

遺伝的アルゴリズムによるあやとり図形生成 紐デザイン処理(2)

4P-10

杉山 貴

山田 雅之

伊藤 英則

世木 博久

名古屋工業大学

1 はじめに

本稿では、前稿紐デザイン処理(1)で提案された紐図形の簡単化を、世界中で親しまれていて、紐図形である「あやとり」に応用し、その結果と評価を述べる[1][3]。

あやとり図形を作成するさい、指によって動かされた紐の動作過程を表現した図形(以後、重ね合わせ図形[3]と呼ぶ)から、実際のあやとりの完成図形を生成する。

2 重ね合わせ図形

あやとりは、紐の「とる」「外す」「入れ換える」の基本的な動作の組み合わせによって行なわれる。この3つの基本的な動作は図1に示す基本変形で表すことができる。重ね合わせ図形とは、最初の紐の状態からあやとり完成までの動作1つ1つを、対応する基本変形に置き換えて重ね合わせた図形である[3]。

図2にあやとり図形「とんぼ」を例として、重ね合わせ図形が作られる過程を示す。



図1: 基本変形

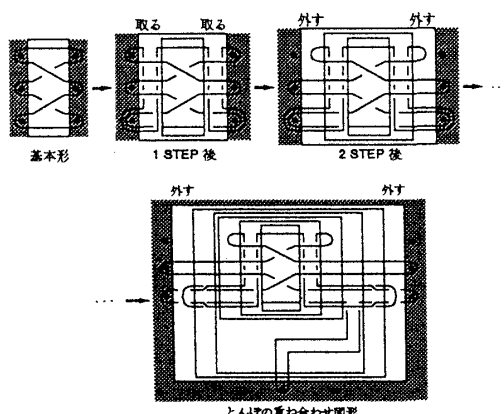


図2: とんぼの変形過程

3 システムの構成

あやとり図形生成システムの構成を以下に示す。本システムは、(i) 交差点数極小化処理と(ii) 紐の長さ最小化処理の2つの処理からなる。本システムの紐の長さ最小化処理における1世代とは、1回の遺伝的アルゴリズムによって新しい個体集合を生成し、次にその生成された各々の個体に対して shrink 処理を行なうことである。

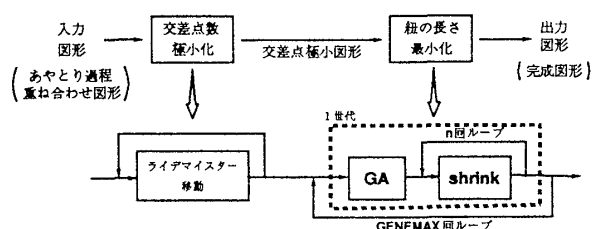


図3: システムの構成図

3.1 交差点数極小化

重ね合わせ図形に、ライデマイスター移動を用いて交差点数を減少させていき[3]、それ以上交差点数が減少しない図形(交差点極小図形)を得る。ただし、ここで得られるのは交差点極小図形の位相データ(各交差点間の紐のつながりを表現したデータ)である。

3.2 紐の長さ最小化

上で得られた交差点極小図形の位相データを基に、交差点の位置を乱数により決定した個体の初期集合を作る。この集合に GA およびその後 n 回(交差点数)の shrink の2段階の処理を繰り返し施し、紐の長さが最小となるように交差点の位置を決める。この紐の長さ最小化処理により実際のあやとりの形に近い図形を得る。

1) GA

本システムで使用する GA では、個体を一つの紐図形、遺伝子を交差点の座標、および適応度を紐の長さとする。ただし、適応度は紐の長さが短いほど高いものとする。交叉方法は、適応度に比例した確率で両親個体を2つ選び出し、そのいくつかの交差点の座標を入れ換えることにより子供個体を2つ生成する。

2) shrink

処理 shrink は、ある交差点と他の交差点が連結する 4 点間の紐の長さを短縮するために、以下のように交差点を移動する操作である。すなわち shrink は以下の 2 種類の操作からなる。

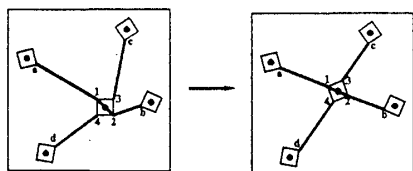


図 4: shrink(1)

shrink(1): 交差点が連結している 4 点が凸四角形を成す場合、その対角線の交点へ交差点を移動する。

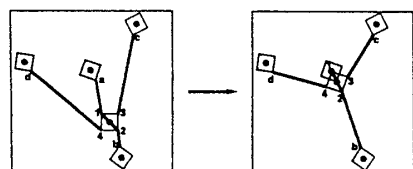


図 5: shrink(2)

shrink(2): 交差点が連結している 4 点が凹四角形を成す場合、凹となっている頂点へ交差点を移動する。

3.3 システムの動作例

以下に、「とんぼ」を例とするあやとり図形を用いて、システムの動作例を図 6 および図 7 に示す。

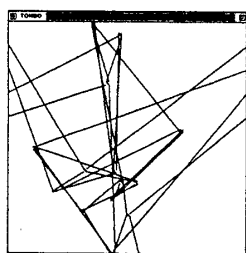


図 6: 1 世代目

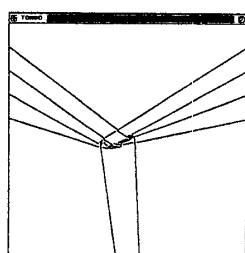


図 7: 10 世代目

4 遺伝的アルゴリズムの効果

図 8 に、(i) GA のみ、(ii) shrink のみ、(iii) GA と shrink を組み合わせた、3 種の方法による紐の長さ最小化結果を示す。各パラメータの値は、個体数を 100 (GA)、shrink 回数を 14 とした。

図 8 より、shrink と GA を組み合わせることによって、それぞれ単独で紐の長さ最小化を行なった場合

よりも紐の長さが短縮される。これは、shrink の最小化能力と GA の処理候補探索能力の相乗効果による結果である。

この結果より、shrink は紐の長さ最小化に有効な手段であるが、ある交差点近傍のみの局所的な探索しか行なっていないため、そのみで紐の長さ最小化を行なう場合は局所解に陥る可能性が高くなる。また局所解に陥ったとき、紐の長さを短縮する方向にしか働かない場合は、そこから抜け出すことができない。逆に GA は、全個体の中から良い個体を選んでその性質を受け継いでいく大域的な探索を行なっているので、局所解に陥りにくい。また GA の探索は、紐の長さを短縮する処理ではないため、局所解から抜け出せる可能性がある。

以上の GA の大域的探索処理と shrink の局所的探索処理により、2 つを組み合わせることによりお互いの特徴が活かされ、より良い結果が生まれることが確認された。

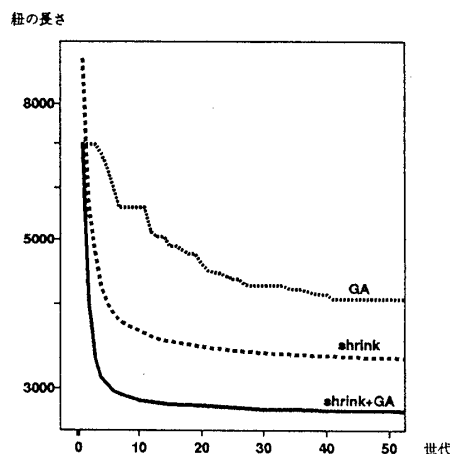


図 8: 紐の長さ最小化過程

参考文献

- [1] 山田雅之: 「遺伝的アルゴリズムによる編み物デザイン処理 紐デザイン処理 (1)」 情報処理学会第 48 回全国大会, 1994
- [2] Yamada.M, A Cat's Cradle String Diagram Display Method Based on a Genetic Algorithm, Forma (submitted)
- [3] 山田雅之: 「アヤトリにおけるひも図形変形過程の表現とその処理」 情報処理学会論文誌 Vol 35, No.3, 1994
- [4] 北野宏明: 遺伝的アルゴリズム 産業図書, 1993