

型どり作業の自動化・最適化に関する研究

河村 隆，中沢賢
信州大学繊維学部機能機械学科

1. 緒言

衣服の製作に関しては自動化が困難な作業が多くある。そのひとつとして縫製作業そのものの自動化があげられる。衣服の素材たる布地が従来の自動化技術ではハンドリングの困難な柔軟な性質を持つためである。また、型紙を布地上にどのように配置して、裁断するかという型どりの問題もその作業に熟練を要することから、自動化が困難である。いずれの作業も衣服の製作に不可欠であり、これらの作業を自動化することによって、衣服の製造の効率を向上させることができる。現在は大量生産の時代から多品種少量生産の時代へと移行しており、また、熟練の技術者の確保には困難がともなうことから、これらの分野での自動化が強く望まれている。

そこで本研究では現在、熟練者の手によって行われている型どりについて、その自動化・最適化について研究を行った。今回はそのうち GA(Genetic Algorithm)を用いた最適化について報告する。

2. 型どりの最適配置問題

型どりは1枚の布地から衣服の各パーツを裁断するためにパーツのレイアウトを行う作業である。この際、布地を効率的に使用するためにパーツの布地に対する充填率を高くすること、すなわち布地の使用率がもっとも大きくなることが要求される。この型どりの作業のような最適配置問題はパーツの数が増えるに従って解空間が級数的に広がるため、有限時間で正解を求めることが難しい。また、実際の型どり作業ではさま

ざまな制約が存在し、問題を複雑にしている。

そのためさまざまな解探索手法が提案されている。それらはたとえば動的計画法、モンテカルロ法、局所探索法などであり、これらの解法に求められるのは、正解でなくとも技術的あるいはコスト的に最適な解を見つけることである。

型どりの問題は異形状物最適配置問題であり、衣服の製作過程だけでなく一般に材料からパーツを切り出す作業が必要な製作過程では材料の有効利用の観点から重要な作業である。

さまざまなスケジューリング問題でも同様

の課題がある。型どりと類似したものとしては、倉庫における最適配置問題があげられる。複雑な条件を持つものとしては、様々な容量を持つタンクローリーとドライバーの最適配置問題などがあり、指定された複数の都市を最短コースで1周するという巡回セールスマン問題(Traveling Salesman Problem)は有名である。これらの問題の特徴はすべての解空間を調べれば正解を得ることができること、解の評価関数として何らかのコストが用いられることである。

3. G.A.(Genetic Algorithm)による型どりの自動化・最適化法

衣服の型どりは Fig.1 に示すように短辺の幅が w の布地の下端から、型を配置していき最高点までの長さ h を最小にする問題と考えることができる。このとき充填率 r は、各型の総面積を $A = \sum a$ (a は各型の面積) とすると $r = A/wh$ であり r が最大となるような配置を求めるものである。

本報では最適化の手法として GA を用いた。ここでは型どりは各型の持つ特徴量(面積、高さ、幅)をもとに配置の順序と布地幅方向の位置を決定することで行われる。順序は各特徴量にそれぞれの特徴量に対する重みを掛け合わせたものの総和を評価値として、この評価値の小さいものから配置することとした。また、幅方向の位置はその型を右下隅から詰めて配置するか、左下隅から詰めて配置するか決定する。

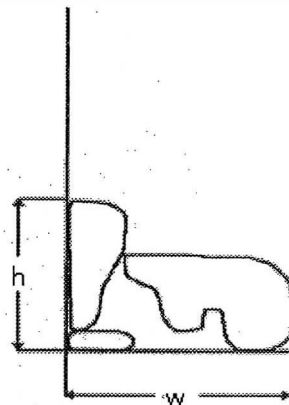


Fig.1 Parts Layout

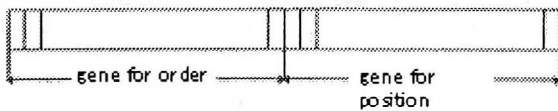


Fig.2 Structure of gene

以上のように提案された方法で自動配置を行うのであるが、各特徴量に対する重みをGAによって学習することによって最適化を行う。

順序を決定するためのパラメータ（重み、以下同じ）と配置を決定するためのパラメータをそれぞれ型の数だけ用意し、これらのパラメータ群を遺伝子とした（Fig.2）。

この遺伝子を多数個用意し、交叉、突然変異、淘汰というステップを繰り返すことによって優秀な配列を決定できる遺伝子の出現を待つ。

評価関数は使用する服地の長さ h である。すなわち、ある遺伝子の情報に基づいて配置が行われた場合、その使用長さが短ければ優秀な遺伝子であり次の世代に残される、逆に長ければ淘汰される。

4. GAによる型どりの結果

42個の型からなる実際のYシャツ2着分の型紙を使用し、型どり作業を本手法を用いて行った。交叉は2点交叉法を採用し、遺伝子数は100、淘汰率50%、突然変異率10%で最適化を試みた。淘汰は（充填率-最優秀個体の充填率）を度数とする累積度数ルーレットを用いて行った。最優秀充填率の変化をFig.3に、最優秀遺伝子による型どりの配置例をFig.4に示す。この際達成された充填率は人手によるものに比べて数%劣るが、十数秒でこの結果を得ることができた。

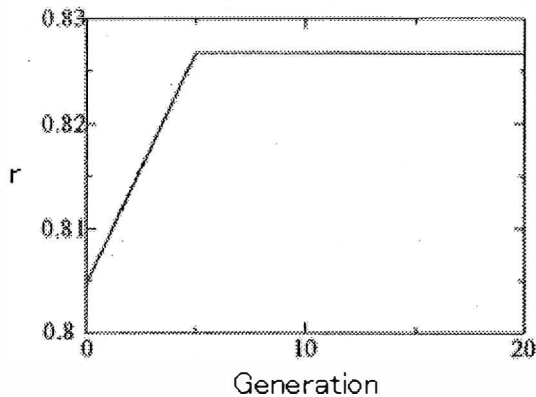


Fig.3 Calculated result of filling ratio

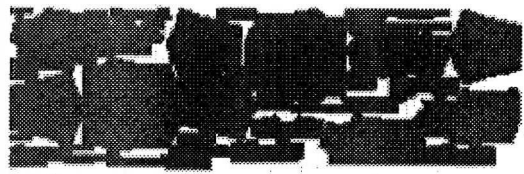


Fig.4 Optimized Layout

5. 結言

縫製作業の前段階で重要な作業である型どりの自動化・最適化について研究を行った。従来この作業は熟練者の手によって行われていたが、熟練者の確保困難、商品設計サイクルの短縮等の理由により、自動化が求められている。

本研究では、型の特徴量と重みづけによって配置の順序を決定する手法を提案し、その重みづけをGAを用いて学習法として採用した。

本手法を用いて実際の型紙データをもとにした実験を行い、自動化・最適化が実現できることを示した。またその結果、人手による方法とほぼ同等の充填率を得ることができ本手法の有効性を示した。