

固有ベクトルを利用した線図形のベクトル化

5G-06

河村 光宏 日隈 直紀 水野 一徳 西原 清一 福井 幸男
筑波大学 電子・情報工学系

1. はじめに

近年、図面をコンピュータ上で管理するため、もしくは、CAD で活用するために、図面処理・図面認識に関して多くの研究が行われている[1]。図面処理の基本的な処理の一つに図形のベクトル化がある。従来、ベクトル化は、図面をスキャナで読み込み、2 値化処理を施す。次に 2 値化した画像に対し、細線化処理を施し、折れ線で近似するという手法で行われている。しかし、従来の手法で主役となる細線化処理[2]は、画像データが膨大なデータ量をもつことや、細線化が線幅に依存するため多大な時間を要するという問題がある。また、細線化処理は、2 値化までの段階で生じるノイズに大きく作用されてしまう。また、画像の交差点近傍でひずみが生じてしまう[3]。

本研究では、画像の点列を統計的に処理することで、ノイズに強い手法を開発することを目的とする。そこで分散共分散行列の固有ベクトルを利用し、ベクトル化する手法を提案する。

2. システムの概要

提案するシステムは、入力データとして、2 値の線図形と閾値を与える。ここで、閾値とは、入力画像の線幅に関係し、線幅よりやや大きめに与える。システムは、大きく 2 つの処理に分けることができる。1 つは、入力画像を線分毎にグループ化し、固有ベクトルで近似する処理である。固有ベクトルでの近似は、線分の判断しかできないため、点列を線分毎にグループ化する必要がある。もう 1 つは、近似した線分を補正する処理である（図 1）。

1 つ目のグループ化の処理は、2 値画像を入力したら、まず画像のすべての点に対し x, y 座標値を割り振る。このとき左下を原点とする。原点から右上に向かって黒画素を検出していき、グループ化の開始点を決める。検出した開始点から 8 近傍追跡を行い、連結する黒画素を抽出していく。

このとき黒画素を 1 点追加した時点で x 座標値の分散・ y 座標値の分散・ x, y 座標値の共分散を計算する。固有ベクトルは、追跡範囲を一回り大きくした段階で計算する（図 2）。そして固有ベクトルの計算後、グループ化の終了条件に当てはめる。固有ベクトルの利用法と終了条件に関しては、3 節で詳細を述べる。入力画像のすべての点に対し、これらの処理を行う。

すべての線分が近似されたら、2 つ目の補正処理を施す。補正処理に関しては、4 節で詳細を述べる。

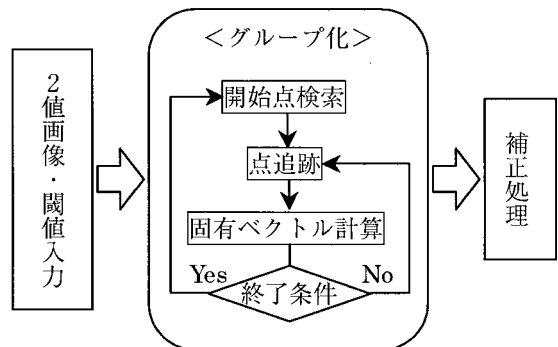


図 1. システム概要

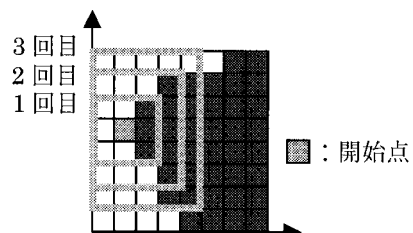


図 2. 固有ベクトルの計算段階

3. 固有ベクトルの利用法と終了条件

3.1 固有ベクトルの利用法

すべての点において、 x, y 各座標値をそれぞれ独立データ群とみなし、分散・共分散を計算し、分散共分散行列を考える。その固有値・固有ベクトルは、2 次の行列なので、2 つの固有値・固有ベクトルが計算される。固有値は、データの分散を表すので、単位長さの固有ベクトルに固有値の

平方根を掛けると、点列の偏りの方向と大きさを認識することができる。ここで、2つの固有ベクトルのうち、大きい方の固有ベクトルを第1固有ベクトル、小さい方を第2固有ベクトルと呼ぶことにする。そして、固有ベクトル比というものを次式で表す。

$$\text{固有ベクトル比} = \frac{\text{第1固有ベクトルの大きさ}}{\text{第2固有ベクトルの大きさ}}$$

そして、第2固有ベクトルの大きさが小さく、固有ベクトル比が大きければ、点列は、線分であると判断できる。

3.2 グループ化の終了条件

グループ化の終了条件について以下に示す。

- 固有ベクトル計算を、少なくとも閾値ピクセル数の回数は続ける
 - 開始点付近では、固有ベクトルが安定しないため
- 固有ベクトル比が減少した場合
 - 第2固有ベクトルの変化率の方が第1固有ベクトルの変化率より大きいいため
- 第2固有ベクトルの大きさが線幅より大きい場合
 - 線分とみなせないため
- グループ化すべき黒画素がない場合
 - このような条件に当てはまった場合は、グループ化を終了し、グループ化した点列を第1固有ベクトルで近似する。

4. 補正処理

固有ベクトル近似した線分は、固有ベクトル比が大きく、第2固有ベクトルの大きさが小さいほど、精度の高い線分が得られることが言える。よって、補正処理を行うために抽出した情報を以下に示す。

- 線分の端点の座標値
- 固有ベクトル比
- 第1・第2固有ベクトルの大きさ

補正処理の方法として、1つの端点に対し、線幅の距離の中に他の線分の端点が複数点検出される場合は、それらの端点の重心を求め、端点の位置を求めた重心点で補正していく。一方、1つの端点に対し、他の線分の端点が1点のみ検出される場合は、2線分の交点を求め、端点の位置を求めた交点で補正していく。例外として、2線分の固有ベクトル比の差が2倍以上離れている場合は、他の処理を行う。この場合、固有ベクトルの比が大きい方の線分を優先させるように交点の

位置をずらす処理を行う。また、線幅の距離に他の線分の端点が検出されない場合は、最短の端点を1点のみ検出される場合と同様に補正していく。

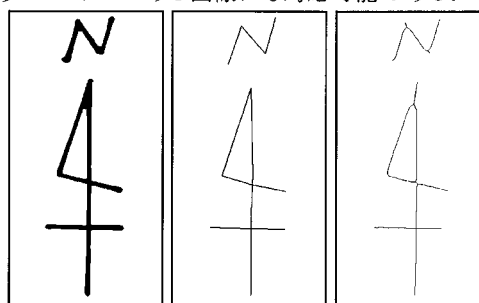
5. 実行例と評価

5.1 実行例

入力画像は、図3(a)のような600×300の2値bmpファイルを用い、入力閾値を20（線幅が最大で15pixel）とした。そのときの本手法での実行結果を図3(b)に示す。

5.2 評価

評価として、フリーソフトの細線化処理[4]と比較する。入力画像（図3(a)）で実行したときの結果を図3(c)に示す。図3(c)より細線化では、特有のひずみが生じている。一方、本手法では、図形形状だけ見れば、良好な結果が出ている。この手法は、図形形状をベクトル化できれば十分という要求にも対応できている。さらに、点列を統計的に処理しているので、細線化では対応できない多少のノイズのある画像にも対応可能である。



(a)入力画像 (b)本手法 (c)細線化
図3. 実行結果

6. まとめ

本報告では、分散共分散行列の固有ベクトルを利用することで、2値の線図形をベクトル化するシステムを提案した。

今後は、2値の線図形だけではなく、グレースケールの画像や、曲線部分に対しても対応可能なシステムづくりを目指す予定である。

参考文献

- [1] 小林邦彦, 大沢裕: “芯線化と細線化の併用による図面のベクトル化”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J77-D-II, No.7, pp.1395-1397(1994)
- [2] 田村秀行, “細線化法についての諸考察”, 電子情報通信学技術研究報告, PRL75-66(1975)
- [3] 余永航, 松田一郎, 米山範隆, 伊東晋: “地図画像からの道路ネットワークの自動抽出”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D-II, No.11, pp.1990-1999(1999)
- [4] 細線化 <http://www.kt.rim.or.jp/~s-iida/saisen/saisen.htm>