

図面からの形状特徴の認識

7D-6

沼尾雅之 増田宏 松沢裕史

日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所

1. はじめに

一般に工学図面は、省略や記号を含むため、その解釈には図面に関する知識を利用することが必要不可欠である。筆者らは三面図からのソリッドモデル合成に関する研究をしているが[1]、断面図や曖昧な三面図からソリッドモデルを構成する場合には、数学的な変換だけでは不十分で、図面認識、特に形状特徴の認識が必要不可欠であることがわかっていて[2]。たとえば、断面図図面では、断面が与えられる部分はごく一部であり、その他の部分については、断面が与えられた形状特徴との類似性によってのみ形状が類推される。

三面図についても、同一形状特徴を識別、分類するような仕組みがあると計算効率が向上する。たとえば、ある形状特徴をソリッド化するとき n 通りの曖昧性があり、それと同じ形状特徴が m 個図面上にあった場合、もし、あらかじめそれらが同一の形状特徴であるとわかっているなら全体の曖昧性は n のままであるが、図面上で同一性が判断できない場合には、ソリッド化の曖昧性は n^m になってしまう。

本稿では、形状特徴が多くの場合、図面中の閉領域の構造体によって表現されていることを利用し、閉領域の輪郭線を記号化してマッチングをとることにより、効率的に分類できることを示す。

2. 2次元形状特徴の分類

2.1 閉領域の抽出および包含関係木の構成

図面上の閉領域およびその包含関係は、次のようにして求める。

- (1) 図面の線分を常に右側にみるようにたどっていくことによってループが得られる。
- (2) これを繰り返すことによって、図面上の全ての線分に対して、方向の異なる2つのループが通ることになる。

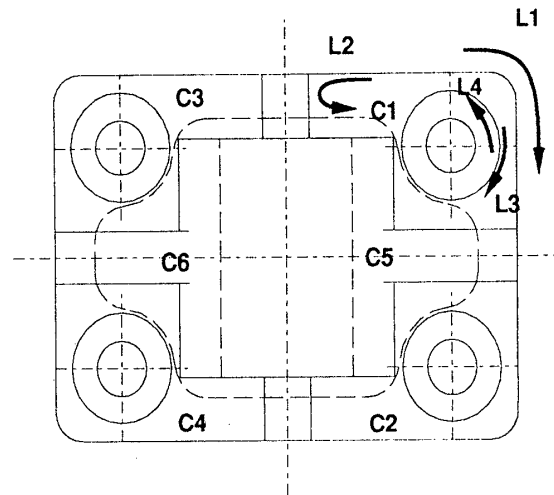


図 1: 図面からの閉領域の抽出

(3) 反時計回りのループは1つの閉領域を示し、時計回りのループはある閉領域内の子領域（複数の閉領域が連結したもの）を示す。

(4) 得られたループを親ループ-子ループという形で木構造にする。

図1に閉領域抽出例を示す。L1は図形全体を囲む1つのループ、L2はその中の1つの閉領域C1になる。L3は領域C1中の子領域を囲むループ、L4は、その子領域を構成する（この場合ただ1つの）閉領域となる。

2.2 記号の対応づけ

前提となる図面の線分要素は直線及び円弧である。直線は始点および終点、円弧は中心座標と半径および、始点角および終点角によって表現される。そして、始点角<終点角であれば左回り、そうでないときは右回りとする。円弧の最大角は90度であるので、円は4つの円弧（四分円）によって表されている。

ここで、輪郭線を構成する線分要素および線分要素間の関係を以下のような記号で表現する。

要素	記号
直線	
円弧 (左回り)	)
円弧 (右回り)	(

要素の接続関係は、ある接続点の前後の要素の接線の角度の変化を記号化する。

$\Delta A = \text{angle}(E_{\text{begin}_{i+1}}) - \text{angle}(E_{\text{end}_i})$
について、

接続関係	記号
$\Delta A = 0$	.
$0 < \Delta A < \frac{\pi}{2}$	l
$\Delta A = \frac{\pi}{2}$	>
$\frac{\pi}{2} < \Delta A < \pi$	L
$0 > \Delta A > -\frac{\pi}{2}$	r
$\Delta A = -\frac{\pi}{2}$	<
$-\frac{\pi}{2} < \Delta A < -\pi$	R
$\Delta A = \pi$	T

この記号づけは、図面の特徴である、
・線分要素は直線と円弧がほとんどである。
・線分間の角度は0度か90度が多い。
という性質をうまく利用している。しかも接続関係は要素の相対的な関係であるので、閉領域の平行移動、回転に対しては不変な記号列が得られる。

2.3 記号列のマッチング

こうして得られた記号列を Aho-Corasick のアルゴリズム [3] によって分類する。このアルゴリズムは複数のパターンを登録しておけば、あるテキストに対して、その長さのオーダで、すべてのパターンとのマッチングができる特徴がある。閉領域から記号列がとりだされる開始点は任意であるので、マッチング用テキストには記号列を2つ繋げたものを用いる。また、逆順の記号列によって、対称領域を扱うことができる。

例えば図1の領域C1, C4からは、
記号列: |>|l(.).(l>|>|.)
が、また、C2, C3からは、
記号列: |>|>|.l(.).(l>|>|.)
が得られ、これらは互いに逆順になっている。

2.4 閉領域の分割と属性によるマッチング

記号Tは、輪郭線が折り返しているところを示している。例えば、図1の領域C5, C6は、
記号列: |>|>|>|T|.l|.l|.T|>|>|>
と表せるが、こうした部分は、本来異なる領域が

滑らかにつながっているために線が省略されることが多い。したがって、2つの記号Tを手がかりとして領域を分割することができる。

上記で大まかに分類された閉領域について、さらに面積で再分類する。この段階で、円や長い記号列については同一領域とみてほぼ間違いはない。したがって、長方形などの短い領域についてだけ、線分要素ごとのマッチングによって、同一性の判定をする。

2.5 複合閉領域の分類および認識

閉領域中に他の閉領域を含んでいるような複合閉領域は、段つき穴などの形状特徴を表現している。こうした複合閉領域を分類するために、各閉領域の属性について、単体としてのグループIDおよび子領域へのポインタは与えられているものとして、以下の手順で、複合領域としてのグループIDを求める。

- (1) 子ポインタがNULLのものについては、複合グループは、単体グループと同一とする。
- (2) 同一の複合グループに属するような子領域を持つような、ある単体グループに属する親領域は、同一複合グループに属するものとする。

3. おわりに

本稿では、閉領域を構成する線分要素およびその接続関係を記号に対応づけることによって、閉領域を文字列とし、ストリングマッチングアルゴリズムを用いることによって、ラフチェックをし、さらに面積などの属性によってマッチングの精度を上げていき、ダイレクトマッチングをほとんどすることなく同一輪郭線を持つ閉領域を分類し、それと包含関係をあわせた複合クラス木を構成することによって、2次元の複合形状特徴を分類できることを示した。今後の方針としては、属性文法を用いることによって、既知の形状特徴を認識、分類することを考えている。

参考文献

- [1] 増田, 沼尾, 清水, '非多様体形状モデラとATMSを用いた三面図からのソリッド合成法' 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.3, 1994.
- [2] 増田, 沼尾, 清水, '3次元CADによる図面の認識' 93年度秋期情報処理全国大会, 1V-1, 1993.
- [3] A.V.Aho and M.J.Corasick, "Efficient String Matching: An Aid to Bibliographic Search" CACM, Vol.18, No.6, 1975.