

○札幌学院大 皆川雅章 北大工 嘉数侑昇

要 旨

寸法作図問題の解探索にGA的手法を適用する方法論を提案する。本手法の適用により、従来法では困難であった人間の試行錯誤的作業のシミュレーションを行なう。問題の解はストリング表現され、ジェネティックオペレータの適用によって解の探索が行なわれている。計算機実験の結果を示し、実験的考察を行なう。

1. 緒言

寸法作図問題は、モデリングされた機械部品形状に対して自動的に寸法を記入する寸法記入問題¹⁾の部分問題で、記入すべき寸法と作図情報とが与えられたときに、図面上に寸法記入要素(記号、数字、寸法線等)を寸法記入上の技術的制約条件を満たしつつ配置する問題である。この部分問題は2次元の空間認識問題と、配置問題とを含み、人間の試行錯誤的作業をシミュレートするという困難な側面を持っており、従来の手法ではその解法が問題に大きく依存した。本報告ではこの問題を最適化問題として扱い、寸法記入要素間の重なり/交わりの個数を最小化することを試みる。即ち、乱される制約の個数を最小化することによって、各寸法の記入結果が相互に及ぼす位置関係の影響を考慮する。解法の問題依存性を軽減し、対象問題の解を探索するために、GA²⁾的手法を導入する。問題の解(寸法記入位置)はストリング表現され、ジェネティックオペレータが適用され、世代を経て解が改良される。GAを用いることによってランダムな初期解からヒューリスティックに解の改良を行なうことを試みる。提案する方法論に基づいて実験、考察を行なう。

2. GAのインプリメント

2.1 ストリングエンコード

問題の解を以下のようにストリング情報にエンコードする。

$$S_i = s_1 s_2 \dots s_{NEL}$$

$$(-U_{max} \leq s_j \leq U_{max})$$

NELは寸法記入要素数、 s_j は離散的に表現された寸法記入位置を表している。

2.2 適合性関数

乱される制約の最小化のみを考慮した関数と、これに加えて、引出し線の長さの最小化を考慮した関数の2種類を実験に用いる。

1) 適合性関数A

$$V_i = (F_{max} - F_i)^2$$

$$F_i = a \cdot (NO_{loose} + NI_{loose}) + b \cdot (NO_{strict} + NI_{strict})$$

$$(b > a)$$

$$F_{max} = \max_i [F_i]$$

NOは重なり、NIは交わりの個数、 $a, b (a < b)$ は重み付けの係数である。loose, strictの添え字は各々、寸法記入要素間の組合せにより重なり/交わりの制約のレベルが緩やかな場合と、厳しい場合とを示している。Fは制約を乱すことに対するペナルティ関数として考えることが出来、Fの最小化によって適合性関数Vの最大化を図る。

2) 適合性関数B

上述のFに対してさらに、空間配置の効率を考慮し、次の関数を用いる。

$$V_i = (G_{max} - G_i)^2$$

$$G_i = c_i \cdot F_i$$

$$G_{max} = \max_i [G_i]$$

$$c_i = \frac{L_i}{\min_j [L_j]}$$

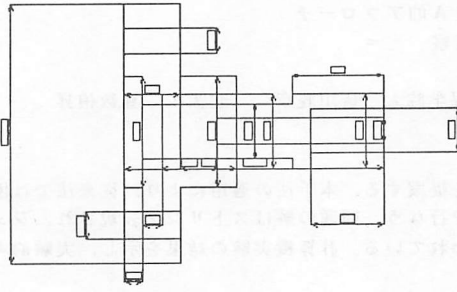
L_j は解jにおける引出し線の長さの和である。

2.3 ジェネティックオペレータ

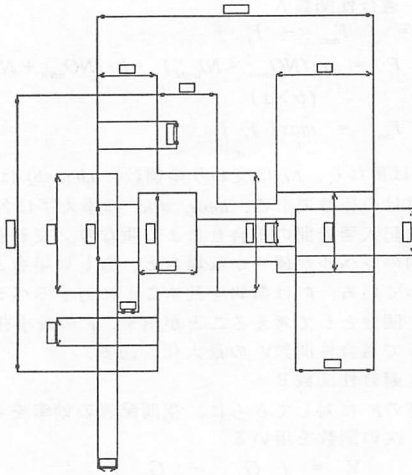
使用したオペレータは再生、乗り換え、突然変異である。初期の解はランダムに生成する。

3. 実験/考察

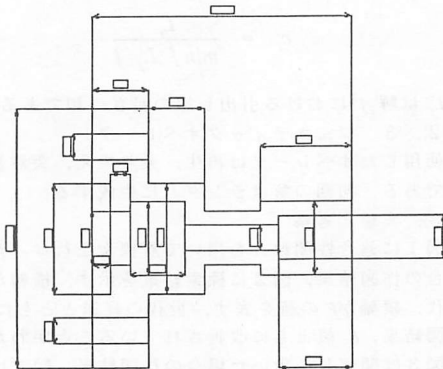
図1に適合性関数Aを用いて解探索を行なった場合の作図結果、図2に探索結果を示す。横軸が世代、縦軸がFの値を表す。世代の経過とともに作図結果、F値ともに改善されていることがわかる。図3は関数Bを用いた場合の作図結果、図4は探索結果を示している。cの項を付加した効果が結果からわかる。以上の結果から、提案する手法の対象問題への適用可能性が示された。



(a) 第0世代



(b) 第13世代



(c) 第30世代

図1. 作図結果-1

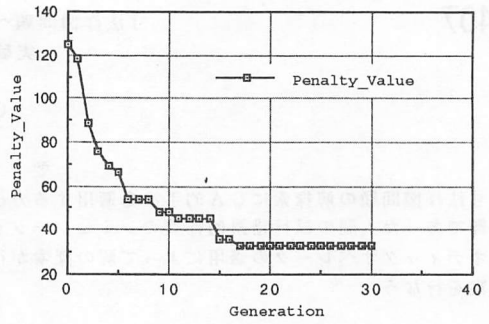


図2. 探索結果-1

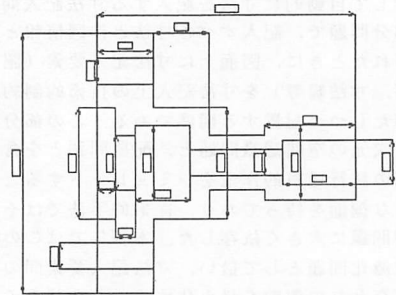


図3. 作図結果-2
(第30世代)

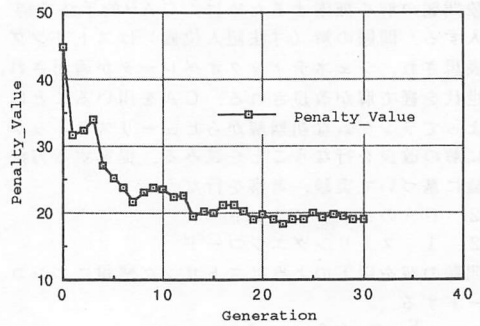


図4. 探索結果-2

参考文献

- 1) Minagawa, M.(1986), "A Study on Automatic Dimensioning Problem in CAD/CAM " Hokkaido University
- 2) Goldberg, D.E(1989), "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning ", Addison Wesley