

デザイン支援のための空間的な色分布を考慮した再配色法

A recoloring method based on spatial color distribution for design support

南葉 宗弘†
Munehiro Namba

1. はじめに

デジタル機器やインターネットの普及に伴い、経験や専門知識の乏しいユーザでも視覚的に魅力的な制作物が作成できるよう、デザインを支援するシステムが求められている。デザインにおいては構図や形状の決定のみならず、色の組み合わせと配置が重要である。しかし配色に関する印象は文化や流行に左右される上、個人の趣向にも大きく依存するため、システムチックに支援することが困難であった。

既存の制作物を参照に配色を支援する方法[1]では、色の組み合わせ、すなわちパレットの選択支援が中心となり、配色についてはユーザとのインタラクションを通じて試行錯誤的に決定しなくてはならない。自動的に2つの異なる画像間の色の対応付けを行うには、色面積比率を一致させるように行うことが有効とされているが[2, 3]、空間上で複雑に色が分布しているような場合にはうまく働かないという問題がある。

そこで本研究では空間的な色分布の高次統計量を用いて配色を決定することを試みる。アイデアとしては2次以下の統計量を用いて色の空間分布を考慮し、効率的な画像検索を実現する方法[4]に似ているが、提案法では3次および4次の統計量を用いる点で異なる。3次の正規化モーメントを用いると、色分布の偏りの程度を表すことができる。また、4次の正規化モーメントは色分布の広がり具合を表すと考えることができる。これら2つの高次統計量が、参照する画像と配色の対象となる画像間で最も良く一致するようにパレットを対応付けることで、一意な配色を決定する。正規化された統計量にもとづいて配色を行うため、色面積の比率がおおよそ一定であるという仮定が成り立たなくては不適切な配色になってしまうおそれがある。このため、あらかじめmedian cut法による減色処理を施す必要があるが、複雑な色分布を持つ画像を用いた場合でも、概ね参照画像の印象を良好に保った配色をユーザに提示することができることが利点であると考える。また減色処理は組み合わせ問題解決時の計算量削減にも貢献する。

2. 参照画像を用いた配色

配色に用いるパレットは、感性語を用いて決定するようなことも可能であるが[5]、パレット内の各色をどの領域に配置するかによって配色後の印象が著しく異なってしまう場合がある。そこで参照画像を用いた配色法では、パレットにあらかじめ関連付けられた参照画像をパレットと共に提示するか、あるいは参照画像と共にその画像中の代表色をパレットとして提示する。

パレットの対応付けにより配色を行う場合、配色対象

となる画像からも代表色を抽出し、パレットを作成する。その後、ユーザとのインタラクションか、あるいは面積一致率を基準として2つのパレットの対応付けを行い、その結果を画像へ反映する。再配色された画像は必ずしも1つだけを提示するとは限らず、複数の候補画像を提示することでユーザの自由な発想を妨げないようにするシステムもある。

3. 空間的な色分布を考慮した配色

3.1 正規化モーメント

パレット中の色 q_j , $j=1,2,\dots,M$ が画像中に N 個存在し、その位置を z_i , $i=1,2,\dots,N$ とするとき、 k 次の平均値まわりのモーメントは次式で定義される。

$$m_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_i - \bar{z})^k \quad (1)$$

ただし、

$$\bar{z} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i \quad (2)$$

である。このとき k 次の正規化モーメントは

$$c_k = \frac{m_k}{m_2^{\frac{k}{2}}} \quad (3)$$

で表され、特に3次の正規化モーメントを skewness、4次の正規化モーメントを kurtosis と呼ぶ。kurtosis の値は、 z_i の分布が正規分布と一致するときに3となることから、 c_4 から3を減じたものをあらためて kurtosis の定義とする。skewness は空間的な色分布の偏り具合を表し、kurtosis は広がり具合を表すと考えることができる。

画像のように位置が2次元座標で表される場合、skewness は両軸それぞれについて値が求まる。本研究では偏りの大きさだけを考慮し、偏りの方向については考慮しないこととし、両軸の skewness の絶対値の和を色 q_j の skewness 値とする。

3.2 特徴ベクトルのマッチング

median cut法により画像を M 個の色数に減色し、各色の skewness および kurtosis を s_j , k_j , $j=1,2,\dots,M$ で表すとき、

$$\mathbf{v}_s = [s_1, s_2, \dots, s_M]^T \quad (4)$$

$$\mathbf{v}_k = [k_1, k_2, \dots, k_M]^T \quad (5)$$

を skewness、および kurtosis に関する特徴ベクトルと定義する。このとき、参照画像の特徴ベクトルを $\hat{\mathbf{v}}$ で表し、配色対象となる画像の特徴ベクトルを \mathbf{v} で表すことにすると

$$E = \alpha \left\| \frac{\hat{\mathbf{v}}_s}{\|\hat{\mathbf{v}}_s\|} - \frac{\mathbf{v}_s}{\|\mathbf{v}_s\|} \right\|^2 + \beta \left\| \frac{\hat{\mathbf{v}}_k}{\|\hat{\mathbf{v}}_k\|} - \frac{\mathbf{v}_k}{\|\mathbf{v}_k\|} \right\|^2 \quad (6)$$

† 東京学芸大学 技術・情報科学講座 情報科学分野

が最小となるように v の要素を並び替えることでパレットの対応付けを行う。ただし、 α と β は任意の正の定数である。特徴ベクトルを正規化しているため、 $\alpha = \beta$ の場合には skewness と kurtosis を平等に評価して配色を決定することができる。skewness か kurtosis のどちらかに重みをつける場合には $\alpha \neq \beta$ となるように値を設定する。

4. 実験

図1に示す2つの画像を参照画像と配色対象画像とした場合の提案法による実験を行った。実験ではまずそれぞれの画像を $L^*a^*b^*$ 色空間に変換し、median cut法を用いて $M=16$ 色に減色処理を施している。その後 skewness と kurtosis に関する16次元の特徴ベクトルを作成し、 v の並びを変化させながら式(6)の値を評価した。なお、 α と β の値は1に設定した。組み合わせの数は16通りとかなり多いため、全探索により最適解を求めるアプローチは非現実的である。そこで今回は simulated annealing 法を用いヒューリスティックに式(6)が最小となるような v の解を求めた。図2が求められた解による再配色結果である。

図3は特徴ベクトルの値を棒グラフで示したものである。左上と右上がそれぞれ減色処理後に作成された参照画像と配色対象画像の特徴ベクトルである。その下には式(7)が最小となるように配色対象画像の特徴ベクトルを並び替えたものを示してある。各グラフにおいて、上部は skewness 値、下部は kurtosis 値を示しており、各々の棒は対応するパレット色で色付けを行ってある。これらのグラフより、2つの画像間の特徴ベクトルがバランスよく一致するように、再配色のための色の対応付けが実現できていることが分かる。図2の結果からも、空間的な色分布が似た領域に相互の色が移されていることが確認でき、比較的良好的な再配色結果を得ることができたといえる。

5. おわりに

デザイン支援のための空間的な色分布を考慮した再配色法を提案した。高次の統計量を用いることで、色の偏りや広がりを一貫させるような再配色が可能であることを実験的に確認した。減色処理を不要にする方法を見出すことや、より効率的なヒューリスティック探索を適用することが今後の課題である。

参考文献

[1] B. J. Meier, A. M. Spalter, and D. B. Karelitz, "Interactive Color Palettes", IEEE Computer Graphics and Applications, pp. 64-72, May/June 2004.
 [2] G. R. Greenfield and D. H. House, "Image Recoloring Induced by Palette Color Associations", Journal of WSCG, vol.11, no.1, 2003.
 [3] 賀川, 西野, 宇津宮, 「配色に基づくデザイン支援ツールに関する一考察」, 信学技報, HIP2002-43, 2002.
 [4] J. Cheng, Y. W. Chen, H. Lu, X. Y. Zeng, "A Spatial Weighted Color Histogram for Image Retrieval", IEICE Trans. Inf. & Syst., vol. E87-D, No.1, January 2004.
 [5] 大園, 伊藤, 新谷, 早川, 「Web ブラウザを用いた Web ページにおける調和配色システムについて」, FIT2005, LK-002, 2005.



図1: 参照画像と配色対象画像 (左: a painting by J. M. Turner. 右: a photo from www.flickr.com/photos/60364452@N00/499326285/)

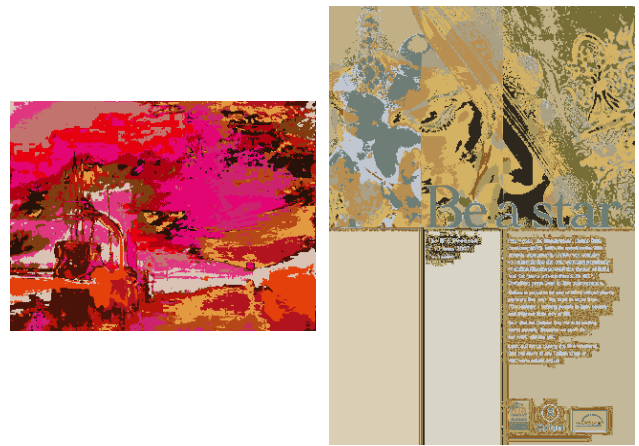


図2: 再配色結果

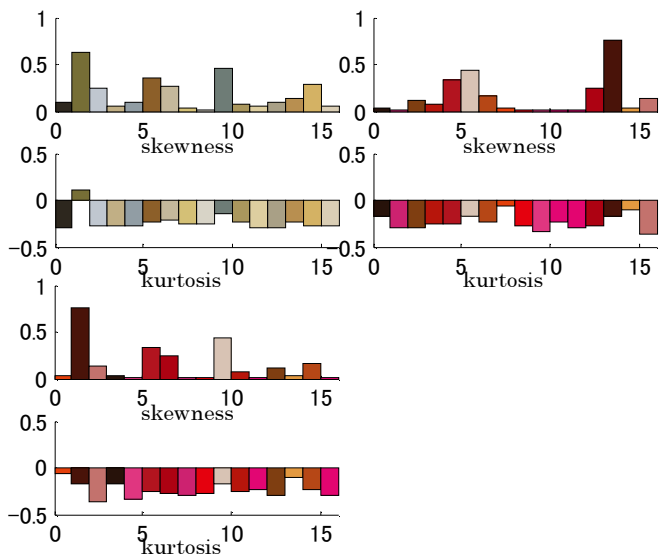


図3: 特徴ベクトル (左上: 参照画像の skewness および kurtosis. 右上: 配色対象画像の skewness および kurtosis. 下: 参照画像に対して最適にパレットを並び替えたときの配色対象画像の skewness および kurtosis.)