遺伝的アルゴリズムを利用した制約付き最適化問題に関する研究

2H－5

廣安　知之　　山川　宏

早稲田大学　理工学部　機械工学科

1．　緒言

遺伝的アルゴリズム（Genetic Alogrithms以下GAsと省略）は生物の遺伝と進化をシミュレート手法で，幅広い分野での適応例が見られ[1]，特に最適化問題における解を求める手法としては，1)離散的な設計変数が取り扱えること　2）多峰性があるような問題に対してもある程度適切な解が求められること　3）比較的少ない繰り返しで広範囲で解を探索できること　などの理由により強力な手法の一つとして考えられている．

GAsは基本的には制約条件のない問題を解決する手法であり，一般的な最適化問題に見られるような制約付き問題を解決するには多少の考慮が必要である．最も簡単な方法としては制約条件をペナルティ関数として評価関数に加えることが考えられるが，最適解の近傍に制約条件を満たさない解がある場合には，これを表現する遺伝子が淘汰される確率が向上して逆に最適解が求まらないという弊害が生じる．

A Study on Constraints Optimization Problems using Genetic Algorithms
Tomoyuki HIROYASU
(tomo@yamakawa.mech.waseda.ac.jp)
Hiroshi YAMAKAWA
(hiroshi@yamakawa.mech.waseda.ac.jp)
Waseda University, Dept. of Mechanicak Engineering
3-4-1 Okubo Shinjuku-ku Tokyo, 169 Japan

そこで本研究では，そのような数値計算例をあげ，そのような問題に対しては制約条件を考慮することで最適解を求めることができることを示す．

2．　遺伝的アルゴリズムにおける制約条件のとり扱いと提案する手法

制約条件付き最適化問題において，最も簡単な手法は，制約条件を満たさない解に対しては，ペナルティPを与えてその評価値fを下げる方法であろう．

$$f(x)+rP(x) \tag{1}$$

$$P(x)=0\,;\,x\in X \tag{2}$$

$$P(x)<0\,;\,x\notin X \tag{3}$$

ここでrは正のスカラーのペナルティ係数であり，世代が進むに従って変化させる場合もある．ただしXは実行可能領域を表している．

しかしながらこの手法では，次章の数値計算例で示すような，最適解の近傍の解が制約条件を満たさないような場合には，ペナルティを加えることで，GA困難な問題となってしまう．そこで，そのような場合には評価関数Fを以下のように設定することで，GAsの収束を行いやすくする．すなわち，

$$F(x)=f(x);\,x\in X \tag{4}$$

$$F(x)=F_{max}e^{-\frac{h^2}{2}};\,x\notin X \tag{5}$$

である．ここで，fは制約条件を満たす場合の通常の評価関数値である．これに対して，制約条件を満た

さない場合には，次のような操作を行い評価値を求める．すなわち，まず，その遺伝子列と最良の評価値を与える遺伝子列とのハミング距離hを求める．次に，その世代の最良な評価値F_{max}にhに対する正規分布値をかけてこれを評価値とする．これにより，実行可能解が現れた場合には，その近傍での収束性および探索性を向上させ，解の改善が期待できる．この手法の効果は数値計算例を通じて確認することにする。

3． 数値計算例

本手法の有効性を確認する１例として，次のような数値計算例を行った。

図１は上から荷重を受けるような２次元弾性体構造物である．それに対して，白ぬきで示した25要素に図中に示した２種類の材料係数を持つ要素を配置する問題を考える．一つの遺伝子の長さは25とし，■の要素を１に，□の要素を０に対応させ，例えば$S_i=\{1,1,0,\cdots,1\}$のように表す．有限要素法（Finite Element Method）により構造の相当応力値を算出する．$\sigma<3.000\times10^6\ Pa$をみたし，かつ，縦弾性係数の値の大きな要素の数が小さくなるように次の

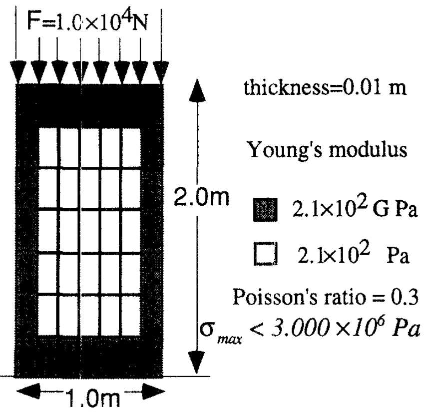
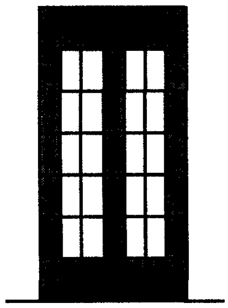
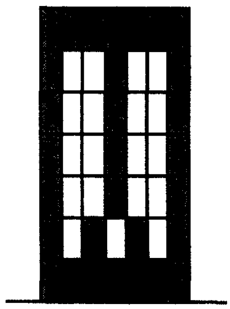


図1：２次元弾性体モデル



評価値＝1.667×10^{-1}

図２：
本手法で得られる解



評価値＝1.422×10^{-1}

図３：
通常の手法で得られる解

ような評価関数を設定した．

$$F(S_i)=1\Big/\left(\sum_{i=1}^{s\_length}s_i+\sigma_{max}/\sigma_o\right)\ :\ \sigma_{max}<\sigma_o \qquad (6)$$

制約値を満たさないものは式(5)で与えるものとする．本手法で得られる解を図２に通常のペナルティを課す手法で得られる解を図３に示す．通常の手法では図２のような解は得られない．それは，遺伝子的に図２に対応する遺伝子に近い遺伝子は制約条件を満たさないからである．この例からも，本手法の有効性の一端が確認された．

4． 結言

1）遺伝的アルゴリズムによって，制約付き最適化問題を解決する際の，制約条件の取り扱いについて一手法を提案した．

2）数値計算例により，提案した手法の有効性の確認を行った．

3）本手法は，数値計算例だけに適応できるだけでなく，最適解の近傍の解が，制約条件を満たさないような問題全般にわたって有効であると考えられる．

参考文献

[1]坂和他，遺伝的アルゴリズム，朝倉書店，1995