

要 旨

空間制約を持つグラフ作図問題をGAを用いて解く方法論を提案する。本問題は最適空間配置問題のひとつで、木型グラフを対象として辺間の交点数と空間制約ペナルティの最小化問題をGAを用いた探索によって解くことを試みる。目的関数と制約条件との間にトレードオフが存在する問題に対するアプローチ例を示す。

1. 緒言

グラフ作図問題をGAによって解く方法論を提案する。本問題は最適配置問題としてとらえることが出来、ここでは木構造グラフを対象とし、辺間の交点数と空間制約ペナルティの最小化問題をGAを用いた探索によって解くことを試みる。本報告では空間配置に関する制約領域が円の場合に(図1)関して実験結果を報告する。空間制約を充足しないノードに対してはペナルティが与えられる。

2. 対象問題

連結グラフ

$$G_T = (V, E)$$

$$V = (v_i | i = 1, 2, \dots, N)$$

$$E = (e_j | j = 1, 2, \dots, N-1)$$

が与えられたとき ( $V$ : ノードの集合,  $E$ : 辺の集合),

$$\min (\sum_{i,j} \delta_{i,j} + \Phi) \quad (i \neq j)$$

$$\delta_{i,j} = 1 : \text{if } cx(e_i, e_j)$$

$$0 : \text{otherwise}$$

なる問題を対象とする ( $cx(a,b)$  は辺  $a, b$  間に交点が存在すれば真,  $\Phi$  は空間制約項)。通常の木構造グラフの作図例では空間制約を設定することはなく、辺間の交わりを主として考慮しながら木構造を階層的に描いているが、本問題設定では与えられた作図空間(制約)内で作図の開始位置、作図の展開方向に任意性をもたせている。

3. インプリメント

グラフのノードの位置を親ノード(root)の位置から伸ばしたベクトルによって表現する(図2参照)。探索のためのストリングは

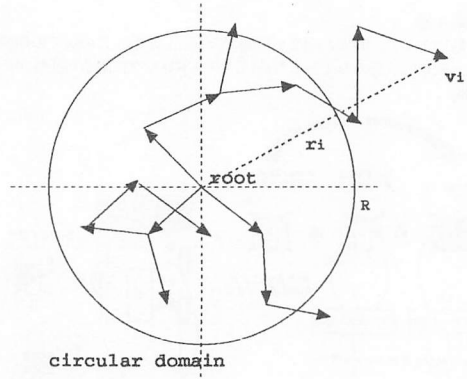


図1 木構造グラフと作図空間制約

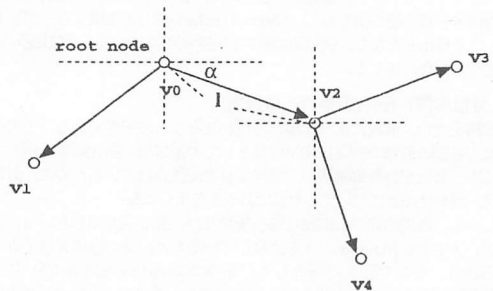
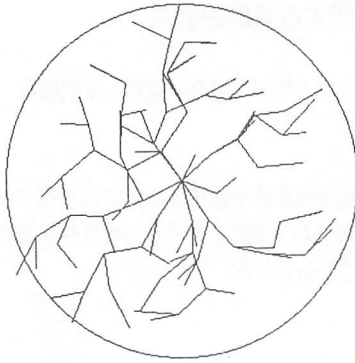


図2 グラフのノード座標の表現

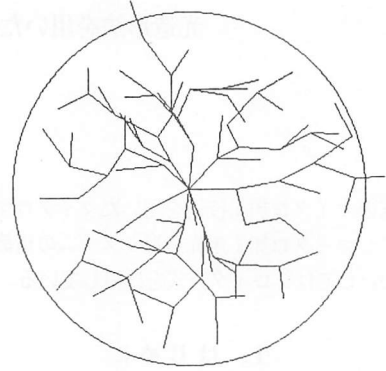
$$S = s_1 s_2 \dots s_{STRLEN}$$

$$s_i = (\alpha_i, l_i)$$

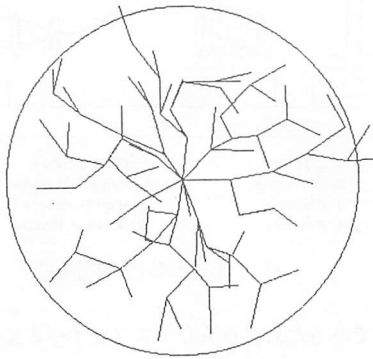
$\alpha$  は水平軸に対するベクトルの傾き(角度),  $l$  はベクトルの長さを表す。ここでは標準的なオペレータを採用している。選択はルーレット選択とエリート戦略とを併用した。



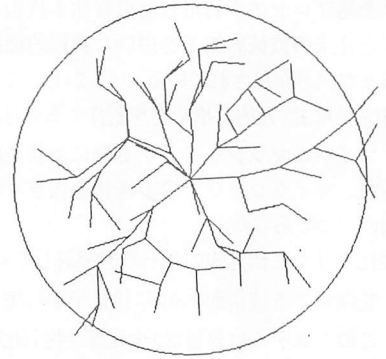
(a) GENERATION 20, N = 9



(b) GENERATION 40, N = 6



(c) GENERATION 60, N = 5



(d) GENERATION 80, N = 1

図3 実験結果(N:交点数)

#### 4. 実験

上記の対象問題をGAによって解く際に、適合性値に寄与する項として、空間制約項を次のように与えた

$$\begin{aligned} \Phi &= c_1 \cdot \varphi_1 + c_2 \cdot \varphi_2 \\ \varphi_1 &= \sum_i \max(\theta, r_i - R) \\ \varphi_2 &= \sum_{i,j} \max(\theta, d_{i,j} - D) \quad (i \neq j) \\ (d_{i,j} &= |v_i - v_j|) \end{aligned}$$

ここで  $R$  は作図領域の半径、 $D$  は2点間の許容最小距離である。各々

$$r_i > R, \quad d_{i,j} > D$$

なる場合にペナルティが発生する。図3に実験結果を示す。(a),(b),(c),(d)は各々第20,40,60,80世代で得られた作図結果である。グラフのノード数は100である。世代の経過に伴って辺間の交点数が減少していることがわか

る。また、交点数の最小化とのトレードオフの関係で、空間制約が完全に満たされていない状態が観察される。

#### 5. おわりに

空間制約を持つグラフ作図問題を木構造グラフを例としてGA的手法を用いて解く方法論を示した。実験によってその適用可能性を示した。木構造の操作を考慮したGAオペレータの導入検討は今後の課題としたい。

#### 参考文献

- (1) Brown, A.D. "Automated Placement and Routing", Computer Aided Design, (1988)
- (2) 増井, "遺伝的アルゴリズムの図形配置問題への応用", 遺伝的アルゴリズム, (1993)
- (3) Julstrom, B.A. "A Genetic Algorithm for the Rectilinear Steiner Problem", ICGA-4, (1993)