

ファジィ理論を用いた輪郭抽出に対する一考察*

1K-9

伊東直子 亀倉龍 孫牧 嶋津義久 横山光男 松下温†
慶応義塾大学‡

1 はじめに

ファジィ理論を用いた輪郭抽出法は、種々の画像に対して有効である。我々の研究では、画像の色彩情報(色相・明度)をファジィ集合で表し、これを用いて、画像における色の変化の様子を調べ、輪郭であるかどうかの判断を行なっている。さらに、推論ルールの自動生成についても実現している。

今回の報告では、我々が実現している方法について、結果を検討し、さらに有効な輪郭抽出法の提案を行なう。

2 ファジィ理論を用いた輪郭抽出法

ファジィ理論を用いた輪郭抽出では、画像に応じて設定した、色相・明度軸上のファジィ集合を用いて、色の変化の様子を調べる。このため、3×3ピクセルのマスクを用いて、各ピクセルの周辺ピクセルの色の変化の様子を調べ、中心ピクセルが輪郭であるかどうかの推論を行なう。色相・明度値の入力パターンとマスクパターンとの適合度が、輪郭である度合いとなる。

我々が提案する基本パターンは図1に示す6つであり、ユーザがメンバーシップ関数を調節することにより、種々の画像に対応させる[1]。

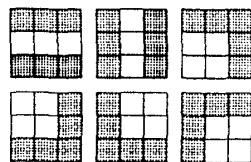


図1: 6つの基本パターン

また、結果がユーザに依存しないように、メンバーシップ関数の設定を自動的行なう方法についても実現している[2]。この方法では、6つの基本パターンとは独立に、画像に応じたパターンが生成される。この方法では、特定の色特徴をもつ物体のみの抽出も可能である。

以下、自動生成の手順について説明する(図2参照)。

1. サンプル画像の選択と輪郭のトレース
自動生成のためには、輪郭周辺の情報をシステムに入力することが必要である。このため、目的としている種類の画像の中から、サンプル画像を選び、ユーザが所望する輪郭をトレースする。デー

タは、明度値または色相値についての、3×3ピクセルのパターンとして扱う。

2. クラス分け
サンプルデータを、パターンの類似性をもとにクラス分けする。すなわち、輪郭周辺に関するデータを、その方向性および濃度差によって分類する。
3. メンバーシップ関数の生成
メンバーシップ関数は、2で作成された各クラスについて、3×3の各ピクセルごとに設定する。このため、各クラスについて、3×3の各ピクセルごとに、データの平均値および分散を計算し、平均値を頂点とし、分散に係数 α を乗じた値を傾きとするような三角形型の関数を求める。

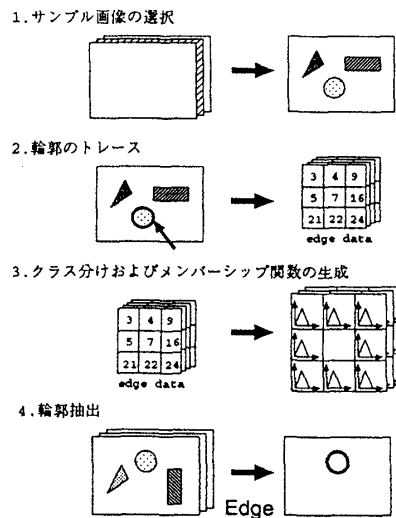


図2: 自動生成の手順

3 輪郭抽出法についての検討

3.1 自動生成による輪郭抽出法の利点

第2章では、輪郭の基本パターンを規定した輪郭抽出法、および、輪郭をトレースすることにより得られるルールを用いる輪郭抽出法の2つについて述べた。

自動生成による輪郭抽出法では、基本パターンを規定した場合に比べて、

*A study on edge detection using fuzzy theory

†Naoko Ito Ryu Kamekura Boku Sun Yoshihisa Shimazu Teruo Yokoyama Yutaka Matsushita

‡Keio University

- ユーザがサンプル画像をトレースするだけで、推論ルールが自動的に生成され、メンバーシップ関数の調整が全く必要ない。
- 特定の輪郭のみを抽出することが可能である。

といった点で優れており、より有効な輪郭抽出が可能である。

図3に示す原画像について、2の手順により、赤い物体、黄色い物体のみをトレースして得られたルールを用いて、輪郭抽出を行なった結果をそれぞれ図4(a), (b)に示す。このように、2で述べた自動生成のアルゴリズムにより、所望する輪郭のみを得ることができる。

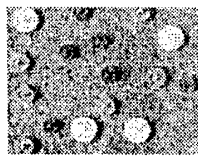


図3: 原画像

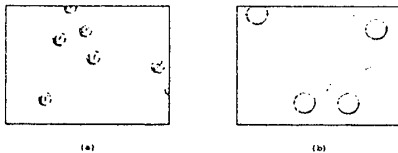


図4: 結果

3.2 自動生成による輪郭抽出法の問題点

図3の画像から図4の輪郭を得るために、生成されたルール数は、それぞれ27, 40であった。そこで、図4(b)の場合について、生成された各ルールごとに抽出される輪郭を調べてみた。図5において、横軸は輪郭の度合、縦軸は抽出されたピクセル数を示す。

これより、生成されたルール全てが、輪郭抽出に貢献しているわけではなく、冗長なものや、無駄なものが多いことがわかる。したがって、ルールの最適化が必要である。

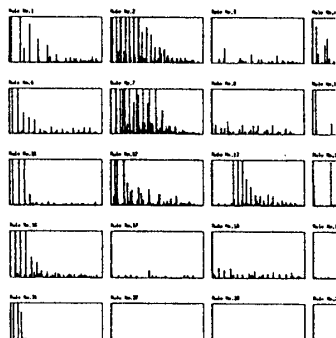


図5: 輪郭の度合と抽出されるピクセル数の関係

また、ユーザが多種の色特徴の輪郭を所望する場合には、トレースするという作業には、手間がかかりすぎてしまうという問題もある。

4 有効な輪郭抽出法の提案

自動生成による輪郭抽出法では、今回、明らかになったようないくつかの問題点がある。また、輪郭のパターンは、6つの基本パターンに類似したものであるにもかかわらず、基本パターンを全く考慮に入れていなかった。

そこで、前処理として、基本パターンによる輪郭抽出を行ない、あらかじめ全体の輪郭の情報をもたせておくことによって、自動生成時における問題点を解決する、次のような方法を提案する。

1. 基となる輪郭の抽出

基本パターンを用いて、基となる大まかな輪郭を抽出する。メンバーシップ関数は、ユーザに依存しないように、FCMなどの方法を用いてクラスタリングにより設定する。この際、領域抽出の考え方を用いて、類似した特徴をもつ部分に分ければ、それぞれの部分に応じたメンバーシップ関数の設定が可能である。また、基本パターンから得られる輪郭は、点としての情報しかもっていないが、領域抽出を併用することにより、境界としての情報をもたせることができる。

2. ユーザが所望する輪郭の抽出

輪郭抽出と領域抽出を併用することにより、物体の位置を考慮に入れた輪郭抽出が可能となる。図4では、赤い物体あるいは黄色い物体全てが抽出されていたのに対し、1であらかじめ、物体の位置と輪郭の情報をもたせておけば、ある特定の赤い物体の輪郭のみを抽出することが可能となる。1で得られた基となる輪郭のうち、必要な輪郭については、厳密にルールを作り直すことにより、所望する輪郭が得られるルールが生成される。

3. 最適化

1で基本パターンによる基の輪郭を抽出しておくことにより、生成される無駄なルール数を、少なくすることができる。さらに含まれる冗長なルールについては、GAなどを用いて除くことができる。

5 おわりに

本論文では、我々が実現しているファジィ推論による輪郭抽出法に対し、検討・考察を行ない、さらに有効な輪郭抽出法を提案した。今後、この手法を実現して、実際の有効性を調べる予定である。

参考文献

- [1] 伊東直子 亀倉龍 田代秀夫 横山光男 松下温, ファジィ理論を用いた輪郭抽出-画像の特性に合わせたメンバーシップ関数の自動生成-, 情報処理学会全国大会講演論文集 46th[2], 135-136, 1993
- [2] Ryu KAMEKURA Hideo TASHIRO Naoko ITO Teruo YOKOYAMA Yutaka MATSUSHITA, Adopting Fuzzy Reasoning in Edge Detection of Color Image, International Workshop of Image Analysis and Synthesis, 1993, to be published