手書き図面を対象とした線画処理システムの開発に関する研究

静岡大学大学院 理工学研究科 システム工学専攻
若林研究室 5093-0220 仲 信行

2000年05月26日

1 はじめに

今日，生産分野において生産活動の合理化のために，設計から製造にいたるさまざまな段階においてコンピュータを利用している．製造物の設計図面を引く作業もCADと呼ばれるシステムで行われている．

設計図面をCADで扱うことの利点は，図面の修正が容易であったり，以前のデータを流用することが容易である点である．しかし，過去から蓄積されてきた図面はいまだ紙メディアで保存されているものが多く，これらをCADなどのアプリケーションで簡単に使えるようにすることは非常に有用であると考える．

そのため本研究は，スキャナ等でデジタル画像化された図面データに画像処理を施すことによって，線分や円弧といった意味のある形を認識し，それをCAD等のアプリケーションで扱うことのできるベクトル形式のデータにして出力するシステムの研究を行う．ここで手書き図面とは，CAD等で作成した図面データではなく，紙に製図したものおよびラフスケッチのようなものを想定する．したがってシステムでは，製図として描かれた図面と定規等を使わないいわゆる”手書き”で描かれたスケッチの2通りに分けて考え，それぞれ処理にはどのような問題があるのかを考え，その処理方法を検討してゆく．

2 処理の概要

考えている処理の流れを図1に示す．

入力データとして，あらかじめスキャナ等で図面を画像データとして取り込んだデジタル画像データを用いる．

入力された図面(画像)は，まず前処理段階として後の特徴抽出や認識の過程において特徴成分の抽出を容易にするための補正処理を行う．

そして，線分や円弧などの識別のための構造情報を画像から抽出する．抽出のためのアプローチを大別すると信号処理的な手法とパターンマッチング的な手法が考えられる．

最後に抜き出された構造情報を利用して，どのような要素にあてはまるのかを識別し，その結果をベクトル形式のデータ(CADデータ)として出力する．

出力されたデータはシステムによって自動的に識別されたデータなので，間違って識別されたものが存在する可能性がある．それをCADを使用して対話的に修正し，最終の出力とする．

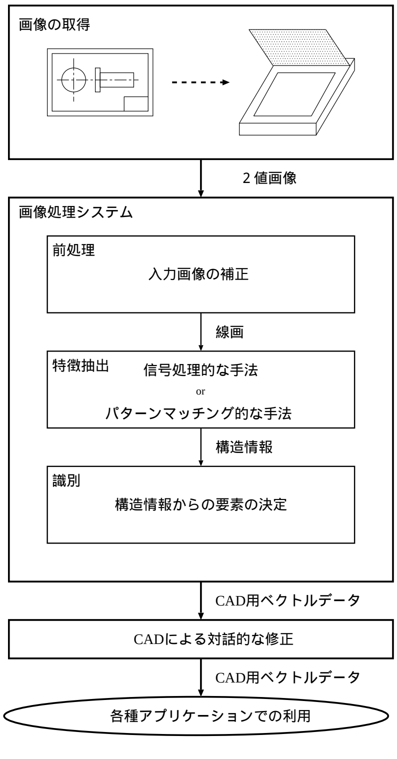

図1: システムの処理の流れ

3 前処理

スキャナで入力したデジタル画像には一般に各種の歪み，ノイズなどが含まれており，これらは画像から特徴抽出を行う前に可能な限り取り除いておく必要がある．この様な補正の処理を前処理と呼び．本システムでは細線

化，雑音除去という補正を考えている．

細線化とは，太さが不揃いな線画の線分を１画素幅に整え，その線を線分の中心線として抽出する処理である．抽出された中心線は最小のデータ量で元の画像の基本的な構造情報を表しているため，情報量を押えながら，線画の構造情報を保つことができる．

雑音除去とは，線画の要素とは関係無いノイズを除去する処理である．

4　特徴抽出

スケッチした図面は線や円弧などの要素が歪んでいる可能性が高く，逆に製図として描かれた図面はどの要素も正しく描かれている．このような性質を持つ図面を認識するため適切なアプローチをそれぞれ検討する．

一般に画像から構造情報を抜き出すための手法として，画素の並びを数値的に解析する信号処理的な手法と，画素の並びとテンプレートとの整合性を測るパターンマッチング的な手法がある．

4.1　信号処理的手法

信号処理的な手法は，数値的な解析を行うので手書きの歪んだ線でも近似計算を行うことによって特徴を割り出すことができる．この手法にはHough変換，最小二乗法などの利用が考えられる．

Hough変換とは，直線であろうと思われる画素に対して

$$\rho = x\cos\theta + y\sin\theta$$

という変換式を用いて (ρ, θ) 平面上の曲線に変換し，もっとも多くの曲線が交わる点を

$$y = \frac{\rho}{\sin\theta} - \frac{x}{\tan\theta}$$

という逆変換式を用いて直線パラメータを抽出する手法である．

最小二乗法とは，導き出した関数と測定点間の距離の誤差が最小になるようにする手法であり，直線の場合 (x_n, y_n) のデータ (n = 1...N) に最も当てはまる直線を $y = a + bx$ とすると，切片 a と傾き b は，データの平均値を用いて求められる．

4.2　パターンマッチング的手法

パターンマッチング的な手法は整合性を測るため，製図として描かれた正確な図面に対して有効であると考えている．この手法にはテンプレートマッチングがある．

テンプレートマッチングは，入力パターンとあらかじめ記憶してある標準パターンとを重ね，もっとも一致した標準パターンを入力パターンの識別結果にする手法である．

5　識別

認識の段階では，特徴抽出の段階で抽出された線分，円弧の候補という構造情報を利用して線画の要素を識別する．単一の線分や円の場合はそのまま出力すればよいが，複数の線分や円弧が集まってできた要素はそれがどのような要素として識別できるのか判定をする必要がある．

6　システムの試作に関して

現段階での試作システムの仕様をまとめる．

認識する要素は線分，円，円弧，三角形，４角形等の多角形とし、文字は認識しないこととする．また，線の幅や種類，矢印などの要素の属性となるパラメータは識別しないこととする．

入力として扱う画像は図面を対象としているため，色数は２値の画像とし，画像のフォーマットはSun Raster形式の画像とする．また，画像をスキャナで取得する時の解像度は，線の幅を基準に考える．解像度と線の幅の関係を表 1 に示す．

表 1: 各解像度における線の幅

解像度＼線の幅	0.25(mm)	0.5(mm)	1.0(mm)
72(dpi)	1(pixel)	1(pixel)	3(pixel)
100(dpi)	1(pixel)	2(pixel)	4(pixel)
120(dpi)	1(pixel)	2(pixel)	5(pixel)
144(dpi)	2(pixel)	3(pixel)	6(pixel)

図面で利用する線の幅は用途によって決まっているため，使用する線の幅と同じ比を持ち，また 1 ドットの精度からみて充分と思われる解像度は100 dpiとなる．よってこの解像度を用いることとする．

また，本システムの出力となるベクトル形式のデータはオリジナルのリスト形式とする．

7　今後の展望

現在はシステムの設計の段階でさまざまな手法を調査，検証している段階である．今後これらの手法を実際にプログラムにし，実験を行うことによって検証を進め，また新たによい手法があればそれも実験し，システムの設計を進める．また，システムを評価するサンプル画像がまだ少ないので，サンプル画像をさらに増やす．