

重複したシルエットの分離手法のNC加工プログラム自動生成への応用

7R-6

若林 伸和      安部 憲広      北橋 忠宏

大阪大学 産業科学研究所

1. はじめに

NC加工プログラムは従来、プログラマが仕上げ図面を見ながら手作業で作成していた。近年CADの普及により図面作成の自動化は進んでいる。そこで、CADによって作成された図面データを入力するだけで、それを工作するための加工プログラムが自動的に生成されるというようなシステムが実現できれば、プログラムの生産性の向上が期待できる。

本システムは、従来、手作業で行っていたNCタレットパンチプレスのための加工プログラミング作業を計算機を利用して自動化しようというものである。具体的には、入力仕様として製品の仕上げ図面を与え、それを加工するためのNCプログラムを出力させる。これを実現するためには、図面を解釈し、加工できる形状に分解するという手続きが必要となる。先に報告したNC工作機械プログラム作成支援システム<sup>[2]</sup>では、この部分の処理は、頻繁に用いられる形状の組合せを予め用意しておき、それと入力とを比較して図形を分解するというアプローチをとっていた。この方法では、可能性のある様々な形状の組合せを予めシステムに用意しておく必要がある上、システムに用意されていない形状が入力されると処理が全くできないという限界がある。

そこでパターン認識においてしばしば考察されているシルエットの分離の特殊なケースとして図面の分解に应用することを考えた。すなわち、仕上げ図面の外形線を重なり図形のシルエットとみなし、これを単純な(加工できる)形状の組合せに分解するという処理を行う。これにより、プログラム生成システムの性能が向上を図ろうとするものである。

これまで輪郭線図形の部分分解に関する研究はパターン認識の一分野として行なわれ、それらを大別すると次のようになる。

- (1) 部分構造を持つ単一の物体のシルエットとみなし部分構造に分解する。
- (2) 重複する物体のシルエットとみなし、個々の物体に分離しその輪郭線を求める。

これらの処理を行うための方法・手順が既にいくつか提案されているが、本稿では我々の研究室で開発された手法<sup>[3]</sup>の産業応用の一例としてNCタレットパンチプレス工作機械のプログラミングへ応用することを考え実際にシステムを試作した。

2. シルエット分離手法のNCプログラム生成システムへの応用

本システムが対象としたNCタレットパンチプレス工作機械は、板状の材料に工具で各種の形状の穴を打ち抜くもので、Gコードと呼ばれるNCプログラムによって加工を制御されている。

2.1. NCプログラム自動生成の手順

NCプログラム生成システムの処理の流れを図1に示す。

NCタレットパンチプレス加工において、図2(a)のような形状の穴を加工するには、図2(b)、(c)に示すように正方形1個と長方形4個の計5個の打ち抜きを行う。しかし、仕上げ図面

のデータは図2(a)の外形線しか入力されないため、システムはこれを加工要素に分解する必要がある。

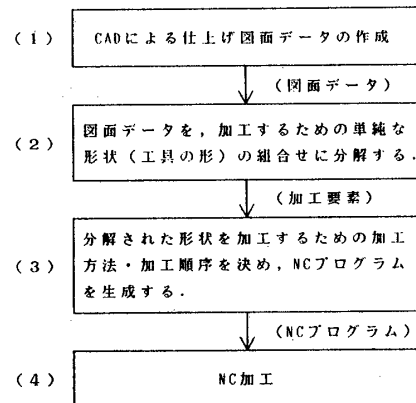


図1 NCプログラム生成の手順

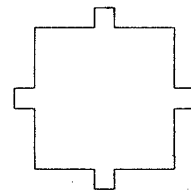


図2(a)

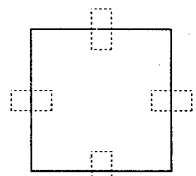


図2(b)

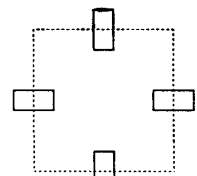


図2(c)

2.2. シルエット分離手法の応用

以上のように、図1の(2)の部分における入力図面は、CADで作成された外形線のみが与えられる。複数の工具を必要とする形状の打ち抜き加工は、外形線をシルエットとみなしこれを重複部分を有する単純な形状の組合せに分解することであると解釈できる。ここでいう単純な形状とは、1回の打ち抜きで加工できる形、すなわち工具の形状である。

このような分解を図1の(2)の部分で行う必要があるため、このためにシルエット分離システムを利用する。すなわち、図1における図面データを分離システム(図3、後述)の入力図形として与え、分離結果を図1における加工要素のデータとして使用する。

3. シルエット分離について

3.1. 輪郭線を用いた重複物体の分離

分離システムが対象とするのは、現時点では高々2物体の重なり合いに限定し、3物体以上が同じ部分で重なり合っているという状況は考えない。

重なり合った2物体を含む図形には次のような性質がある[1]。

性質1： 輪郭線の凹頂点は物体が互いに重なり合う部分の開始点である。

性質2： 重複によって消された輪郭線は、重ならずに残った局所的な輪郭線の性質を保持する延長線である。

性質3： 2物体が互いに交差する形で重複した部分の分離線は閉じた曲線を構成する、すなわち最適分離線はループを構成する。

ここに述べるシステムでは、これらの性質を利用し、まず重複によって隠された元の物体の輪郭線の一部と予想される線分(分離候補線)を見つけ出す。ついで、この分離候補線と元のシルエットとを組み合わせて、物体を分離するという手順を踏む。

一般的な分離システムにおいては、人間が図形を分解するとき各部分図形ができるだけ良い形になるように分離するというブレグナンツの法則を参考にすることが多い。このため、良い形の評価基準が必要になる。

NCシステムでは、分離手法を利用する目的は先にも述べたとおり、1つの複雑な形状の穴を1度の打ち抜きで加工できる形の組合せに分解することである。したがって分解する形状は工具の形状に対応させればよく、評価基準が明確となる。

NC加工においてしばしば出現するのは物体の端点が他の物体によって隠されている場合である。このような重複では性質3は成立しなくなる。図2に示したように2物体が一辺のみを介して重複している場合には一方の重複部分の形状決定に関し自由度が生じるため、モデル等を利用しないかぎり重複部分の形状を確定できない。本システムでは、工具の形状をモデルとして導入し、隠蔽された部分の形状決定に関する自由度を減少させる。加工に用いる工具の形状は、角(正方形)、長角(正方形)、丸(円)、長丸(長方形+半円形)等に限定されている。従って、本システムではこれらの形に分解するように限定する。

3.2. 分離処理の流れ

処理は次の2つに大別される。

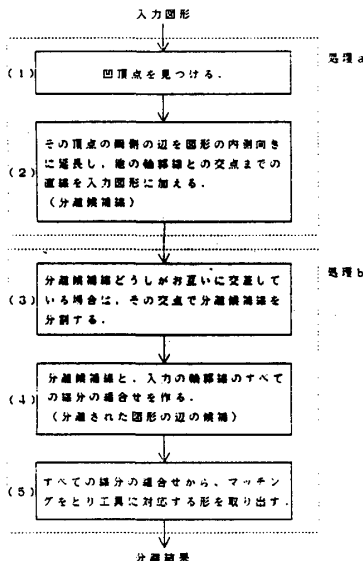


図3 分離システムの処理の流れ

a) 分離候補線を見つける

b) 入力図形の輪郭線と分離候補線から工具の形状に対応する形を取り出す。

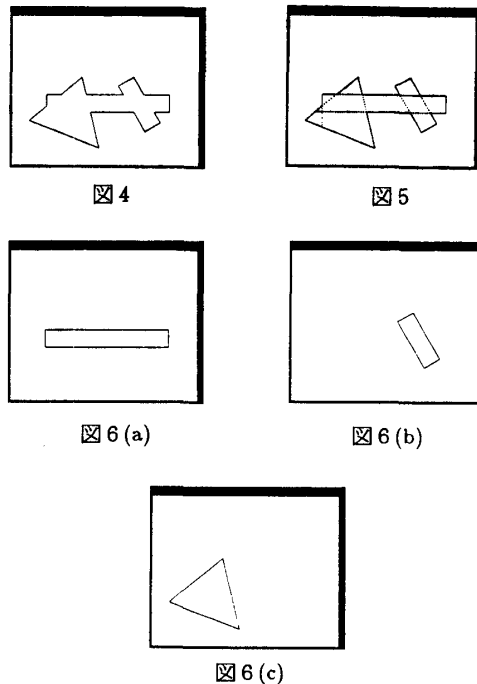
図3に分離システムの処理の流れを示す。図中の点線で囲まれた2つの部分(処理a, 処理b)がそれぞれ上記a), b)に対応している。

入力図形として、階層のおよび再帰的表現を可能にする必要性を考慮に入れ、s式(リスト)表現を採用した。これにあわせてシステムはすべてLispを用いて作成した。

3.3. 分離システムの結果

輪郭線図形を入力し、本分離システムで処理した結果の例を次に示す。

図4は入力図形の輪郭線図形、図5は分離候補線を加えた段階、図6(a)~(c)が分離結果である。



4. おわりに

重複した物体を含む図形の基本的性質に基づいて、重なり合った2物体の輪郭線図形を分離手法をNC加工プログラム生成システムの入力図形の分解の部分に応用することを提案し、実際にシステムを試作した。図形分離に関してはその結果も併せて示した。

NCプログラム生成システムへの応用を考えた場合は加工の性質上、自由曲線が入力に現れることはないが、分離システムに関しては、現時点では入力を直線のみで構成された図形に限定しているため、今後曲線も含んだ図形に対応できるようにシステムを改善する必要がある。

参考文献

[1]北橋, 伊, 古林: "シルエットによる対象物認識", 信学技報 PRU89-100(1990).  
 [2]若林, 御牧: "NC工作機械プログラム作成支援システム", 人工知能学会全国大会第3回論文集, 11-34, pp657-660(1989).