

多様な形状を有するパーツ群の自動最適配置システムの開発

Development of automatic optimum arrangement system for various shapes parts.

信州大学繊維学部機能機械学科 河村 隆, 中沢 賢, 三澤明寛

1. 緒言

衣服の型取り作業は、一定の幅を持つ布地に対し、いかに充填率を高くして必要なパーツを配置するかという最適配置問題である。この作業ではパーツごとの形状差や配置の自由度が大きく、パーツの数の増加による組合せ解の爆発的増加から、効果的な解決の難しい。

多様な形状を有するパーツ群の最適配置はさまざまな場面で生じる問題である。本研究では、型取り作業における最適配置問題を G.A. (Genetic algorithm) を用いて解き、自動最適配置システムの開発を行う。

2. 問題解決へのアプローチ

今回は配置の方法を定めた配置ルールをあらかじめ設定し、配置の順序を G.A. を用いて決定する。

配置ルールは「パーツは配置可能な場所のうち最も下で最も左に配置する」(Fig. 1) こととする。配置ルール設定により、G.A. によって解くべき問題は順序の決定のみということになる。



図 1: 配置ルール

3. G.A. の適用

Fig. 2 に G.A. による計算の流れを示す。今回行った処理の概要は以下の通りである。

3.1 遺伝子のコーディング

遺伝子は型の配置順序を示すパラメータを羅列した。またパーツの特徴量に対する重みも遺伝子とした。

3.2 遺伝子の評価

遺伝子の適合度 f_i は、型の布地への充填率である。

3.3 G.A. オペレータ (交叉, 淘汰, 突然変異)

- ・交叉 多点交叉 (交叉間隔は乱数により 2~5 個)
- ・選択 適合度の高い遺伝子が親として選ばれる確率が高くなるように選択した
- ・突然変異 進化停滞時に低い確率で要素の入れ替えを行う。
- ・エリート保存 その世代の第 1 位の適合度の遺伝子は、そのまま次世代へ保存する。

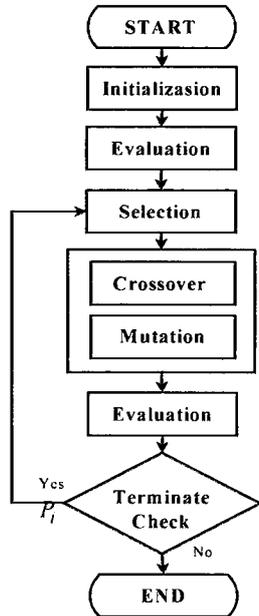


Fig. 3 Flow chart of G.A.

4. 実験

実験には、46 個の型紙を用いた。この型紙の熟練者によるレイアウトでは充填率は 87.7% であった。1 世代の個体数を 20 とし、20 世代まで計算を行った。

4.1 配置順序のみを遺伝子とした場合

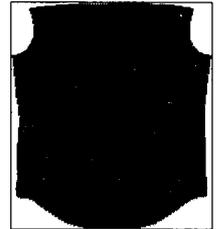
配列の順序を遺伝子として記述して G.A. による解の探索を行った。(実験 1)

4.2 パーツの面積を考慮した配列を遺伝子とした場合

順序のみを遺伝子とした場合、充填率の低いレイアウトに、面積の小さな型の配置が前半に集中し、後半に面積の大きな型が配置され、隙間が多く残ったケースが見られた。そこで、各パーツの面積を考慮し、面積の大きいパーツが先に配置されるように制限した遺伝子を用いた。(実験 2)

4.3 パーツの特徴量を遺伝子とした場合

型紙毎に、面積、縦の長さ、横の長さ、そして Fig. 3 のように外接する長方形を考え、その外接長方形を境とし、右上、右下、左上、左下のそれぞれの余白面積と、それら余白面積の合計、以上の 8 個のパラメータを取得する。次に式(1)により各遺伝子による型紙の評価値を決定する。そしてこの評価値の降順に配置を行う。Fig. 3 Characteristics



$$E_i = \sum_{j=1}^8 \frac{v_j}{V_j} \times w1_j + \sum_{j=1}^8 \frac{V_j - v_j}{V_j} \times w2_j \quad (i = 1 \dots n) \quad (1)$$

ただし、

$w1_j, w2_j$ は重み、 v_j は各型紙のパラメータ、 V_j は v_j の最大値である。 $w1_j, w2_j$ を遺伝子とする。(実験 3)

4.4 結果

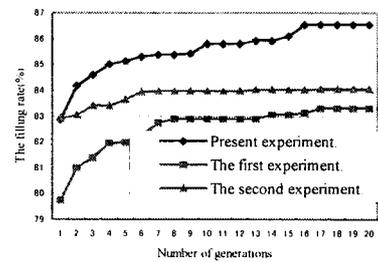


Fig. 4 Progress of G.A. calculation



Fig. 9 Acquired layout

5. 結言

多様な形状を有するパーツ群の最適配置問題を離散最適化問題として近似最適解を得る手法を提案し、パーツの特徴量を数値化し利用することで、効率的に高い充填率が得られた。型によっては、熟練者と同等の充填率を持つレイアウトを得ることができた。