

釧路高専 ○荒井 誠 北大 嘉数 侑昇
札幌学院大 皆川 雅章

要 旨

本研究はナップザック問題に代表される組合せ最適化問題の一つである部品の板取り問題の解探索を目的としている。この板取り問題とは与えられた部品群を組み合わせ、最適な部品配置すなわち余剰となる面積が最少となる配置を決定することである。本研究では、問題対象を異径の円板群の長方形内配置とし、前報までにG Aを用いた解探索のための解探索手法を提案した。本報告はこの問題の場合、通常は大きな物を優先配置し、比較的小さいもので生じる余剰空間を埋める事がより良い結果を生み出すことに着目し、与えられる部品の構成について、検討を加えるものである。

1. 緒 言

生産工程の最初のアプローチに部品の板取り問題がある。この板取り問題とはCADシステムなどによって出力された部品群を組み合わせ最適部品配置を決定することである。この問題は組合せ最適化問題の一つとして挙げられ、多くのアプローチがなされているが、同一寸法部品における解探索は比較的簡単であるが、異寸法部品の場合には困難を極める。

本研究は、異径の円板群の配置決定を対象に、この配置問題の近最適解探索のために、ジェネティックアルゴリズムを適用した手法を提案するものである。前報までは評価関数や制御関数自動的にチューニングを行い、問題に応じて関数を変更するメカニズムについて報告した。本報告では、配置結果に大きく影響する部品の構成について、検討を加えるものである。

2. 前提条件

本研究で必要とする前提条件を以下に示す。

- (B)対象となる部品は異径の円板群とする。
- (用)原板寸法は配置結果から算出する。

3. 問題の記述

ここでの問題とは式(1)で示すn枚ある円板部品群C nを任意の寸法の原板面積W×Lに対する余材面積Mが最小となるよう配置を決定することである。

$$\min M = A_b - \sum_{i=1}^n A_{ci} \quad (1)$$

ただし、nは円板総数、各々の円板面積をA_{ci}とする。また、この余材面積率Rは式(2)で表わされる。本報告ではこの余材率Rを目的関数として適応値を算出し、ジェネティックオペレーション群を適用する。

$$\min W = \frac{A_b - \sum_{i=1}^n A_{ci}}{A_b} \quad (2)$$

4. 配置手法

余材面積の最少化を目指す場合、通常は占有面積の大きい部品を優先的に配置し、生じる余剰空間を埋める部品を選択し、位置を決定することを繰り返す。この埋めるための部品選択と位置決めが解探索に大きく影響する。すなわち、異寸法部品群を対象とした場合、部品の構成によって、それらの制御を変化させる事が必要となる。

4.1 配置の形態

大きな部品を優先配置をする場合の配置形態は図1に示すように2種類に分類される。

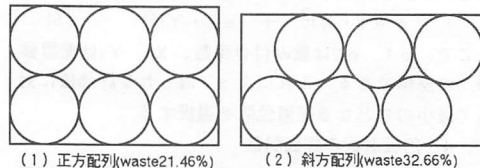
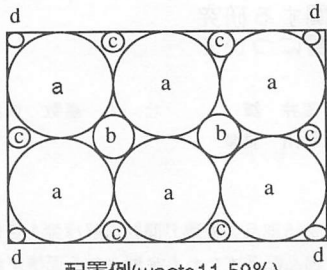


図1.配置の形式

図1は等円の配置を想定しており、部品の構成によって異なるが、初期状態での余材面積は(2)に比べ、(1)の正方配列方式が少ないが、これら組み合わせることで良い配置結果が得られる。

4.2 余剰空間内配置

さらに、余材面積の縮小を望む場合、上記によって生じる空間に比較的小さな部品を配置することが望ましい。その一例を図2に示す。



配置例(waste11.59%)

図2. 余剰空間内配置

図2に置いて、正方配列に優先配置された最大径円の半径を R_a とした場合、余剰空間に配置可能な円は

$$\begin{aligned} 4 \text{円に囲まれる円 } R_b &= R_a / 2.41 \\ 2 \text{円と辺による円 } R_c &= R_a / 4 \\ 1 \text{円と四隅の円 } R_d &= R_a / 5.82 \end{aligned} \quad (3)$$

となる。また、その数は

$$\begin{aligned} 4 \text{円に囲まれる円 } N_b &= (n_x - 1) \times (n_y - 1) \\ 2 \text{円と辺による円 } N_c &= 4 \\ 1 \text{円と四隅の円 } N_d &= 2((n_x - 1) \times (n_y - 1)) \end{aligned} \quad (4)$$

となるが、多種多数を扱う場合、必ずしも必要な寸法や数が与えるわけではなく、このままでは余材が最少とならない。そこで、問題対象の円板群の構成によって、以下の配置位置決定、配置部品選択の2つのプロセスを変化させる事が有効となる。2つのプロセスを評価関数の線形結合として表わし、その重み付けを決定するためにジェネティックアルゴリズムを適用する。

4.3 配置位置決定の評価関数

円板配置がより密となる配置位置を配置位置候補の集合の中から決定するために以下の評価関数を用いる。

$$P_i = e_1 \cdot X_i^2 + e_2 \cdot Y_i^2 \quad (5)$$

ここで、 e_1 、 e_2 は重み付け係数、 X_i 、 Y_i は配置候補 i の座標である。これによって得られる評価値に対して最小の P となる配置位置を選択する。

4.4 円板選択の評価関数

選択された配置に対して未配置円板群の中から以下の評価関数の値を最大にする配置対象円板を選定する。

$$B = \sum_{i=0}^{nb} a_i \cdot b_i \quad (6)$$

ここで a_i は重み付け係数、 b_i は円板寸法の評価項目、 nb は評価項目数である。本報告では以下を用いる。

(1) b_1 : 円板面積比

$$b_1 = d_i^2 / D_{max}^2 \quad (7)$$

(2) b_2 : 円板の面積差比

$$b_2 = (d_i^2 - D_{max}^2) / D_{max}^2 \quad (7)$$

(3) b_3 : 平均値差比

$$b_3 = (d_i^2 - Dave^2) / Dave^2 \quad (8)$$

D_{max} : 最大円板径、 $Dave$: $D_{max} / 2.41$

5. ジェネティックアルゴリズムの適用

上記までの配置決定を制御する2本の評価関数の重み付け係数をジェネティックアルゴリズムを用いて自動チューニングする。本報告では各々の係数に対してそれぞれの4ビットを割当て、長さ30(6ビット×5項目)のストリングで表現する。各係数は

$$e_j, a_k = \text{bit1 bit2 bit3 bit4 bit5 bit6} \quad (9)$$

$$(j=1,2 \quad k=1,2,3 \quad , \text{bit}=1/0)$$

評価項目をまとめたストリングは

$$S = e_1 e_2 a_1 a_2 a_3 \quad (10)$$

となる。このストリングを再生、乗り換え、突然変異の3つを行うジェネティックオペレータによって変化させ、近最適解を探索をするものである。

6. 実験

以上までの問題設定、方法論に基づいて計算機実験を行なった。集団中のストリングPSIZEは30で、1世代の間で乗り換えが行なわれるのは80%、突然変異は1世代あたり0.02%である。実験に必要な円板数及び最良の結果の場合の原板寸法、余材率を表1に示す。

部品数	種類	原板面積	余材率(%)
60	20	82×184	20.4%

各部品データ、初期ストリング群は乱数発生によって与えた。余材率の最良値、最悪値、平均値を推移を図3、その出力結果を図4に示す。

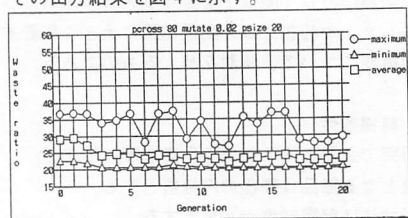


図3. 集団の挙動

いずれの場合にも、世代をかさねる毎に余材率が低減されることが分かる。このことからジェネティックアルゴリズムが配置問題に対して近最適解の算出能力を持つことが分かる。

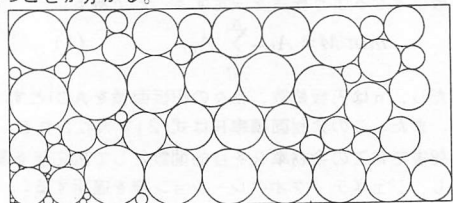


図4. 実験結果