

カラー画像に対する代表色選出による平滑化法

2N-2

麻生 龍一[†] 中嶋 正之[‡][†] 東京工業大学 大学院 理工学研究科[‡] 東京工業大学 大学院 情報理工学研究科

1 はじめに

画像処理の前処理段階では、平滑化処理が広く使用される。最も単純な平滑化の手法である移動平均法には、エッジ部分にはけが生じるといった欠点があるため、濃淡画像を対象とした場合は、しばしばメディアンフィルタなどが代わりに使われる。

一方、カラー画像を対象とした平滑化処理においては、RGB それぞれに対して独立に移動平均法を適用したのでは、濃淡画像の場合のようにエッジがはけるだけでなく、原画像からは人間がまったく知覚しない色が出現する可能性がある。メディアンフィルタを定義することも、3次元情報を同時に扱う必要があるために難しい。

そこで、本報告では、このような問題点を考慮した、カラー画像に対する新しい平滑化の手法を提案し、この手法の妥当性の検討と結果の評価を行なう。

2 人間の色知覚と平滑化

人間の視覚システムの空間分解能を越える細かさで色を配置したとき、知覚される色はそれらを混色したものになる。テレビや写真などの色再現ではこの特性を利用している。このとき、画像中に現実存在する色と、人間の知覚する色とは大きく異なる。したがって、近傍領域での混色によるカラー画像の平滑化は、実際の画像を人間が知覚するものに近付けるための有効な手法であるといえる。

その一方で、人間の色知覚メカニズムの比較的高次のレベルの機能の1つとして、すべての色が11の基本色に分類されることが知られている^[1]。そのため、平滑化画像の中に原画像からは知覚されない基本色が出現することは、大きな違和感を引き起こす原因となる。

3 平滑化手法が満たすべき条件

以上を踏まえて、カラー画像に対する平滑化手法は、次の2つの条件を満たす必要がある。

1. 原画像のある範囲が複数の色のピクセルが細かく入り混じった状態になっている場合、その範囲内のピクセルは、近傍領域の色を混ぜ合わせた色で置き換える。この様子を Fig.1.(a) に示す。

2. 原画像が色の違いにより複数の領域に分割される場合、平滑化も各領域内部のピクセル間で行なう。すなわち、複数の領域内のピクセルにまたがって平均色が計算されてはならない。したがって、エッジ部分にはけや原画像に存在しない色の輪郭は出現しない。この様子を Fig.1 (b) に示す。

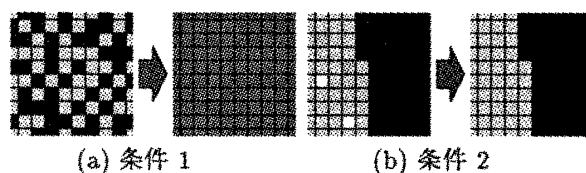


Fig.1 カラー画像の平滑化手法が満たすべき条件

4 代表色選出による平滑化アルゴリズム

4.1 表色系の変換

全ての処理に先立ち、色の表現形式の変換を行なう。一般に計算機上で色を表現する場合に使われるのは、画素の RGB 発光体の発光量を直接指定する方法である。ところが、この表現形式はハードウェアの特性を反映するものであるため、指定に用いられる値と人間の感覚量との間の比例関係は保証されない。

本手法のすべての処理は、宮原らの均等色差空間^[2]上で行なっている。この色空間は、人間の感覚に基づいて作られた色空間であるマンセル表色系を均等色空間に補正したものであり、計算機上の RGB の値からは数学的な計算式を用いて変換することができる。

この表現形式における2つの色の色差は、色空間上での座標間のユークリッド距離に比例する。

4.2 移動平均法による平滑化

はじめに、移動平均法による平滑化を行なう。均等色空間での色の3つの成分である色相、彩度、明度それぞれに対して独立に移動平均法を適用する。

ここでの平滑化は、視覚系の空間分解能を越える色のテクスチャを一様な色で置き換えるためのものであるから、近傍をあまり大きくとるべきではない。

この段階で得られる画像からは、ノイズはおおむね除去されているが、エッジ部分にはけや、原画像には存在しない色の輪郭が出現しているため、続いてこれらを取り除く処理を施す。

4.3 代表色選出による鮮鋭化

4.2 の処理に続き、すべてのピクセルについて、その近傍領域をもっとも代表すると考えられる色を選び出し、そのピクセルの色を代表色で置き換える処理を施す。このとき、代表色としてはけや輪郭をなしているピクセルの色が選ばれないような選定条件を用いれば、本手法は3で述べた条件を満足する。

Color Image Smoothing Method by Selecting Representative Color

Ryuichi ASO[†], Masayuki NAKAJIMA[‡]

[†] Graduate School of Science & Engineering, Tokyo Institute of Technology, [‡] Graduate School of Information Science & Engineering, Tokyo Institute of Technology

本手法では、Fig.2 に示すように領域内のすべてのピクセルの色を色座標上にプロットしたときに、近い距離にある色の数がもっとも多い色を代表色と定義した。一般に、エッジ部分のぼけや輪郭に当たるピクセルが数の上で大多数を占めることはないので、このような条件で代表色を選出することによって、画像を鮮鋭化することができる。

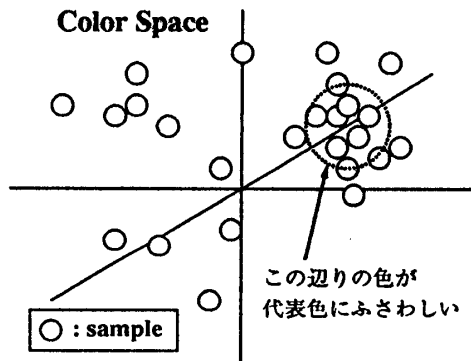


Fig.2 代表色の候補

このような条件を満たす色は、次の評価式の値 $F(c_i)$ を最大にする。

$$F(c_i) = \sum_{j=1}^n E(d_{i,j}) \quad (1)$$

但し $E(x)$: 評価関数
 $d_{i,j}$: 色 c_i と c_j の色差
 $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$: 近傍内の色の集合

評価関数 $E(x)$ は Fig.3 に示すような特性を持つものにする。このような関数では、自分に近い色が多く存在するほど評価値は高くなるが、ある程度以上の色差の色の存在に関してはほぼ同様に評価される。

移動平均法によって出現したぼけや輪郭線を取り除くために、代表色選出における近傍は移動平均法の近傍よりも大きくとらなければならない。

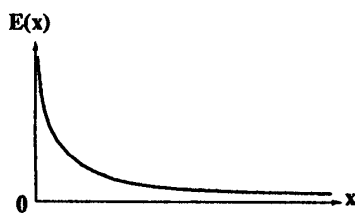


Fig.3 評価関数の特性

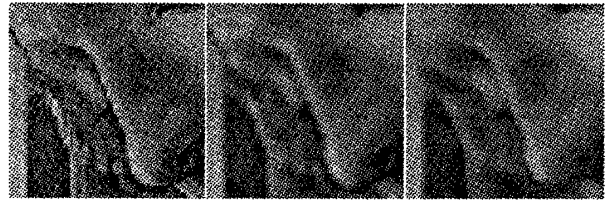
5 結果

本手法を実際の画像^[3]に適用した結果の例を Fig.4 に示す。移動平均法の近傍として 3×3 、代表色選出のための近傍として 5×5 、評価関数 $E(x)$ として次式を用いた。

$$E(x) = -x^{1/2} \quad (2)$$



(a) 原画像

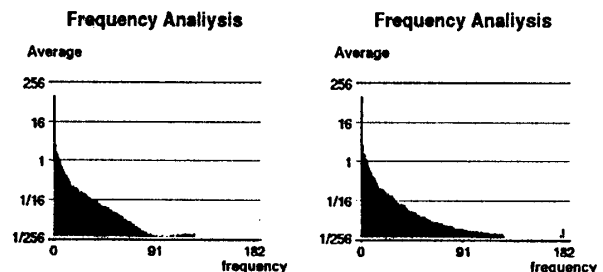


(b) 処理画像 (c) 移動平均法 (d) 提案手法

Fig.4 平滑化処理の結果

Fig.5 は、Fig.4 (a) の画像の移動平均法による平滑化画像と、本手法による平滑化画像を周波数特性の点から比較したものである。

低周波領域では、大きな違いはみられない。しかし、高周波成分に関しては、移動平均法による平滑化画像には存在しない領域の成分も、本手法による平滑化画像からは確認できる。



(a) 移動平均法

(b) 提案手法

Fig.5 処理画像の周波数特性の比較

6 まとめ

カラー画像を対象とした代表色選出による平滑化法を提案した。提案手法を用いた平滑化画像を移動平均法を用いた平滑化画像と比較することで、本手法の有効性を検証した。

[参考文献]

- [1] R.M.Boynton and C.X.Olson : "Locating basic colors in the OSA space." Color Research and Application,12 (1987)
- [2] 宮原, 吉田: "色データ $(R, G, B) \leftrightarrow (H, V, C)$ 数学的変換方法" TV 学会誌, vol.43, No.10 (1989)
- [3] ボッティチェリ: "聖母子と麦と葡萄を持つ一天使" 世界の大画家 4, 中央公論社 (1982)