

自由曲線を含む線画の円・楕円の認識

1E-2

南方 博視

(日本アイ・ビー・エム 東京基礎研究所)

1. まえがき

従来、図形を計算機に入力するものとしては、機械図面をCADシステムへ入力するために直線と円弧として認識するもの[1]や、ベクターフォントなど輪郭線の清書を目的とした直線とスプライン関数で曲線近似するもの[2]などがあつた。

最近では、扱う対象がテクニカルイラストレーション等さまざまな種類の図形を含むものまで広がっており、そのデータをオンラインで扱おうと試みられてきている。その際、図形を認識しておくことは、データ圧縮法としても有効である。また、タブレット等からのインタラクティブな手書図形入力手法としても利用できる。

我々は、こういった背景から、一般的な入力図形を円・楕円・直線・自由曲線(B-spline近似)として認識・清書する汎用的なシステムを構築した。

ベクターデータを扱うことにより、ビットマップデータに比して、データ量が小さく処理速度の向上が図れる。また、位相的にリンクされている図形を切り出すことが可能なことから、プリミティブ図形ごとの整形・編集が可能であり、またいわゆるスケールベースな処理も可能となる。

2. 処理の流れ

ここでは、図面をスキャナーから読み取り、ラスターデータをHilditchの手法で細線化し、それを折れ線近似により得られたベクターデータを扱った。

ベクター情報は、ノードからノードへのものが1セグメントとして、格納されている。

(ここでいうノードとは、端点・分岐点・交差点をさす。)

以下、各セグメントごとに形状を分析し、属性を与え、分割・統合を行ない最終的には、直線成分・円・楕円・自由曲線として認識する。(図1参照)

セグメント間の統合は、そのヘッダー情報により成されているので、ベクター点列個々にアクセスすることはなく、高速化が図れる。

2.1 セグメントの分割

ここでは、まず全図形要素を直線と曲線の要素に分け、

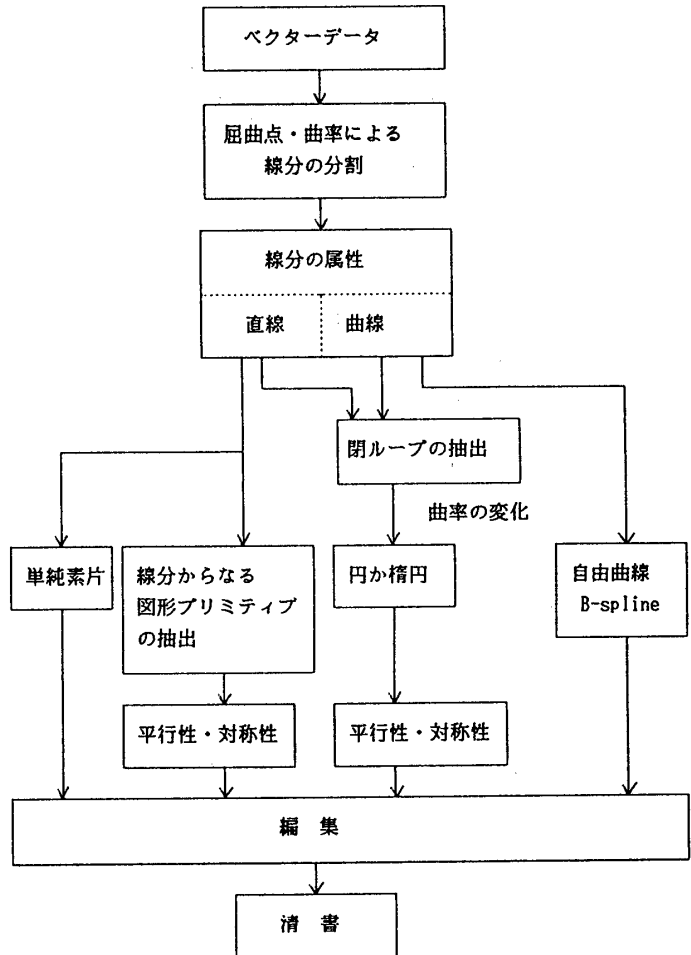


図1. 線分データの振り分け

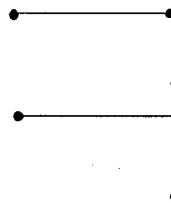


図2. セグメントの分割

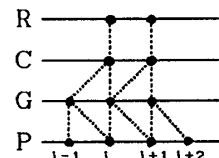


図3. 線分データ

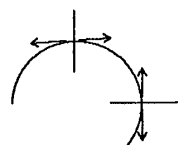


図4. セグメントの結合



図5. 閉ループの抽出

Circle and Oval Detection from General Line Drawings

Hiroshi MINAKATA

IBM Research, Tokyo Research Lab.

後処理によりそれらを統合し、図形として認識する手法をとっている。図2に示される折れ線では屈曲点を検出して、2つの別々の直線成分(セグメント)に分割する。また、鋭角を自由曲線ではスプライン近似すると誤差が大きいため、分割する必要がある。

2.2 屈曲点の検出

点列には、それぞれ座標値P、線分長L、傾きG(1次微分)、曲率C(2次微分)、離遠度Rを持たせる。

(図3参照)

$$L_i = P_{i+1} - P_i$$

$$G_i = (P_{i+1}(y) - P_i(y)) / (P_{i+1}(x) - P_i(x))$$

$$C_i = G_i - G_{i-1}$$

$$R_i = \text{MAX}(C_i * L_i, C_i * L_{i-1})$$

離遠度Rは、もとの線分の延長線から離れている度合を表わし、双方向からの大きい方の値をとる。ここでは、Rが閾値以上の点を屈曲点とした。

2.3 属性の決定

各セグメントのCの値とCの和を求め、直線成分か曲線成分かの2通りに属性を決める。

2.4 セグメント間の統合

セグメントは、ヘッダー情報として、属性と端点の座標と端点での方向ベクトルを持っている。(図4参照)端点が近く、方向ベクトルが相反しているセグメント間で、統合を行う。また、図5の場合を避けるため、統合の過程で端点間の距離が近づけば、閉ループとしてフラグをたて、それ以上の統合を行わないようにした。

2.5 閉ループの抽出

閉ループのフラグのたっているセグメントにおいて、曲率Cを調べ、それが単調変化(変曲点をもたない)であれば、円か楕円としてパラメータを求める。

入力した線画(図6)を以上の処理を施して、認識した結果が図7である。

3. あとがき

機械組立て部品図を例にとり、ベクター情報から円・直線・自由曲線として認識した。図7では、小さい円を折れ線近似した際、曲率の値が大きくなるためセグメントを統合する際の条件を満たさず、円として抽出できていない。

今後は、扱う対象のスケールにより、動的にパラメータをかえる手法を検討していきたい。

参考文献

- [1] 本多ら：フリーハンド手書き図面の認識システム、情報処理第36回全国大会(昭63前)
- [2] 斉藤：輪郭線のスプライン近似における節点の決定方法、情報処理第37回全国大会(昭63後)

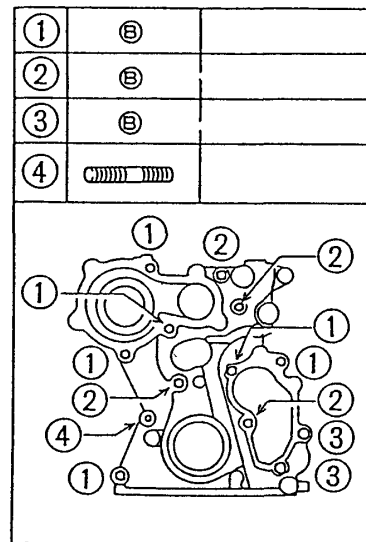


図6. 入力データ

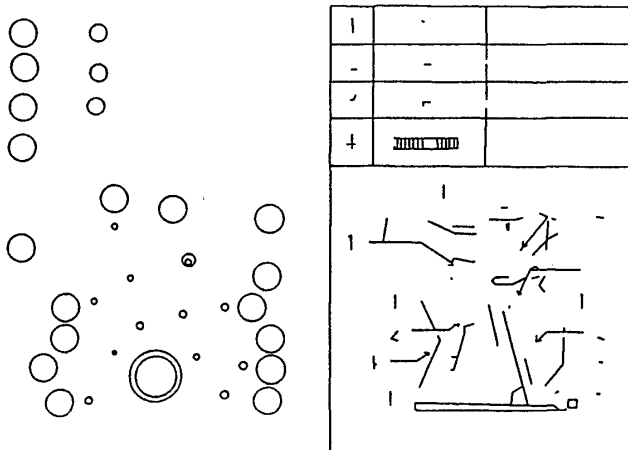


図7.1 円成分

図7.2. 直線成分

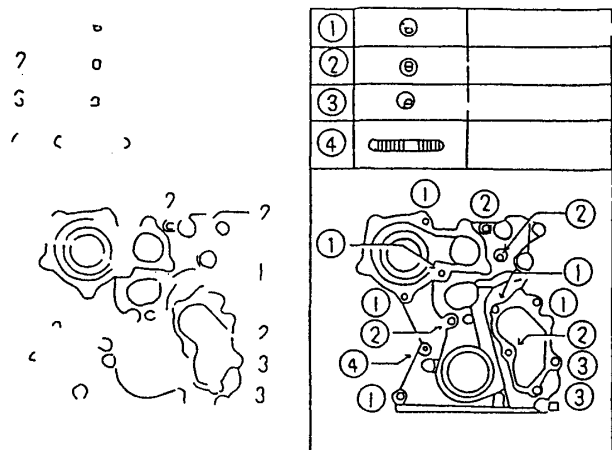


図7.3. 自由曲線

図7.4. 出力結果