

RGB空間におけるクラスタリングの手法を用いたカラー画像の領域分割

佐治 裕*

Color Image Segmentation by Clustering Technique in RGB space

Hiroshi SAJI

Abstract - Segmentation is one of the most important procedures in color image analysis. Two clustering techniques, ISODATA technique and k-means technique are evaluated after applied to four color images in RGB color space. Mean distance between segmented image and model segmented image is employed as evaluation measure. The model segmented image were generated by supervised classification technique. For same number of the clusters, apparent tendency that k-means clustering yields better segmentation result than ISODATA clustering was not found. It is shown that the threshold value of standard deviation for cluster division is a critical parameter to yield appropriate result in ISODATA technique.

Key words : color image segmentation, clustering, ISODATA, k-means, color space

1. はじめに

カラー画像を用いて背景からの目標物の分離をおこなったり、外観検査をおこなったりする場合、その前処理として領域分割は重要な過程である。カラー画像の領域分割は色空間を特徴ベクトル空間として分類をおこなうという見方も出来る。認識の自動化という点では教師無し分類としてのクラスタリングの手法をとることが考えられる。クラスタリングの手法として代表的なものに ISODATA 法と k-means 法がある。これらの手法を領域分割に用いる場合、各種のパラメータを設定する必要がある。これらのパラメータの設定の仕方によっては分類の結果が変わってくる。

そこで、クラスタリングの手法によってカラー画像の領域分割をおこなうプログラムを作成し、SIDBA の標準画像を使用して領域分割をおこない、その結果について検討をおこなった。カラー画像の領域分割をクラスタリングの手法を用いておこなう試みとして、ヒトの知覚を基準として各種の色空間での領域分割についておこなった結果、新 HSV 空間が良好な結果を

* 釧路高専電子工学科

与えたことが報告されている [1]。しかし、自動認識の前処理としてはセンサからの RGB 出力をそのまま使用する方が処理の手順が少なくすむ。また、必ずしもヒトの知覚に基づいた領域分割画像を基準とする必要もない。そこで、色空間としては RGB 空間を用い、教師付き分類によって領域分割を行った画像を基準画像としてクラスタリングの結果との比較をおこなった。

2. 領域分割に使用したクラスタリングの手法

2.1 ISODATA 法

ISODATA 法は与えられた初期クラスタに対して全画素を分類し、各クラスタ毎に平均値と標準偏差を計算し、これらの値から、新しいクラスタを作成する。

a) 初期クラスタの設定

ISODATA 法では最初にいくつかのクラスタの中心を初期値として与える。つぎに各画素とこれらの中心との距離を計算し、もっとも近い距離にあるク

ラスにその画素を分類する。

b) クラスの分割

初期クラスが分割できるかどうか調べる。あるクラスにおいて標準偏差が分割最小標準偏差を越えていればこのクラスは2つに分割される。新しいクラスの中心は平均値と標準偏差のそれぞれ和と差になる。

c) クラスの融合

次にクラスが融合できるかどうか調べる。各クラスの中心同士の距離を計算し、一定の距離以下のクラスは融合する。

d) 終了条件

クラスタの分割も融合も起きなかった場合、あるいは所定のループ回数に達した場合は処理を終了する。終了条件に達していない場合には分類、クラスの分割・融合を繰り返す。

2. 2 K-means 法

K-means 法ではクラスタの数を決めておき、初期中心に対して分類とクラスタ中心の計算を繰り返す。

a) 初期クラスタの設定

K 個のクラスタの中心をランダムに設定する。

b) 各画素の配置

それぞれの画素を最も近い中心に割り当てる。

c) 中心の再計算

クラスタごとに中心を計算しなおす。

d) 終了条件

クラスタへの画素の移動がなければ終了する。条件がみたされなければ画素の再配置とクラスタ中心の計算を繰り返す。

3. 領域分割の実験

3. 1 分割に使用した画像

領域分割には標準画像データベース SIDBA 中の girl,home3,auto1,room1 を使用した。Girl は 256 × 256 のサイズである。他の画像では縦横をそれぞれ半分にした 400 × 300 のサイズとした。階調数はいずれも各色 8 ビットである。図 1 にこれらの画像を示す。

3. 2 結果の評価

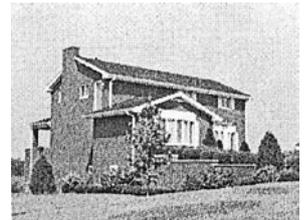
画像の領域分割の結果を評価するためには望ましい分割結果に対する指針を与える必要がある。本研究では教師付き分類をおこなった画像を基準領域分割画像として用い、各画素間のユークリッド距離の平均を領域分割結果の適否の判断に使用することとした。目視によってトレーニングデータの領域を指定し、平均値を分類中心とした。各画像のクラス数を表 1 に示す。

表 1 基準画像のクラス数

画 像	クラス数
girl	14
home3	9
auto1	10
room1	8



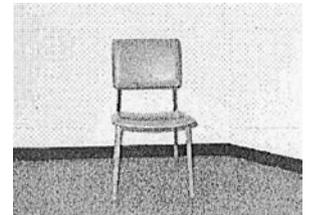
girl



home3



auto1



room1

図 1 領域分割に使用した画像

4. 結果と考察



基準領域分割画像



クラスタ数 14



クラスタ数 12



クラスタ数 10

図 2 クラスタ数の違いによる K-means 法の結果

4. 1 k-means 法

k-means 法では与えなければならないパラメータは基本的にクラスタ数のみであり、アルゴリズムとしては簡単である。しかし、設定したクラス数によって領域分割の結果が変化する。また、初期クラスタ中心の与え方によっても結果が変わる。図2に girl の基準領域分割画像とクラスタ数を変えたときの k-means 方の結果を示す。クラスタ数によって領域分割の結果が異なっている。クラスタ数を基準画像と同じ 14 とし、ランダムに選んだ画素の値を初期クラスタ中心としてクラスタリングを 20 回行い、基準画像との画素間のユークリッド距離の平均 md が最小と最大のものについての md を表2に示す。

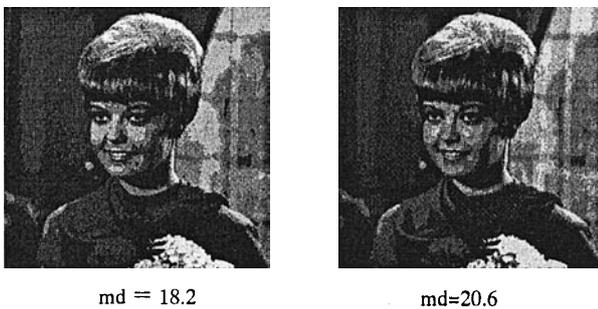


図3 初期クラスタ中心の違いによる k-means 法での分割結果

表2 20回の試行についての結果

	最小値	最大値	平均
girl	18.2	20.6	19.9
home3	12.0	18.0	14.2
auto1	17.0	20.7	18.9
room1	6.3	9.0	7.4



図4 最大標準偏差による領域分割の差

4. 2 ISODATA 法

ISODATA 法では最大許容標準偏差によって領域分割の結果が変わってくる。図4に最大許容標準偏差を 30.0 と 22.0 として girl の領域分割をおこなった結果を示す。最大許容標準偏差を 30.0 としたとき、また、このときのクラスタ数をパラメータとして k-means 法でクラスタリングをおこなった結果を図4に示す。

4. 3 ISODATA 法で得たクラスタ数を用いた k-means 法での領域分割

k-means 法での領域分割ではパラメータとして与えるクラスタ数が分割結果に大きく影響する。ISODATA 法でクラスタリングをおこなった時のクラスタ数をパラメータとして使用すれば、このパラメータの設定が自動的におこなわれることになる。そこで、最大分割標準偏差を変えて、ISODATA 法でクラスタリングをおこない、その結果得られたクラスタ数をパラメータとして k-means 法でクラスタリングをおこなった結果を表3に示す。誤差の尺度 md で見るかぎり、k-means 法と ISODATA 法による領域分割の結果について一方が他方よりも良い結果を与えるという明確な傾向は見いだされなかった。

表3 ISODATA 法と k-means 法の比較

	ISODATA 法			k-means 法
	最大許容分割標準偏差	クラスタ数	平均距離	平均距離
Girl	22.0	13	22.9	19.9
	25.0	12	23.4	19.9
	30.0	10	23.6	20.3
home3	18.0	13	11.8	14.6
	20.0	11	12.6	14.9
	22.0	6	15.3	16.3
auto1	18.0	12	19.1	19.7
	20.0	11	19.3	19.4
	22.0	8	18.7	18.5
room3	15.0	9	8.6	7.5
	20.0	6	8.4	8.4
	25.0	5	9.4	10.1

4. 4 パラメータの設定と領域分割の結果

ISODATA 法では最大許容標準偏差の設定により、生ずるクラスタの数が変わってくる。図5に home3 について、最大許容分割標準偏差 sd を 18.0 と 22.0 とした時の領域分割の結果を示す。また、sd を 18.0 としたとき、クラスタは 13 となるので、同じクラスタ

数 13 を用いたときの k-means 法の結果を示す。k-means 法は 20 回の試行中基準領域画像との平均距離が最小となったものを示す。許容最大分割標準偏差を 22.0 とすると、クラスタ数が減り、基準画像との平均距離が大きくなり、目視によっても明らかに基準画像と異なることがわかる。

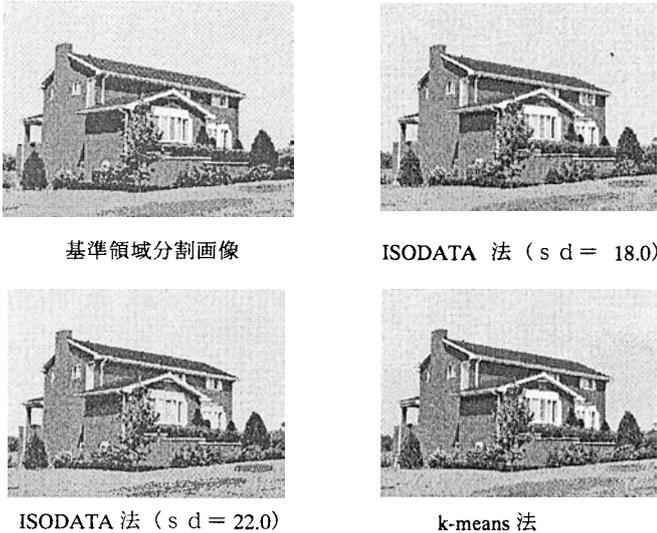


図5 home3 の領域分割の結果

4. 5 基準領域分割画像と評価の尺度

基準となる領域分割画像を作成するために、ヒトによって主観的に均一と見られる領域を指定して、その領域内の平均値をトレーニングデータとし、最小距離法によって分類をおこない、その結果を基準領域分割画像とした。トレーニングデータの作成にはヒトの主観が反映されるので基準画像の作成のしかたを工夫する必要がある。また、評価の尺度として画素間の距離の平均を使用したが、クラスタ数が同じ場合には同じクラスに分類された画素の数などを使用して評価の尺度としたほうが、適正な尺度となる可能性がある。

5. まとめ

ISODATA 法と k-means 法を用いてカラー画像の領域分割を RGB 空間でおこなった。領域分割の結果を評価する尺度として基準領域分割画像との画素毎の距離の平均を用いた。その結果、RGB 空間で領域分割をおこなう場合には ISODATA 法でクラスタリングをおこない、得られたクラスタ数を用いて k-means 法を適用しても必ずしも良い領域分割の結果が与えられることは明確には示されなかった。領域分割の結果は最

大許容分割標準偏差の設定値によって結果が左右された。

カラー画像の領域分割について、現在用いられている手法はアドホックなものであり、一般的な理論はみだされていながされている [3]。そのため、クラスタリングによってヒトの視覚を基準として領域分割をおこなうことが試みられたり [1]、背景から対象物を抽出することが試みられたりしている [4]。

本研究では RGB 空間での領域分割をこころみたが、基準となる領域分割画像の作成時のトレーニングデータはヒトの感覚によって作成した。このため、ヒトの主観が基準画像に反映されている。より適切な基準画像を作成するためには複数の被験者によってカラー画像の領域分割を手動でおこない、それらの結果から求める必要がある。今後、より適切な基準画像を作成し、クラスタリングによる領域分割の適用範囲を調べていく所存である。

参考文献

- [1] 高橋圭子、阿部圭一：“ISODATA クラスタリング法を用いたカラー画像の領域分割”、信学論 (D II)、vol.J82-D-II、No. 4、pp751-761 (1999)
- [2] 高木幹雄、下田陽久 監修：画像解析ハンドブック、pp648-651、東京大学出版会 (1991)
- [3] H.D.Cheng, X.H.Jiang, Y. Sun, and Jingli Wang: "Color image segmentation : advances and prospects", Pattern Recognition 34 pp2259-2281, 2001
- [4] N. Vandenbroucke, L. Macaire, and J. Postaire: "Color image segmentation by pixel classification in an adapted hybrid color space .Application to succer image analysis", Computer Vision and Image Understanding 90 pp190-216,2003