

遺伝的アルゴリズムによるギロチンカット方式

4 A G - 1

池田武史 (福岡工業大学)

小野俊彦 (福岡工業大学)

1. まえがき

本研究では、シート材より各種寸法の長方形部品をギロチンカット方式で切断し、そのときの必要シート長を最小とする部品の配置を GA により求める。ギロチンカットとはシート材の端から端までを切断する切断方式であり、通常のカッターによる切断がこれに相当する。水平、垂直両方向のギロチンカットを組み合わせる所要の切断を行う。

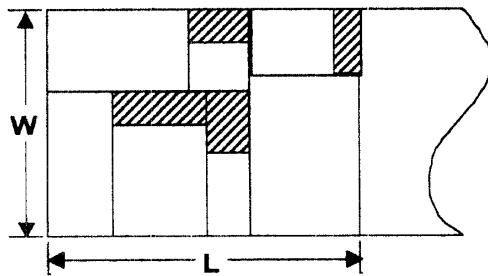


図1：ギロチンカット

2. 基本概念

本方式の目的は図1のように所定幅Wのシートにギロチンカットできるように部品を配置し端材（斜線部）を最小とする、すなわち必要シート長Lを最小にすることである。このためには遺伝子と配置が1対1に対応する配置表示を導入する必要がある。その方法として逆ポーランド記法(後置記法)による2項演算を採用した。演算子としては水平配置(H)と垂直配置(V)の2種類を用意し部品の番号と組み合わせ、配置演算式を作りこれを遺伝子とする。配置記述と実際の配置の関係について簡単に説明する。水平配置の場合、記述式： $a b H$ はbをaの右側に配置することを表す。a, bはそれぞれ複号部品をギロチンカット可能なように配置したものであり、最小の場合は部品1個となる。同様に垂直配置の場合、 $a b V$ はbをaの上に配置することを表す。GAにより各種演算式を作りこれを配置決定アルゴリズム (Guillotine Cut Layout Algorithm: GCLA)に送り、実際の配置を行い必要シート長を求めGAに返す。

Solving Guillotine Cutting Problems by
Genetic Algorithms
Takeshi Ikeda and Toshihiko Ono
Fukuoka Institute of Technology

ギロチンカットが可能のためには部品の配置に制約条件があるので、これを満足するよう考慮しつつ、遺伝子で与えられた配置方法に従って、全部品の配置を行う。2項演算式の採用により演算式(遺伝子)の長さは常に一定となり通常のGAを適用することができる。

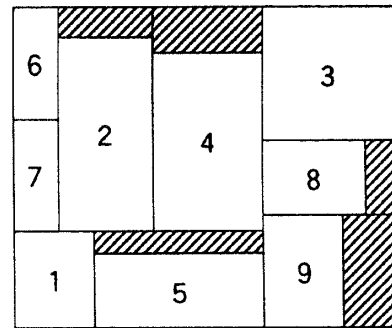


図2：配置図

3. 配置の表現法と遺伝子表現

部品の配置と遺伝子表現との関係を具体的に説明する。まず部品9個を例に取り、その配置が図2のとおりであったとする。この配置では明らかにギロチンカットが可能である。この配置を演算子H（水平配置）、V（垂直配置）を用いてバイナリー・ツリーで表現すると図3となる。Hにおいては左側の枝が左配置、右側の枝が右配置、Vにおいてはそれぞれ下側配置、上側配置を表す。

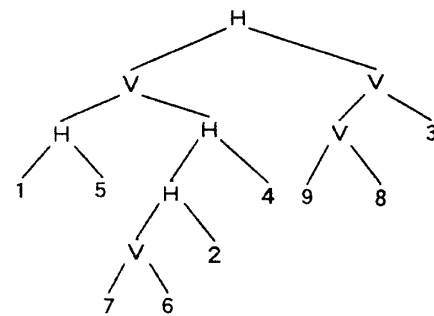


図3：バイナリー・ツリー

このツリーを後置記法の演算式に変換したものが図4である。

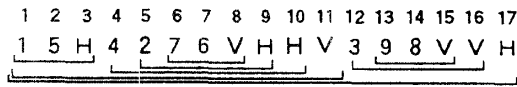


図4：逆ポーランド記法による表現

逆にこの演算式が与えられると配置は図2のものに一意に定めることができる。逆ポーランド記法の特長は演算式にカッコ等を挿入しなくても一意に解釈できることである。また配置の如何にかかわらず演算子の数が一定であり、したがって遺伝子長も一定となる。部品数を n とすると演算子の数は $n-1$ となり、したがって遺伝子長は $2n-1$ となる。上記の例ではそれぞれ 9, 8, 17 となっている。さらに演算子の置き場所に対する制約は、各演算子より左側を見た時、部品の数 n_p と自分自身を含む演算子の数 n_o は次の条件を満たす必要がある。

$$0 < n_o \leq n_p - 1 \quad (1)$$

4. GA オペレーター

・交叉方法

部品と配置演算子の両者を考慮した交叉法となるので通常の方式とは異なってくる。まず、マスクを用いて遺伝子を部品と演算子の両部分に分ける。部品の部分は整数表現の交叉（順序交叉、循環交叉など）を用い、演算子の部分はバイナリ表現の交叉（H を 0, V を 1 として）を用いたり、あるいは両者の組み合わせ交叉を行った後に、1つの遺伝子に戻す。図4に例を示す。

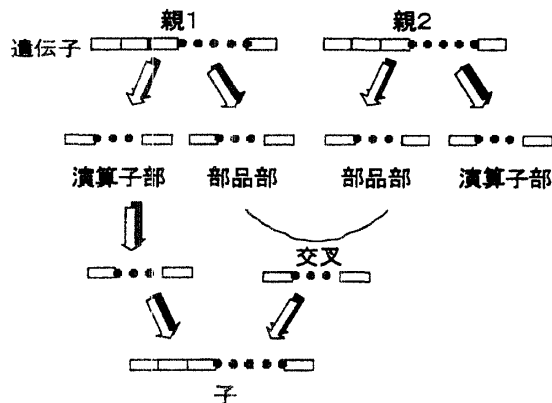


図4：交叉の例

・突然変異

突然変異には、部品(演算子)の交換、演算子の変更、部品(演算子)の位置の挿入などが考えられるがいずれの場合も式(1)を満足する必要がある。

・目的関数

シートの必要長を最小にするため、シート長を目的関数とし配置決定アルゴリズム (GCLA)を用いて求める。遺伝子に基づく配置を行っている途中でシート幅内に部品が収まらないときは、遺伝子の修正を行いVをHに変更する。

5. 配置決定アルゴリズム(GCLA)

遺伝子で表された配置演算式を解釈し実際の配置を求めシートの必要長を求める。スタックマシンの考えを導入し、演算子を頭より読み出し演算子になったらスタックから部品群（以後、統合部品という。最小は部品1個）を2つ取り出し配置を決定しより大きい統合部品を作り再びスタックに戻す。図5に例を示す。統合部品を結合しつつ統合部品の幅と長さを計算する。演算子の種類により次のように求める。Hの場合、統合部品の幅は両統合部品の幅の最大値、長さは両統合部品の長さの合計とし、Vの場合は統合部品の幅は両統合部品の幅の合計、長さは、両統合部品の長さの最大値とする。

遺伝子

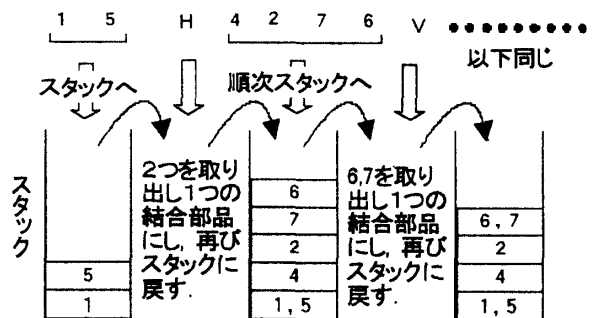


図5：GCLA

統合部品の幅がシート幅Wを超えたときの処置は、遺伝子補正アルゴリズムを導入し、シート幅に収まるようにする。従って演算子VをHに変更する。こうすることによって致死遺伝子を作ることなく実行することができる。

6. あとがき

本方式のシミュレーション結果については講演の際、発表する予定である。

参考文献

- [1] D.E.Goldberg : Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison-Wesley Pub. Co., 412p, 1989
- [2] Z.Michalewicz : Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer-Verlag, 250p, 1992