

2P-2

手書き機械図面認識における 2面図からの3次元形状データの生成

本多庸悟, 武田美子, 金子俊一
東京農工大学工学部

1 目的

本研究の目的は、フリーハンド手書き機械図面を認識し、その3次元形状データを生成することである。現在までに、スキャナから読み込んだフリーハンド手書き図面の図式的構造データを生成し、その消書図面を出力するシステムが完成している⁴⁾(図1)。本報では、認識された手書き図面から3次元形状データを生成する手法について報告する。

2 方法

ここでは、第三角法で書かれた2面図(正面図, 側面図)を対象とする。その主な理由は①機械部品の多くは2面図で表現できること, ②2面図の処理は3面図の処理に拡張可能と考えられること, などである。対象図面は、円, 円弧, 直線から構成され、一方の面図内のすべての面が他方の面図内のセグメントに必ず縮退しているものとする。図2に3次元形状データ生成の手続きを示す。

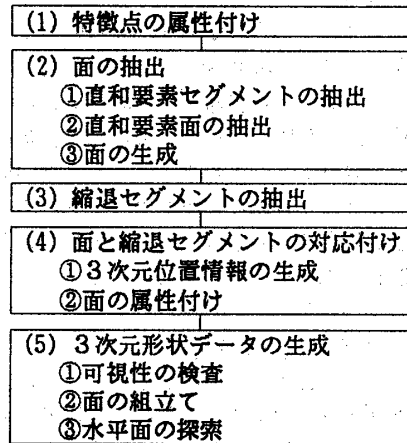
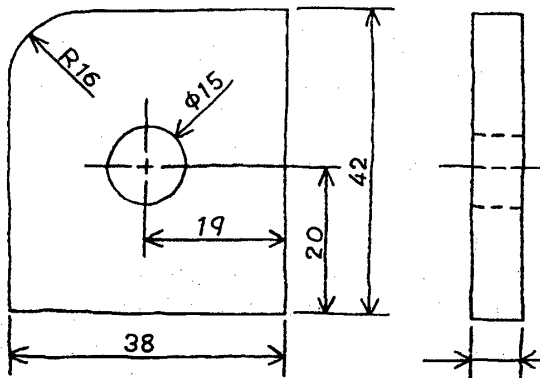
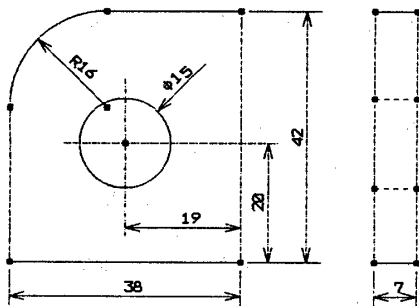


図2 3次元形状データ生成の手続き

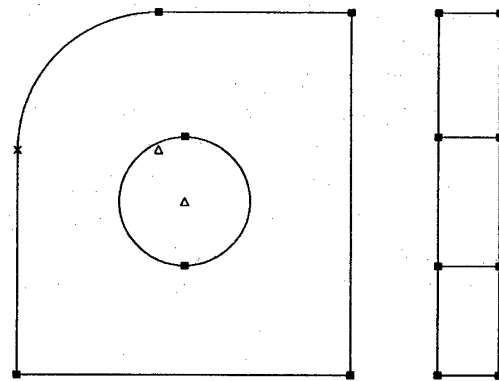


(a) 手書き原図面



(b) 消書図面

図1 フリーハンド手書き機械図面の認識



■: 確定特徴点 ×: 未確定特徴点 △: 仮想特徴点

図3 特徴点の属性付け

2.1 特徴点の属性付け

図2に示す処理の流れでは、(4)の面と縮退セグメントの対応付けが中心である。そのためまず、(1)では、特徴点に次の3属性のいずれかを与える(図3)。

- ①確定特徴点 交点, 折れ曲がり点,
円弧とX軸方向の直線の接点
- ②未確定特徴点 直線と円弧が滑らかに連結している点
- ③仮想特徴点 円・円弧の中心点

各属性の利用方法は順次説明するが、ほとんどの特徴点の属性はこれまでの処理⁴⁾による情報を用いて決定できる。

2.2 面の抽出

(2)では、3次元形状を実際に構成する面(合成面)及びセグメント(合成セグメント)を抽出する。まず、外形線を各特徴点で分割し、最小の基本セグメント(直和要素セグメント)を求める。次に、Haralick & Queeny法¹⁾を円弧に拡張したものを利用して、直和要素セグメントによって構成される最小ループ、すなわち、重複のない最小の基本面(直和要素面)を探索する。合成面は、直和要素面を重複を許して組み合わせることにより生成する(図4)。任意に選んだ二つ以上の直和要素面が直和要素セグメントを共有する場合、この直和要素セグメントを削除する。複数の直和要素セグメントが直線上に連結する場合には、連結点である特徴点を削除し、連結している直和要素セグメントを一つの合成セグメントとする。そうでない場合には、直和要素セグメント自体を合成セグメントとする。直和要素面に包含関係のある場合は、穴付きの単一の合成面とする。合成面を合成セグメントで表現する。以下、合成面を簡略化のため面と呼ぶ。

2.3 縮退セグメントの抽出

縮退セグメントとは、一方の面図内の面が他方の面図で縮退したセグメントである。①X軸に平行でなく、②折れ曲がり点を含まず、③端点が確定特徴点であるという三つの条件をすべて満たすセグメントが縮退セグメントと考えられるので、それらをすべて抽出する(図5)。現在は、ここまでの処理で実験を行っている。

2.4 面と縮退セグメントの対応付け

面を構成する各特徴点に3次元座標値を与え、面の位置、姿勢及び形状を求めるために、面と縮退セグメントの対応付けを行う。面及び縮退セグメントの各特徴点(仮想特徴点は除く)を、X軸方向に投影した位置に基づいて照合する。複数の特徴点が同一箇所に投影されるときは、確定特徴点を優先する。①確定特徴点は必ずY座標値が一致する特徴点をもち、②未確定特徴点は一致する特徴点がない場合があるという条件を満たすとき、対応付けを行う(図6)。対応付けにより各面の特徴点に3次元座標値を与え、対応したセグメントの属性(直線、円弧)から面に平面、曲面の属性を与える。

2.5 3次元形状データの生成

3次元の位置、姿勢情報をもつ各面を連結し、水平面を与え、3次元形状データを生成する。3次元情報をもつ正面図及び側面図内の面を、それぞれ独立に3次元空間上に配置する。配置した面の組合せ数を減少させるために、この並びが図面の実線及び破線の可視性を満足するか検査する。その後、正面図と側面図の面を結合する。結合は、特徴点の座標値、属性及びセグメントの属性が一致したときに行う。この処理で水平面をもたない筒状の形状が生成される。

水平面は2面図の両方で縮退され、上記の処理では生成できない。面の結合を行うときに使用されないセグメント(閉じていない部分)が単一のループを形成したとき、そこに水平面を与える。

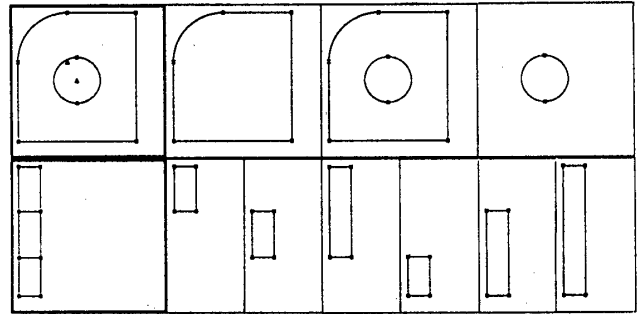


図4 面の抽出

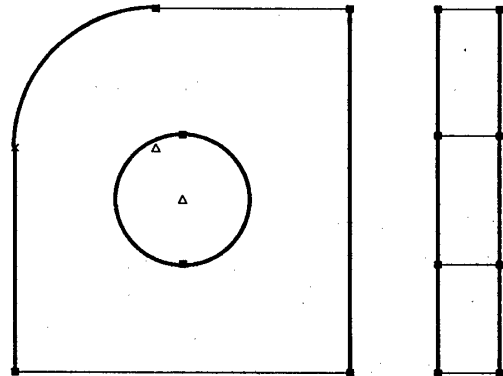


図5 縮退セグメントの抽出(太線が縮退セグメント)

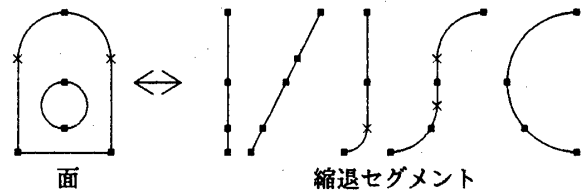


図6 面と縮退セグメントの対応

3 実験

縮退セグメントの抽出までの実験結果を次に示す。図1の図面(特徴点15,外形線13)では、特徴点17(図3),直和要素セグメント17,直和要素面5,合成面9(図4),縮退セグメント6(図5)が得られた。対象によっては、2度探索される直和要素面や、探索されない直和要素面が存在するので、その対策を講じる必要がある。

参考文献

- 1) R.M. Haralick & D. Queeney: Understanding Engineering Drawing, CGIP, Vol. 20, pp. 244-258 (1982)
- 2) 本多, 鈴木, 金子, 五十嵐, 北嶋: 機械図面の認識[手書き図面を中心として] — 機械図面の構造と手書き図面の特性 —, 昭和60年度精機学会秋期大会予稿, pp. 865-866 (1985)
- 3) 本多, 金子, 鈴木, 五十嵐, 北嶋: 手書き機械図面の特性と構造, 情報処理学会第32回(昭和61年度前期)全国大会, pp. 1375-1376 (1986)
- 4) 本多, 金子, 武田: 機械図面の認識[手書き図面を中心として] — 2面図からの3次元構造の再構成 —, 平成2年度精密工学会春季大会予稿, pp. 347-348 (1990)