

カラー画像の会話型領域分割

1K-7 上田 俊弘 田中 清 行天 啓二 馬場口 登 北橋 忠宏

大阪大学産業科学研究所

1 はじめに

近年、カラーを利用した画像の領域分割の研究が盛んである。これまで提案された手法の多くは、均等色空間上でクラスタリング [1] [2] を行なうことにより、知覚的に一様なカラーで構成される領域を抽出していた。ところが、このような領域分割手法を、印刷物などで使用される複数のカラーによる疑似中間色表現の領域や、網かけなどのテクスチャ状の領域に適用した場合、多くの領域に過分割されてしまう。

本稿では、疑似中間色表現やテクスチャ状の領域も1つの連結領域として分割可能な手法として、抽出対象領域のカラー構成に着目した会話型領域分割手法を提案する。提案手法は、ディスプレイ上に表示された画像から抽出しようとする領域をポインティングデバイスで指定し、対象領域からカラー構成を取り出して利用することにより、様々な領域が抽出可能である。以下では、提案手法の詳細を示し、実験的評価を加える。

2 提案手法の構成

提案手法の全体の処理は、入力画像のノイズ除去、指定された領域の局所特徴を利用した領域分割の2つのフェーズから構成される。以下に、それぞれの処理内容を示す。

2.1 ノイズ除去

入力画像は、イメージスキャナで読みとったものを使用する。このとき、入力雑音や読みとり誤差などがノイズとして画像内に含まれるため、ノイズ除去を行なう。ノイズ除去は、人間の視覚特性に基づいたマンセル色空間 [3] 上でのカラーのクラスタリングによって対処する。

この処理は、画像を構成するカラーのうち最も画素数の多いカラーをクラスタの中心として選択し、そのカラーとの色差が閾値以下であるカラー全てを同一のクラスタにまとめる。その後、残ったカラーについて同様の処理を繰り返す。このような処理を適用することにより、ノイズによるカラーの変動を吸収できる。

2.2 会話型領域分割

提案手法では、複数のカラーによる疑似中間色表現、あるいはテクスチャ状の領域を1つの連結領域として分割するために、抽出対象領域の局所特徴としてカラーの構成、すなわち対象領域に含まれるカラーの混在比を利用して領域分割を行なう。カラー構成は、領域中の任

意の1点を指定すると同時に、その点を含む小領域から知ることができる。

[処理アルゴリズム]

1. 分割対象となる領域中の任意の1点をポインティングデバイスで指定する。
2. 指定された点を中心として、 $10\text{dot} \times 10\text{dot}$ の大きさの小領域 $S^{(0)}$ (サンプル) を取り出す。このサンプル内に含まれるカラーの構成を対象領域の特徴量として用いる。
3. サンプルの外周を時計回りに1周分サーチし、図1のように中心がサンプルの外周上に存在する $5\text{dot} \times 5\text{dot}$ の大きさの小領域 $T^{(k)}$ (ターゲット) を取り出す。ここで、 $k=1, \dots, n$ であり、 n は1周分サーチした時に取り出されるターゲットの総数を表す。

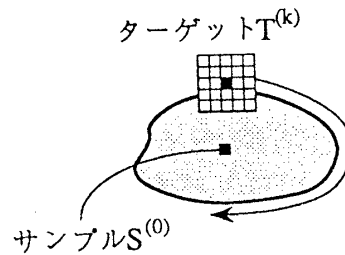


図1: ターゲット領域の取得

4. $S^{(0)}$ 及び $T^{(k)}$ に含まれるカラー C を持つ画素の割合を $P_S(C), P_T(C)$ とするとき、カラー C に対する類似度 $R^{(k)}(C)$ を、

$$R^{(k)}(C) = \begin{cases} P_T(C) & : P_S(C) \times 0.8 \leq P_T(C) \leq P_S(C) \times 1.2 \\ 0 & : \text{otherwise} \end{cases}$$

とし、 $S^{(0)}$ と $T^{(k)}$ 間の類似度 $R^{(k)}$ を次の式により求める。

$$R^{(k)} = \sum_C R^{(k)}(C)$$

5. 次式に従って領域を統合する。

$$\begin{cases} S^{(k)} \leftarrow S^{(k-1)} \cup T^{(k)} & : R^{(k)} \geq R_{th} \\ S^{(k)} \leftarrow S^{(k-1)} & : R^{(k)} < R_{th} \end{cases}$$

ここで、 R_{th} は類似度の閾値を表す。

6. $S^{(n)} = S^{(0)}$ なら処理を終了する。それ以外なら $S^{(n)}$ を $S^{(0)}$ として3へ。
7. 処理結果を、 $S^{(0)}$ に含まれる画素には1、それ以外の画素には0の値を持つ2値画像とし、出力する。

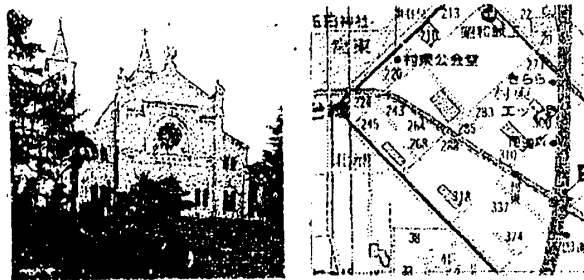
Interactive Segmentation of Color Images,
Toshihiro UEDA, Kiyoshi TANAKA, Keiji GYOHTEN,
Noboru BABAGUCHI, Tadahiyo KITAHASHI,
I.S.I.R., Osaka Univ.

3 実験結果

提案アルゴリズムを計算機にインプリメントし、実験を行なった。入力画像は、カラー写真¹及びカラー地図²の中からそれぞれ1枚ずつ選び、イメージスキャナで読み取った。これらを図2に示す。ノイズ除去では、クラスタリングにおける色差を0.5NBS単位とした。その結果、カラークラスタ数は、それぞれ図2(a)では255から104、図2(b)では239から64に減少した。

図3(a),(b),(c)に図2(a)の領域分割後の結果を示す。これらは、それぞれ建築物、空及び階段を抽出したものであり、類似度の閾値は0.6とした。建築物の壁や空のように光線の加減で複雑なカラー構成を持つ領域や階段のようにテクスチャを持つ領域に対しても、ほぼ期待される領域が抽出されており、良好な結果であるといえる。また、抽出対象領域の別の部分からサンプルを取り出しても、同様の結果が得られた。これは、最初のサンプルは10dot×10dotの大きさしかないため、取り出されるカラー構成も局所性が高いが、サンプルとターゲットの統合が進むにつれて、サンプルのカラー構成が対象領域全体のカラー構成に漸近し、結果として、初期サンプルに対する依存性が小さくなったと考えられる。

図3(d),(e),(f)に図2(b)の領域分割後の結果を示す。これらは、それぞれ道路及び行政区画を抽出したものであり、類似度の閾値は0.7とした。道路に関しては、ほぼ期待される領域が抽出された。ところが、行政区画に関しては、対象とした区画以外の区画まで抽出された。これは、区画を区切る道路の幅がターゲットに対して狭いため、道路を含むターゲットとサンプル間のカラー構成の変化が小さく、結果として、設定した閾値では道路を識別できなかったと考えられる。そこで、同じ領域に対して類似度の閾値を0.85として実験した結果を図3(f)に示す。このように閾値を変化させることにより、対象領域が適切に抽出可能であることを確認した。



(a) カラー写真 (b) カラー地図

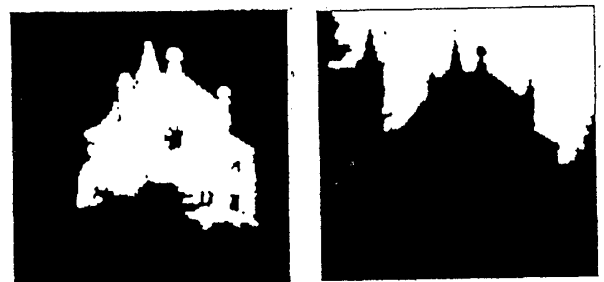
図2: 入力画像 (360×360×8bit)

4 むすび

ディスプレイ上のカラー画像に対して、利用者による抽出対象領域の指定及びその領域のカラー構成による領域分割を行なう会話型領域分割手法を提案した。提案

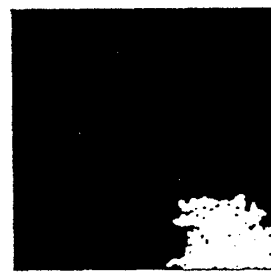
¹山口 ALL AROUND YAMAGUCHI PREFECTURE 編集・山口県 商業観光課 製作:(株)博報堂(1991)

²関西道路地図スーパーマップル 大阪・神戸・京都・兵庫・奈良・滋賀・和歌山 (株)昭文社(1992)

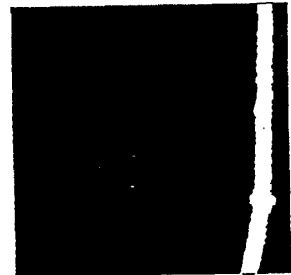


(a) 建築物

(b) 空



(c) 階段



(d) 道路



(e) 行政区画 (閾値 0.7)



(f) 行政区画 (閾値 0.85)

図3: 領域分割の結果

手法では、複数のカラーによる疑似中間色表現された領域やテクスチャ状の領域についても、1つの連結領域として抽出可能である。実験の結果、比較的良好な結果が得られ、提案手法の有効性が確かめられた。

今後は、領域分割処理における類似度の閾値を自動的に最適な値に設定することを検討していく。

参考文献

- [1] 富永: カラー情報の色分類と分割, 情報学論, 31.11, pp1589-1597(1990)
- [2] 堀田, 宮原, 小谷: 均等色空間に基づくカラー画像の領域分割, 信学論 (D-II), J74-D-II, 10, pp1370-1378(1991)
- [3] S.M.Newhall, D.Nickewson, D.B.Judd: Final Report of the O.S.A Subcommittee on the Spacing of the Munsell Colors. J.Opt.Soc.Am., 33, pp385-418(1943)