交叉法

遺伝的アルゴリズムにおける交叉法として、我々は図2に示すように個体群を雄群と雌群に分け、交配させる「MF交叉法」を考案した[1]。このルールは、雄は上位のみが交配可能(下位は全く交配しない)とすることで、探索の収束化を図り、雌には全てが上位の雄と交配する権利を持たせることで、探索の局所化を防止している。また、本システムでは適応度の算出のために実際に画像処理を行なう必要があり、処理時間の大部分がこれに費やされるが、評価を行なうのが全個体の半数である雄のみで良いため、探索時間を半減させることに成功している。評価はなるべく少なく、しかし交叉数はなるべく多くとりたいという本システムの要求に答えるものである。

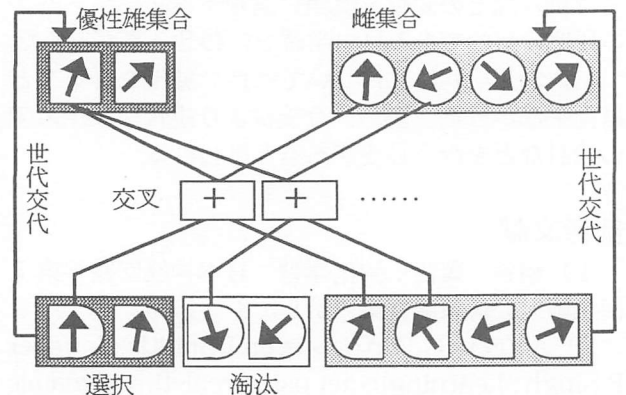


図2 MF交叉法のメカニズム

### 4. 周期構造モジュールによる構造最適化実験

#### 4.1 周期構造モジュール

我々はこれまでプリミティブの並びをあらかじめ与えた場合のプリミティブ内パラメタの最適化実験を行なっており、良好な結果を得ている[2]。次のステップとしては、

モジュールの構造（プリミティブの並び）も同時に最適化することを目標とする。しかしここで、モジュールの構造が変化してしまった場合、交配時に違う構造を持ったものがパラメータを交換することが不可能になるという大きな問題がある。この問題を解決する1つの方法として、周期構造モジュールを用いた構造最適化手法を提案する。これは、構造最適化問題を、周期構造をもつ冗長なモジュールにおけるパラメータ最適化問題と考えると解くアプローチである。具体的には、図3に示したように、n個のプリミティブから構成されるモジュールをn回並べて配置し、任意の並びを実現するものである。この手法であれば、全体としては同じプリミティブ構造を維持したまま、任意の構造を表現できるので、交配時の問題も起こらない。

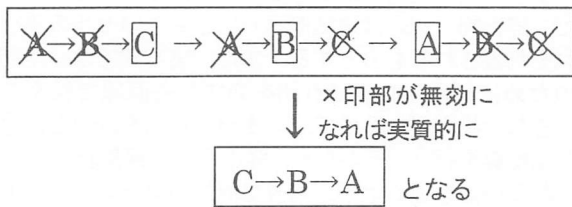


図3 周期構造モジュール

#### 4.2 2プリミティブによる構造最適化実験

周期構造モジュールの性質を把握するために、最小構成である2プリミティブ2回くり返しによるモジュールの最適化実験を行なった。プリミティブとしてはBW(2値化)およびSM(平滑化)を採用し、BW→SM→BW→SMとしてモジュールを構成した。これに対し、ゴール画像は平滑化を10回かけた後、150のしきい値で2値化(SM10→BW150)したものを作成し与えた。個体数は50個体で実験を行なった。

図4に実験結果を示す。世代番号の下に示されているのがプリミティブのパラメータの状態で、四角で囲まれているものが有効なパラメータを持つものである。第1世代では、全てのプリミティブが動作してしまっており、出力された画像も、最後の平滑化が効いた、ぼやけた画像になっているが、世代が進むにつれて先頭の2値化と最後の平滑化が無効化していき、11世代目にはゴール画像と完全に一致するSM10→BW150の構造を得ている。

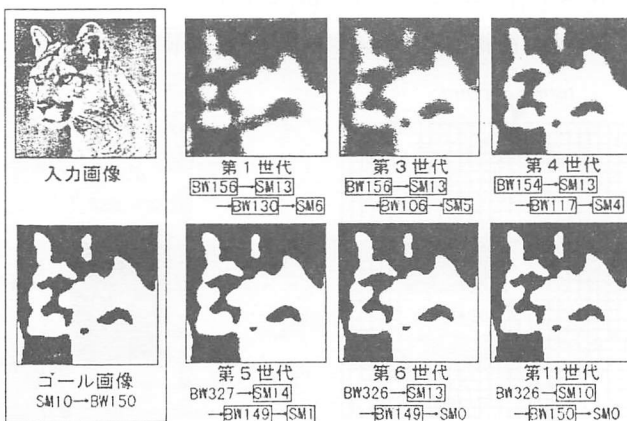


図4 2プリミティブによる構造最適化実験例

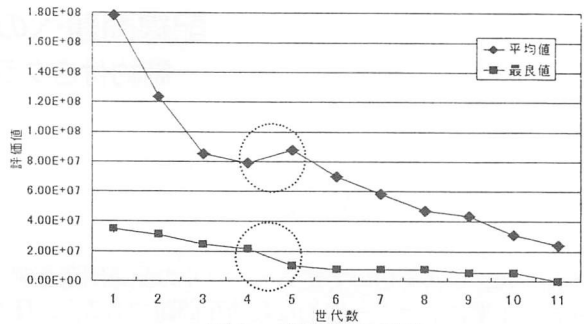


図5 評価値の推移

図5は、各世代における評価値（画像の差なので、低いほど優秀である）を示したものである。ここで注目すべきは、モジュールの先頭の2値化が無効になった4世代目から5世代目にかけて、最良値は、大きく低下しているが、逆に平均値は上昇している。これは個体群中に、はじめに2値化を行なうコロニーと2値化を行なわないコロニーが同じような勢力を持ったため、相互間の交叉が発生して適応度の低い個体が一時的に生成されたことが原因と考えられる。この値の上昇が著しいと、周期構造モジュールにおける遺伝子表現の設計自体に問題があると考えられるが、このグラフを見ると値の上昇は微量かつ一時的なもので、むしろ良好な結果であると評価している。

#### 4.3 多プリミティブによる構造最適化実験

現在多プリミティブによる構造最適化実験も進めているが、ここでは解の多様性も得られる傾向にある。図6は3プリミティブの実験の一例だが、ゴール画像とは異なった手順であるものの、よく似たテクスチャを出力するモジュールが構成された。今後は、多様な解の中から意図的により要求に則した解を選択可能にすることも検討する。

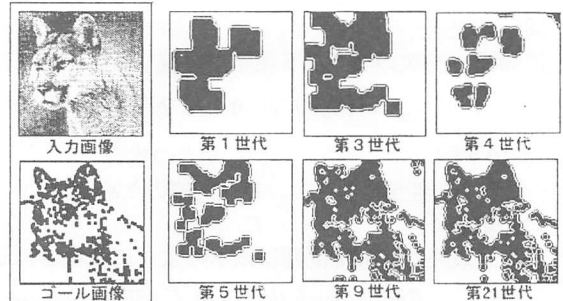


図6 多プリミティブ実験例

#### 5. おわりに

本稿では、MF-GAによる画像処理手順の最適化について報告した。手続き構造最適化のための基礎的な検討として、周期構造モジュールの最適化実験を行ない、手法の有効性を示した。今後は、手続き構造最適化の実験を更に進め、より適応性の高いシステムを目指す。

#### 参考文献

- [1]佐藤雄隆, 金子俊一, 本多庸悟: “画像処理モジュールの遺伝的アルゴリズムによる自動評価”, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU'96)講演論文集II, pp.1-6 (1996)
- [2]佐藤雄隆, 金子俊一, 本多庸悟: “遺伝的アルゴリズムに基づく領域抽出処理の最適化”, 第3回画像センシングシンポジウム(SII'97)講演論文集, pp.279-284 (1997)