

カラー画像分割における局所的な色彩情報の有効利用*

4R-4

嶋津 義久 伊東 直子 太田 浩二 横山 光男 松下 温†

慶應義塾大学‡

1 はじめに

画像認識、画像解析等の、画像処理における基礎的な技術である画像分割は、主として領域分割、エッジ検出という2つのアプローチから様々な手法が提案されている。しかし、これらを統合して両者の長所を活かした手法というのは殆ど行なわれていない [1]。

また、高度情報化社会と呼ばれる今日では、多種多様な画像を処理し、扱う画像の情報量も増大する傾向にある。それに伴い、処理手法は複雑化し、計算量も大変増大しつつあり、色彩情報の有効利用というものが求められる。

そこで、様々な画像について統一的に処理を行なうために、ファジィ集合により色彩情報を表現して画像分割を行う。また、画像分割の2つのアプローチの長所を活かすため、領域分割とエッジ検出の結果を併合する [2]。それから、場所による特徴を考え、画像を幾つかの正方領域（以下ブロックと呼ぶ）に分け、それぞれのブロックについて別々に処理を行なうことによって、局所的な色彩情報の有効利用を図る。

2 ファジィ理論を用いたカラー画像分割

2.1 カラー画像の表現

カラー画像に対して、明度値のみによる処理だけでは、シェーディングやシャドウに影響を受けやすく、画像分割が過剰になされてしまうことがあるので、色彩情報を利用することが有効となる。

カラー画像における色彩情報の主な表現方法としては、RGB三原色による物理的表色系と、明度 (Value)、彩度 (Saturation)、色相 (Hue) の三属性による知覚的表色系の2つが挙げられる。物理的表色系の各属性は互いに相関があり、情報を有効に利用することが困難なため、知覚的表色系 (HVS) を用いる。知覚的表色系は、人間の視覚特性をよく表しており、ファジィ理

論を用いるのにより適しているといえる。

2.2 メンバーシップ関数の生成と画像分割

明度、色相に関するヒストグラムよりファジィ集合を生成することが出来る。ヒストグラムの1つのピークは、そのピークに対応する色の対象物の存在を表すと考えられるので、各ピークに対しファジィ集合を対応付けることにより、各対象物の明度、色相をファジィ集合で表現することが出来る。

明度または色相のヒストグラムから、以下の手順でメンバーシップ関数を生成する。まず、ヒストグラムのピークとみなされるピクセル値（明度、色相）を頂点とし、ヒストグラムの山の形状に応じたファジィ係数（ファジィ集合の広がり）を持つ三角形（台形）のメンバーシップ関数を生成する。このとき、メンバーシップ関数のピークは1に正規化され、度数の小さいピークにより検出されたファジィ集合は他の集合に併合される。

そして、得られたファジィ集合をもとに、複数のピクセルの明度（色相）が互いに同じファジィ集合に属するか否かによって、領域分割、エッジ検出の画像分割の処理を行なう（詳細は文献 [2] に記載）。

3 ブロックに分けた局所的な処理

カラー画像では、明度値のみにより記述される白黒画像に比べて、画像の情報量も増加する。このため、処理にかかる時間も必然的に増加する。また、処理過程でファジィ集合を利用しているため、ファジィ集合の数によって計算量が異なってくると考えられる。



図1: 原画像と処理結果

図1の原画像において、中央には人がいたり、上の部分が背景となっていたりして、場所によって特徴が異なっていることが分かる。

*An Effective Use of the Local Color Information on Color Image Segmentation

†Yoshihisa Shimazu, Naoko Ito, Koji Ohta, Teruo Yokoyama, Yutaka Matsushita

‡Keio University

このようなことを踏まえ、画像を幾つかのブロックに分けて、各ブロックでメンバーシップ関数を生成し、部分的な特徴を捉えて画像分割を行う(図1)。

画像処理における処理形態は、エッジ検出が並列的、領域分割が逐次的処理であるため、エッジ検出においてはブロック単位で独立して処理が可能である。領域分割においては、ブロックに分ける際、各ブロックどうしで境界部の処理結果が不連続とならないように、各ブロックの境界部を1~2ピクセル分だけ重なるようにしている。この手法により局所的処理が領域分割にも可能となる。

図1の原画像の、色相について全体画像の場合と16のブロックに分けた場合のメンバーシップ関数を図2、3に示す。

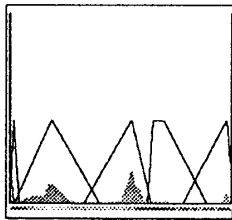


図2: 全体のメンバーシップ関数

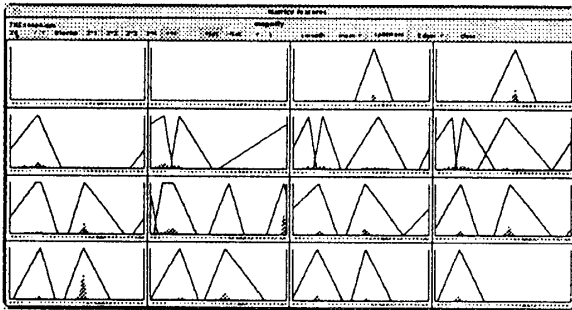


図3: 16ブロックのメンバーシップ関数

ここで、図1の原画像と図3のメンバーシップ関数を見比べると、背景の部分のファジィ集合は、人間(対象物)の部分のそれとは違うものであることがわかる。すなわち、画像全体で評価すると、他の場所でのファジィ集合まで計算に含めてしまうため、無駄な計算が行なわれてしまうのである。このように、ブロックに分けることは、余計な計算をなくせるため、色彩情報の有効利用が可能となる。

4 処理結果と評価

図1の画像をブロックに分けずに処理を行なったときと、16個のブロックに分けて処理を行なったときの分割結果をそれぞれ図1(a)、1(b)に示す。

これより、図1(b)の16個のブロックに分割して局所的に処理した結果も、図1(a)の全体で処理を行なった場合と遜色無い結果が得られていることが確かめられ、本手法が有効であることがわかる。

さらに、局所的な処理によって無駄な計算が省かれたことをみるために、図1の画像に対して処理時間を測定した。画像全体で処理を行ったものを1として算出したときの、平均の処理時間比の結果を表1に示す。この表から、全体としてブロックに分けたものの計

表1: ブロックに分けた処理時間

処理手法	ブロック	処理時間	最短/最長
エッジ検出 (明度)	4	0.81	0.57/1.11
	16	0.63	0.46/1.08
エッジ検出 (色相)	4	0.93	0.72/1.25
	16	0.60	0.50/1.02
領域分割 (色相)	4	0.89	0.75/1.18
	16	0.72	0.66/1.09

算時間が短縮されている事がわかる。これは、図3のファジィ集合の総数は全体画像のもの(図2)より増加するが、直線的に増加している訳ではない。各ブロックでは、ファジィ集合の数が相対的に減少しているために、計算量が減ったからである。

5 おわりに

画像の色彩情報の表現にファジィ理論を適用し、領域分割とエッジ検出の手法を併合したカラー画像分割を行った。また、画像をブロックに分けて局所的に処理する方法を示し、それにより、処理時間の短縮、色彩情報の有効利用を図ることが出来た。さらに、各ブロックで独立した並列処理をさせることにも応用できるだろう。

参考文献

- [1] T.Pavlidis and Y.T.Liow. Integrating region growing and edge detection. *IEEE Trans. on PAMI*, Vol. 12, No. 3, pp. 225-233, 1990.
- [2] 伊東直子ほか. カラー画像分割-ファジィ理論を応用した輪郭検出と領域抽出の併合-. 情報処理学会研究報告(コンピュータビジョン), September 1994.