Color Science Association of Japan

代表色抽出における不要な中間色の除去について

Reduction of Ghost Colors for Extraction of Representative Colors

鈴木　卓治	国立歴史民俗博物館情報資料研究部	Takuzi Suzuki
曲　　建博	電気通信大学大学院情報工学専攻	Qu, Jianbo
小林　光夫	電気通信大学情報工学科	Mituo Kobayasi

1. はじめに

絵画の色彩分析において，細かい差異を捨象して，絵画を構成する主要な色の情報，すなわち代表色を抽出する必要がある．前報[1]では，代表色数の決定およびアクセント色保持の問題を取り上げた．本稿では，イメージスキャナなどからコンピュータに画像を取り込むとき，色の境界に現われる“中間色”の問題を考える．

図1は，Canon 製カラーコピー機 PIXEL-JET で取り込んだ画像における，白赤2色の境界に現われた中間色の例である．解像度(画素の一辺の長さ)は0.1mm，横方向に対する境界の角度は45度である．グラフは横方向における画素の L^* 値の変化を表わす．数画素分の中間色の存在が確認できる．縦方向についても同様の変化がみられた．

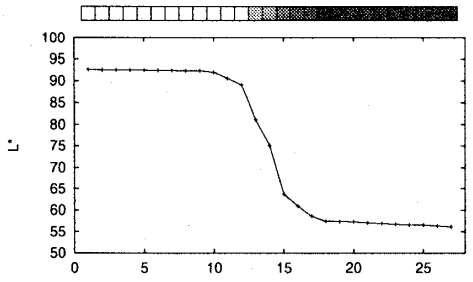
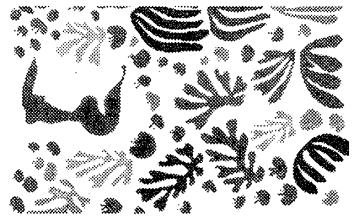


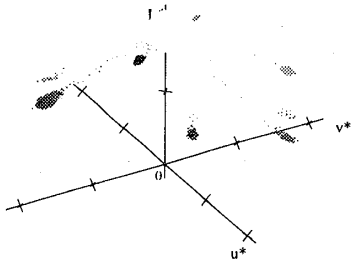
図1:中間色発生のようす

中間色は画面上の無視できない面積を占め，このため，代表色抽出において実際には存在しない色が代表色として抽出されることになる．

図2は H.Matisse の The Parakeet and The Mermaid の画像および色分布を示したものである．この絵は背景の白を含めて9色の色からなるが，色分布では，白に向かって筋状に分布する中間色が観察できる．逐次クラスタ化法[2]を用いてこの9色をもれなく抽出するには，11色以上の代表色を求めなければならない．これまでは，代表色を多めに求めるなどして，中間色が分析結果に大きく影響を与えないように工夫していた．中間色の除去は，分析の精密化を進める上で重要な課題である．



(a) 画像



(b) 色分布

図2:中間色を含む画像の例

2. 中間色画素の直接発見法

中間色が色の境界部分に発生することから，画像処理におけるエッジ検出技法が利用できる．gradient フィルタにならった中間色画素発見アルゴリズムは，つぎのように書ける．

1. 注目画素の左隣の画素と右隣の画素との色差を ΔE_x，下隣の画素と上隣の画素との色差を ΔE_y とするとき，

$$D = \sqrt{{\Delta E_x}^2 + {\Delta E_y}^2}$$

を計算する．

2. $\alpha > 0$ を中間色判定の定数として，$D \geq \alpha$ なら画素は中間色画素であると判定する．

α の決め方を調べるために，色差が ΔE の2色の中間色画素を調べた[3]ところ，中間色画素の横方向の数を m_x，縦方向の数を m_y とするとき，横方向の色差の変化率 $\Delta E/m_x$ と縦方向の色差の変化率 $\Delta E/m_y$ との和 $k = \Delta E/m_x + \Delta E/m_y$ は，境界の角度によらず，ΔE およびスキャナの解像度 d[mm] にのみ依存する

NII-Electronic Library Service

Color Science Association of Japan

こと，さらに $K = k/\Delta E = 1/m_x + 1/m_y$ は画像によらず定まり，PIXEL-JET では $K = 1.75d + 0.25$ が成り立つことがわかった．

以上から，色差が $\Delta E_{\min}$ 以上の2色の中間色画素を求めるには，α が$\alpha \geq K\Delta E_{\min}$ を満たすかどうかを調べればよいことになる．たとえば，解像度0.1mm，$\Delta E_{\min} = 20$ のときは $\alpha \geq 8.5$ となる．

しかし実際の画像では，1色に見える部分でも色値は細かく変化しており，α を小さく取ると，この変化を拾って，正しく中間色画素を判定できない．そこで，黒，白，緑，赤，黄，青の単色画像の印刷物を取りこんで縦横に隣接する画素との色差の和(上記のkに相当)を調べた[3]ところ，その値は解像度に依らず，白，黄，青，緑，赤，黒の順に大きい値をとることがわかった．黒においては，その平均値+3標準偏差の最大値は21.7にもなる．

この影響を避けるには，α をこれ以上にとらなければならないが，そうすると解像度を上げるにつれ $\Delta E_{\min}$ を大きくとらなければならないことになり，中間色が除去されにくくなる．

原画像のかわりに，ガウス関数($\sigma = 1$，画素数を単位とする．以下同様) による平滑化画像を用いることで，先の最大値を 4.66 まで下げることができた．解像度が高いほどこの前処理は有効であろう．

図2の画像に，ガウス関数($\sigma = 1$)による平滑化を施し，$\alpha = 10$ として中間色画素を求めた．元画像から求めた中間色画素を取り去った画像の色分布を図3に示す．筋状に存在した中間色が除去されている．これから逐次クラスタ化法により9色の代表色を求めたところ，すべて実在の色を抽出することができた．

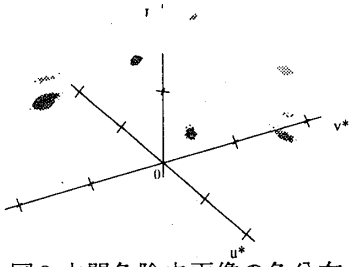


図3:中間色除去画像の色分布

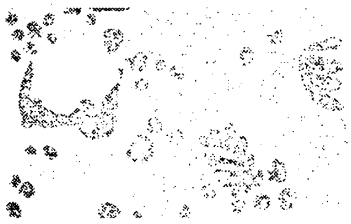
3. モザイク画像を用いた中間色発見法

画像を縦横に数分割ないし数十分割し，分割した区画中で最大面積を占める色をその区画の色として，モザイク画像を作成し，これを画面上の色配置の分析に用いることがある．中間色は面積が小さいことから，中間色がモザイク画像における区画の色として選択される可能性は，分割数が小さければ十分小さい．これを利用して，以下のように間接的に中間色画素を発見するアルゴリズムが考えられる．

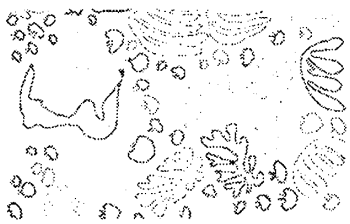
1. 原画像から従来の方法で代表色画像を求め，さらにモザイク画像を作成する．
2. 代表色の中でモザイク画像に含まれていない色を中間色とみなす．
3. 代表色画像において，先に中間色とみなした色をもつ画素を求め，これを中間色画素とする．

この方法では，モザイク画像の区画数が重要なパラメタとなる．区画数が少ないと，中間色でない色を見逃しやすく，多いと，逆に中間色を拾いやすくなる．われわれの実験では 12×12 程度にとるのがもっとも成績がよかった．

この方法で求めた中間色画素を調べてみると，画像によっては，本来の中間色画素でないものまで含んでいる場合がある．この場合，やはり原画像のかわりにガウス関数による平滑化画像を用いることで，より適確に中間色画素が検出されるようになる．図4に，図2の絵画の原画像と平滑化画像($\sigma = 1$)のそれぞれについて，モザイク画像により中間色画素を求めたものとを示す．



(a) 原画像から



(b) 平滑化画像から

図4:モザイク画による中間色画素抽出

4. おわりに

中間色除去の二つの手法を比較検討した．

ガウス関数のパラメタ σ は，現在画素を単位として与えているが，これを解像度を考慮して実寸法で与えるべきかどうか，検討が必要である．

今回調べた K のような指標は，粗い近似ながらも，スキャナの“真の解像度”を知る上で，有効であろう．

参考文献

[1] 小林光夫, 鈴木卓治, 粟津原禎子: 絵画の色彩分析のための代表色抽出における実用上の工夫, 日本色彩学会誌, Vol.22, Suppl., pp.106-107(1998).

[2] 小林光夫, 鈴木卓治: 逐次クラスタ化法を用いた絵画の色彩分析, 日本色彩学会誌, Vol.19, Suppl., pp.72-73(1995).

[3] 曲建博: スキャナを用いて画像を取り込む際に発生する不要な中間色の除去について, 平成 10 年度修士論文, 電気通信大学大学院情報工学専攻, 1999.

NII-Electronic Library Service