

8C-4

図形あてはめによる円・円弧抽出手法

谷川 智秀, 堀 修

東芝 研究開発センター

1 はじめに

既存の図面を計算機で有効に利用するために、スキャナから光学的に読みとった二値画像データをCADシステム等で扱えるグラフィックデータ(ベクトルデータ)に自動的に変換するラスタ・ベクタ変換手法が種々提案されてきた^[1]。高品位なラスタベクタ変換を行なうためには、直線、円・円弧等の基本図形の効率的な抽出が重要となる。

従来、円を抽出する方法としてHough変換を利用した方法^[2]をはじめ、種々の方法が提案されている^[3]。

しかし、これらの方法には抽出する円の大きさの範囲が限定されていたり、メモリ・計算量が非常に大きくなったりするものや円弧抽出には適さないものがある。図形の交点で実際は一つの図形要素であるはずの円や円弧が途切れて複数の図形に分割されるといった問題もあった。

今回、次のような特徴を持った円・円弧抽出手法について報告する。

- 抽出する円・円弧の大きさに制限がない。
- 図形の交差部において途切れない。

本手法では、線図形の連続性を保存する細線情報と線図形の形を保存する輪郭線情報の両方を用いている。これにより接触・交差部においても安定して円弧を抽出することが可能になった。

2 円・円弧抽出法

2.1 処理の概要

本手法の処理の概略を図1に示す。

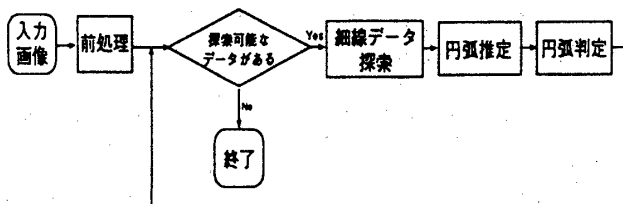


図1: 処理のながれ

前処理では、二値画像データとして入力されたラスタデータの細線化、輪郭線抽出を行なう。さらに線分近似し短線分の細線データ・輪郭線データを作る(図2)。

抽出の処理の手順を次に示す。

1. 2つの連続する細線データを初期データとする。
2. 細線データの組から円弧の中心と半径を計算する。
3. 計算された中心と半径の判定を行なう。

A method for detecting circular arc based on figure fitting
Satohide TANIGAWA and Osamu HORI
TOSHIBA Reserch and Development Center

4. 求められた円弧に接続すべき細線を細線データ・輪郭線データの情報を探索して決定する。
5. 探索可能な細線データがなくなるまで、2~4の処理を再帰的に行なう。

このように細線データの一つ探索することに円弧のあてはめを行ない、常にその時点で一番評価値の高い円弧を保持する。

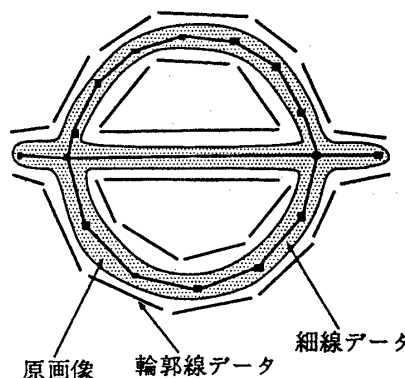


図2: 細線と輪郭線データ

2.2 推定円弧の生成

円弧の推定は、次の手順で行なう。

1. 候補となる各細線データ上の点を数点抽出し、これらの点列 $\{(x_i, y_i)\}$ の円方程式

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 - r_0^2 = 0$$

に対する誤差の二乗和、すなわち

$$E(x_0, y_0, r_0) = \sum_i \{ \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} - r_0 \}^2$$

を最小にする中心座標 (x_0, y_0) 、半径 r_0 を求める。

2. 円弧の判定は、1で計算された円と計算に用いられた各細線データとのずれを評価する。
3. 円弧の始終端を計算する。

2.3 細線データの探索

要素図形が交わった部分では、細線データに分岐が生じる。これらの探索可能な細線データの組み合わせのすべてについて円弧推定を行なうのは不可能である。そのため、不必要な細線データに対する枝刈りが重要である。本手法では図形の形状を良く保持する輪郭線データの情報を参照することによって効率の良い探索を実現している。探索は次の条件をみたく細線データについて再帰的に行なう。

- 現在の候補が円ではない。
- 探索途中の細線データの組と交わらない(図3(a))。
- 細線データの近傍の左右の輪郭線データと推定円弧が交差しない(図3(b))。

- 新たに細線を加えた時の推定円弧と、加えなかったときの円弧とのずれがしきい値以下(図4)。さらにこれらの条件を満足するものに対して、もっとも誤差の少ないものから探索する。

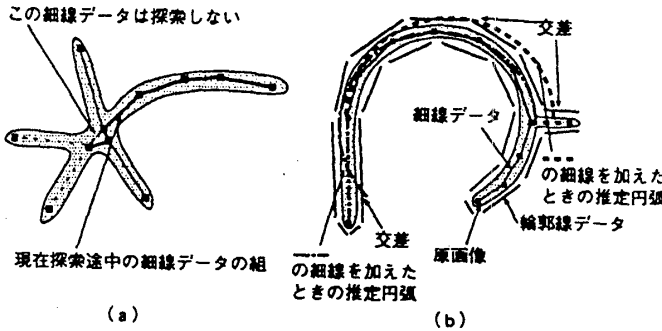


図3: 枝刈りの例

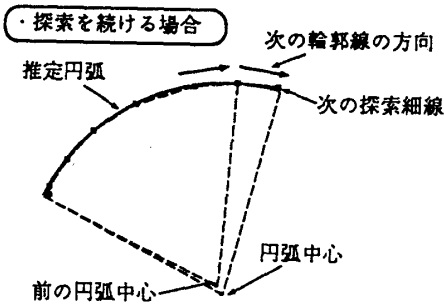
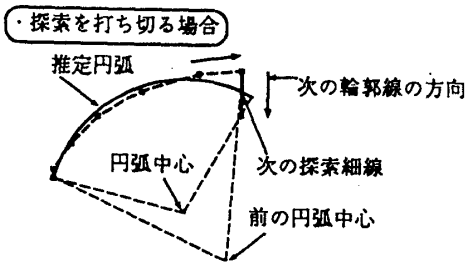
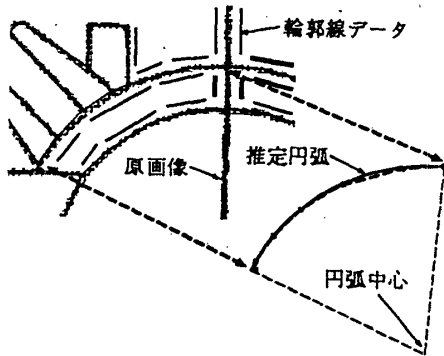
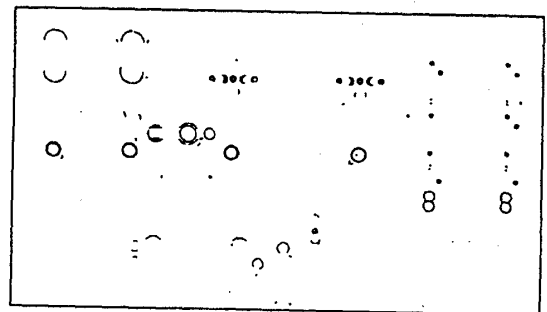
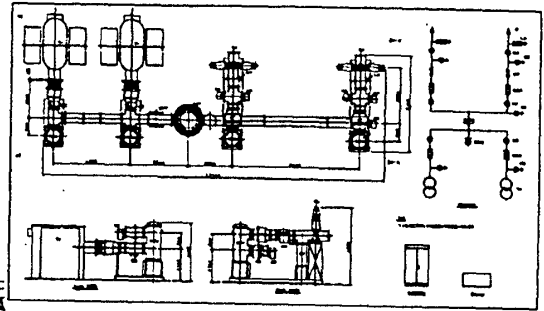


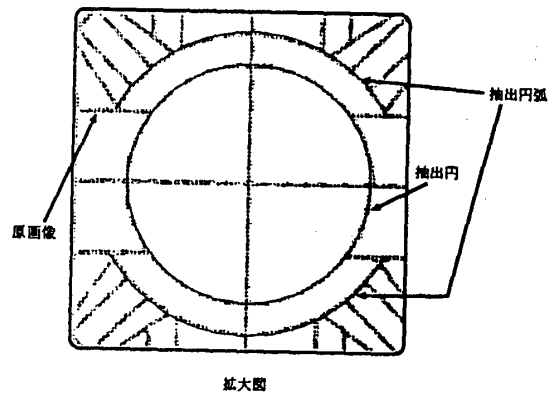
図4: 探索細線の選択

3 実験結果

以上で述べたアルゴリズムを用いて、実際の機械図面(A3サイズ)に対して円・円弧の抽出を行なった(図5)。図形の交差している部分においても途切れることなく、原画に忠実な円・円弧が抽出できることが確かめられた。



全体の抽出結果



拡大図

図5: 抽出結果

4 おわりに

本稿では、図面中の図形の連結性に基づいて細線と輪郭線の情報を用いて図形あてはめを行なうことによる円・円弧を抽出する方法を述べた。

しかし、複雑に分岐した部分では抽出の速度、精度ともに悪くなる。このような部分に対しても高速に安定して抽出できるように対処する必要がある。また、直線部分を大きな円弧の一部として抽出する場合があるので改善を要する。

参考文献

- [1] 恒川 尚: “設計図面の自動読み取りについて”, 「グラフィックスとCAD」シンポジウム(1984)
- [2] Kultanen P., E. Oja, L.Xu, “Randomized Hough Transform(RHT) in Engineering Drawing Vectorization System”, Proc. MVA, 173-176, 1990
- [3] 大沢 裕, 山川 修三 他: “図面の認識と理解”, 昭晃堂, pp.83-86, 1989