

## ファジィ理論を用いた輪郭抽出

## 2C-7 -画像の特性に合わせたメンバーシップ関数の自動生成-\*

伊東直子 亀倉龍 田代秀夫 横山光男 松下温†  
慶応義塾大学‡

## 1 はじめに

画像情報の一つである「輪郭」は、画像の解析や分類に有効であり、その抽出については様々な方法が提案されている。しかし、画像は扱う対象によってその特性が異なっているため、既存の方法ではいずれをとっても、ある特定の画像については適当な輪郭が抽出できるにもかかわらず、全ての種類の画像に対して有効であるとはいえない。とはいえ、多種に及ぶ画像に対し、それぞれに適当な方法を見いだしてはそれを適用するという方法では、処理効率が悪い。

そこで、我々は、全ての画像をある程度の統一性をもって処理しつつ、扱う画像の特性に適応した方法で、輪郭抽出を行うことが必要であると考えた。そして、これを実現するための手段として、「ファジィ」理論を用いることを提案する。この方法では、適当なメンバーシップ関数を選択することにより、単一のルールを適用して、異なる特性の画像の輪郭を抽出すること、また、メンバーシップ関数が、人間の視覚的(感覚的)な色の概念と相重なるため、適当なメンバーシップ関数を直感でとらえることが可能である。

## 2 画像の輪郭抽出

## 2.1 輪郭

画像の中の物体と物体、あるいは物体と背景の境目が輪郭である。輪郭においては、画像の濃度(明度)や色に急な変化があるため、輪郭を抽出するためには、これらの変化に注目すればよい。

しかし、実際の画像では、人間が目で見ると認識するような部分でも、濃度の変化がステップ状ではなかったり、変化量のごくわずかであったりすることが多いため、希望する輪郭を抽出することは意外に困難である。

このため、デジタル画像の輪郭抽出として、差分法、Prewittの方法、Sobelの方法など、様々な方法が提案されている。これらの方法では、自然画像では、色の変化があればそれに伴い濃度(明度)変化も生じる

として、濃度変化のみを利用している。

## 2.2 色彩情報の利用

濃度の変化だけでは、輪郭抽出が困難な場合がある。光源により引き起こされる明暗、すなわちシェーディングやシャドウの影響や、あるいは、扱う画像が自然画像ではない場合にはとくに、色が異なっても濃度が等しかったりするためである。そこで、色彩画像においては、画像の濃度の他に、色彩情報を利用する方法が有効となる。

色彩を表現する表色系としては、RGBなどの物理的表色系と、色相・明度・彩度により表現される知覚的表色系が存在する。色彩画像は、赤(R)、緑(G)、青(B)の3つの色で、すなわちRGB表色系で構成される。しかし、RGB値は互いに相関が強いため、これを輪郭抽出に適用しても、よい結果が得られない場合がある。これに対し、色相・明度・彩度は独立性が強く、画像処理に適している。そこで、RGB値を知覚的表色系に変換する必要がある。

## 3 ファジィ理論を用いた輪郭抽出

ファジィ理論を画像の(明度も含めた)色彩情報に適用することは、大変有効である。なぜなら、色合いや明るさは連続的に変化するため、赤・緑・青、あるいは、明るい・暗いといった言葉の定義は、きわめて曖昧で、人間の主観によるところが大きいからである。

## 3.1 Russoの方法

ファジィ理論を用いた輪郭抽出法としては、濃度値に対して推論を行なうRussoの方法がある[1]。Russoの方法では、他の既存の方法と同様、周囲のピクセルとの濃度変化を調べるため、 $3 \times 3$ ピクセルのファジィマスクを用いる。推論規則は、周囲のピクセル値が全て同じであれば、そのピクセルは輪郭ではなく、そうでなければ、輪郭とするというものである。この方法では、きわめて単純な規則による輪郭抽出が可能である。

\*Edge detection using fuzzy theory -Generating suited membership functions for image features-

†Naoko Ito Ryu Kamekura Hideo Tashiro Teruo Yokoyama Yutaka Matsushita

‡Keio University

### 3.2 色彩画像の輪郭抽出

色彩画像における色相の値を各ピクセルに対して調べてみると、人間が目を見た場合には、一様に見える部分でも、その値にかなりのばらつきがあることが分かる。このため、色彩画像に Russo の方法を適用すると、値に差がある場合にはそこが輪郭となってしまうため、人間には輪郭と知覚されない部分まで、輪郭が抽出されてしまうことになる。

そこで、ここで提案する方法では、推論を6つの輪郭のパターンに対応するファジィ・マスク(図1)を用いて行なう。メンバーシップ関数は、明度または色相を横軸にとったもので、それぞれ、「明るい」度合、あるいは「赤である」度合などを表す。明るさや色相の入力に対するファジィ・マスクの適合度が、輪郭である可能性となる。このとき、メンバーシップ関数は、明度および色相のバーを参照しながら、ユーザが任意に設定できる(図2)。

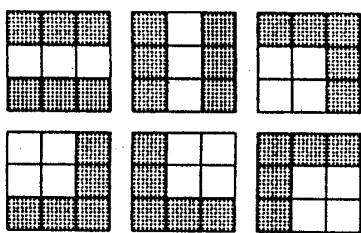


図1: 6つのパターンに対応するファジィ・マスク

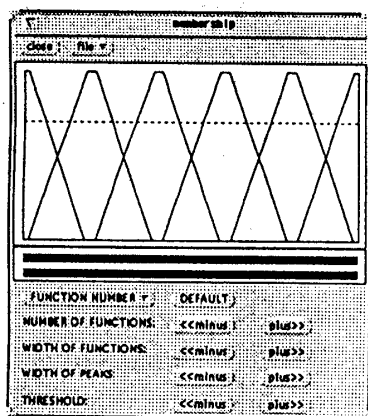


図2: メンバーシップ関数設定ウィンドウ

この方法による輪郭抽出の結果、輪郭の方向、鮮明さ、濃度差の違いに対しては、差分法、Prewitt、Sobel および Russo の方法と同様の結果が得られた。また、ノ

イズを含んだ画像については、他の方法と比して、かなりよい結果が得られた。すなわち、この方法は、ノイズの影響を受けにくく、先に述べたように、ばらつきの大きい色彩画像の輪郭抽出に適しているといえる。

### 3.3 自動生成

規則および用いるメンバーシップ関数を人間が判断して設定するには限界がある。そこで、これらの自動生成を考える。

まず、類似した特性をもつ画像ごとに、その輪郭の例を人間が与える。すると、得られた3x3ピクセルの輪郭のデータが、パターンにより分類され、各パターンに対応したメンバーシップ関数をもつファジィ・マスクが設定される(図3)。この方法では、対象とする画像に合った輪郭抽出が可能となるほか、例に類似した程度(細かい、大まかなど)の輪郭が得られることになる。

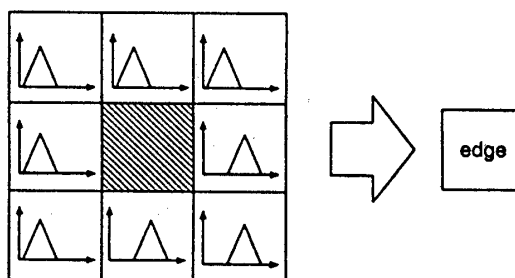


図3: 自動生成におけるファジィ・マスク

## 4 おわりに

ファジィ理論を用いた方法は、人間の感覚に近い形で処理が行なえるため、必要なメンバーシップ関数を直感でとらえることが可能であり、今後、ますます需要が高まるヒューマン・インターフェースとして、評価が高い。ここで提案した推論規則は、従来のファジィ理論を用いない方法と比しても、ノイズに強いなどの特徴を持ち、色彩画像処理においてはかなり有効な方法である。さらに、自動生成法については、画像の特性にあったメンバーシップ関数が自動的に生成される。この方法では、ユーザが望んでいる程度の輪郭抽出が可能となる。

## 参考文献

- [1] F.Russo, IEEE International Conference on Fuzzy Systems, pages 75-83, San Diego, 1992