

# GAによる多角形図形の分節

3L-3

羽山 佳彦 富川 武彦  
神奈川工科大学

1. まえがき 分節対象となる閉合図形を線図形に限定し、重なりを2つに分節する一手法を提案した。分節対象の図形に於いては、各交点間を位相的不変量を用いて表わすことにより組み合わせ問題として考え、最適評価の結果として2つの分節図形を表現することが出来る。本手法では組み合わせ問題の探索手段として遺伝的アルゴリズムを適用した。分節の評価方法として、プレグナンツの法則[1]における連続性と単純性の2点を考慮している。この結果によって得られる2つの分節図形が人間の視覚的な分節結果に近いものであるか否かを検討した。尚、遺伝的アルゴリズム(GA)の基本的な説明については省略する。

## 2. 図形データ

図形を分節するためにデータとして入力する際の拘束条件は、1) 2次元の線図形を処理の対象とする、2) 直線の集合図形とする、3) 線分は処理図形の各頂点・各交点間を一単位とする、である。図形の線分数をNとすれば、各線分の両端点の座標( $x_{n1}, y_{n1}, x_{n2}, y_{n2} : 0 \leq n \leq N-1$ )が入力データとなる。

## 3. 処理図形の前処理

図形の位相的不変量に基づいて、図形を線分の組み合わせとして表現出来るように処理する。処理の流れは、1) 図形に含まれる交点(3叉路と4叉路)数、およびその座標を求める、2) 線分の集合を各交点間毎に一まとめにする、3) 2次元的に散在する交点を1次元の連続した関係に置換する、4) 各交点間での経路数を調べて、それぞれをラベリングする、となる。

図1の図形を位相的不変量に基づいて置換処理を施した概念図を図2(a)に示す。

## 4. GA分節処理

### (1) 遺伝子情報

処理図形の各交点間での行き方(2通り存在した箇所の数)をそのまま遺伝子の配列数とする。配列数Mの遺伝子(l<sub>d</sub>)はMビット表記となる。mビット目( $0 \leq m \leq M-1$ )に該当する交点間の値(0 or 1)がその交点間の2通りの経路のいずれかを示す。l<sub>d</sub>を表現型に符号化すると、l<sub>d</sub>の各ビット値に対応する線分のラベルの集合が出来る。このラベルに該当する線分をつなぎ合わせると分節図形の一方が構成され、l<sub>d</sub>を反転させたもの( $\bar{l}_d$ )がもう一方として構成される。図1の図形を遺伝子情報に符合化する様子を図2(b)に示す。

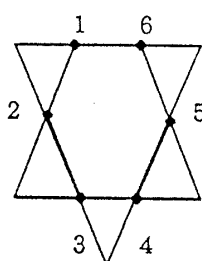


図1 データ入力図形

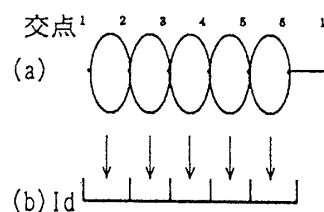


図2 符合化

### (2) 評価関数

遺伝子l<sub>d</sub>と $\bar{l}_d$ によって分離された図形1, 2がそれぞれ、k<sub>1</sub>角形であり、内角がそれぞれ $\theta_{1i} (0 \leq i \leq k_1)$ ,  $\theta_{2j} (0 \leq j \leq 1)$ で表わされるとすれば、

$$h = 1 / \left( k_1 \sum_{i=1}^{k_1} \sin \theta_{1i} + 1 \times \sum_{j=1}^1 \sin \theta_{2j} \right) \dots (1)$$

なるl<sub>d</sub>の評価関数(h)が定義出来る。上式は“図形を認識する”という作業に於いて、“図形のまとまりを定量化する”ための尺度となり、プレグナンツの法則に基づく。この法則と式(1)との対応を図3に

A Polygon Figure Segregation by GA  
Yoshihiko HAYAMA, Takehiko TOMIKAWA  
Kanagawa Institute of Technology  
1030 Shimoogino, Atsugi, Kanagawa 243-02, Japan

示す。

プレグナンツの法則は図形の認識する過程を分類化し、その各分類における最大-最小関係をもって図形を認識するもので、連続性、単純性、一様性、統一性、閉合性に区分されている。今回対象となる図形の類を閉合図形に限定しているため、閉合性を無視することができる。また点や線の離散的な関係を表す統一性も、点の連続的な集合である図形に対しては無視出来ることになる。分節された図形の類似性を表す一様性に於いては、分節された図形の全てが合同ではないことから今回は除外した。残る連続性と単純性に於いて、連続性の目安となる関数には  $\sin \theta$  を、また線分の屈折が多くなるほど図形が複雑になる点を考慮して、単純性を表わす目安として図形の頂点数を用いた。

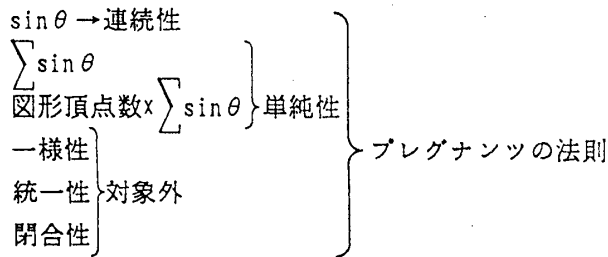


図3 プレグナンツの法則と評価関数の対応図

5. 実験結果

図1の図形をGA内において遺伝子数16、一世代当たりの増殖比率10%、交叉比率20%、突然変異の比率10%で100世代のループでシミュレートした結果を図4に示す。但し、100世代中の個体に於いて評価値の最も高い遺伝子を最適解とした。ここで図4の評価値は0.026であった。また他の図形に於いては、GAでの遺伝子数Aを配列数Mに対して

$B = 2^{M/2}$  としたとき、

if  $A \leq 100$  then  $A = B$  else  $A = 100$

として設定し、一世代当たりの増殖比率10%、交叉比率20%、突然変異の比率10%を一定として100世代のシミュレート結果で得られた値を最適解と見なした。他の分節結果の一例を図5に示す。

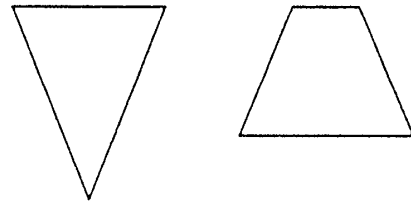
6. まとめ

長所は、1) 図形に含まれる直線線分の情報(座標デー

タ)のみによって分節処理が可能となる、2) 図形の大きさに影響を受けない、3) 図形を線分の組み合わせとして認識しているため、便宜上付けた線分の番号(1次元の情報)のみで図形を構成することが出来る、4) 人間の視覚に近い分節が可能となる、などである。また短所は、1) 曲線を含む図形には対応出来ない、2) 図形どおしが重複して見える図形では分節処理が施せない、3) 処理図形において分節を考慮しなければならない交点が少ないと個体発生時で全ての分節パターンに該当する遺伝子を発生してしまい、逐次探索アルゴリズムとなってしまふ、などである。今回、重複に見える図形は、分節処理ではなく図形の中からある図形を抽出する処理となってしまうため、処理の対象外とした。

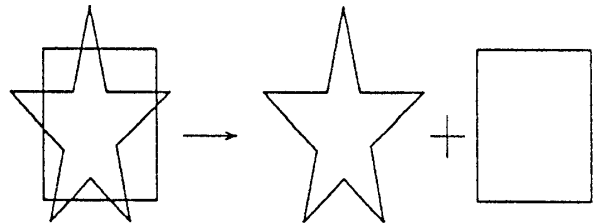
参考文献

- [1] Kurt Koffka著/鈴木正彌訳: "ゲシュタルト心理学の原理", 福村出版(1988).
- [2] 上坂吉則、田嶋健治: "図形分節を認識するためのモデル" 信学論, J59-D, (1976).



評価値 0.026

図4 分節処理後の分割された図形



評価値 0.0079

図5 分節結果例