

FIT 2015 第 14 回情報科学技術 フォーラムに参加して

中山 仁
Jin NAKAYAMA

情報メディア学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2015年9月15日から9月17日に愛媛大学城北キャンパスで開催された FIT 2015 第 14 回情報科学技術フォーラムに参加し、「着物の染め直し補助のためのデジタル画像の色合い変換」という題目で発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

本研究では、着物の地の部分のみの色合い変換を行う手法として、S成分に対して判別分析法を用いて二つのクラスに一旦分割し、その後、H成分とS成分の2つの特徴量を用いて地のクラスの重心を求め、楕円状に切り取ることで地の部分を抽出する方法を提案する。

2.2 RGB-HSV 変換を用いた色合い変換

2.2.1 判別分析法を用いた領域分割

着物画像を地と柄の部分に分割する。S成分のヒストグラムから、式(1)の判別分析法のクラス間分散 σ_B^2 が最大となる閾値 T を求めることで、2つのクラスに分割する。

$$\sigma_B^2 = \frac{\omega_1 \omega_2 (S_1 - S_2)^2}{(\omega_1 + \omega_2)^2} \quad (1)$$

ここで ω_i は各クラスの画素数を、 S_i は各クラスの平均値をそれぞれあらわす。

2.2.2 重心を用いた地と柄の領域分割

つぎにH成分とS成分の重心を計算し、地の部分を楕円状に切り取る領域分割を行う。まず、式(1)で2つに分割したクラスのうち、着物の地に相当するクラスのH成分とS成分の重心をそれぞれ

μ_H, μ_S とし、それぞれの標準偏差を σ_H, σ_S とする。さらに、マスク画像を $\{M[m, n]\}$ と定義し、式(2)で着物の地にあたるクラスでは1を、それ以外では0と定義することにより、マスク画像 $\{M[m, n]\}$ を生成する。

$$M[m, n] = \begin{cases} 1, & \left(\frac{H[m, n] - \mu_H}{\sigma_H} \right)^2 + \left(\frac{S[m, n] - \mu_S}{\sigma_S} \right)^2 \leq 1 \\ 0, & \text{elsewhere} \end{cases} \quad (2)$$

今回、実験の対象画像とする着物の画像を図1(a)に、参照画像を図1(b)に、求めたマスク画像 $\{M[m, n]\}$ を図2(a), (b)にそれぞれ示す。

2.2.3 RGB 成分の無相関化

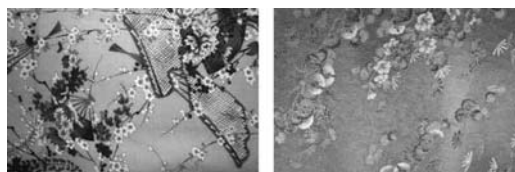
色合い変換が望まれる着物の地の部分だけを対象にしてPCAを用いた色合い変換を行う。対象画像のRGB成分からなる画素値ベクトル $\mathbf{x}[m, n]$ の平均ベクトル μ_x および自己共分散行列 R_x を式(3), (4)で定義する。

$$\mu_x \equiv \frac{1}{K} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} \mathbf{x}[m, n] M[m, n] \quad (3)$$

$$R_x \equiv \frac{1}{K} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} (\mathbf{x}[m, n] - \mu_x)(\mathbf{x}[m, n] - \mu_x)^T M[m, n] \quad (4)$$

$$K = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} M[m, n] \quad (5)$$

ここで K は地の部分の画素数である。つぎに、自



(a) 対象画像 (b) 参照画像

図1 実験対象画像



(a) 対象画像 (b) 参照画像

図2 マスキング結果

己共分散行列 R_x に対する固有値問題を考える.

$$R_x \mathbf{u}_x[i] = \lambda_x[i] \mathbf{u}_x[i] (i = 0, 1, 2) \quad (6)$$

ここで, $\lambda_x[i]$ は固有値, $\mathbf{u}_x[i]$ は固有ベクトルを表す. $\lambda_x[i], \mathbf{u}_x[i]$ から成る行列 Λ_x, U_x を用いて平均 0, 分散 1 に無相関化したベクトル $\mathbf{X}[m, n]$ を次式で定義する.

$$\Lambda_x \equiv \text{diagonal}(\lambda_x[0], \lambda_x[1], \lambda_x[2]) \quad (7)$$

$$U_x \equiv (\mathbf{u}_x[0], \mathbf{u}_x[1], \mathbf{u}_x[2]) \quad (8)$$

$$\mathbf{X}[m, n] \equiv \begin{cases} \lambda_x^{-\frac{1}{2}} U_x^T (\mathbf{x}[m, n] - \mu_x), & M[m, n] = 1 \\ 0, & M[m, n] = 0 \end{cases} \quad (9)$$

対象画像と同様に, 参照画像についても定義する.

2.2.4 色の線形変換

マスク値 $M[m, n]$ が 0 の画素には対象画像の画素値ベクトル $\mathbf{x}[m, n]$ を, 1 の画素には, 色合い変換した結果の画素値ベクトルとすることで, 着物の地の部分のみの色合い変換を行う.

$$\mathbf{x}_\rho[m, n] = \begin{cases} U_{x'_\rho} \Lambda_{x'_\rho}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{X}[m, n] + \mu_{x'_\rho}, & M[m, n] = 1 \\ \mathbf{x}[m, n], & M[m, n] = 0 \end{cases} \quad (10)$$

ここで, 対象画像と参照画像の色合いの比率を決定するパラメータ ρ を用いて, 平均ベクトル $\mu_{x'_\rho}$, 固有値 $\Lambda_{x'_\rho}$, 固有ベクトル $U_{x'_\rho}$ を内挿する.

$$\mu_{x'_\rho} = (1 - \rho)\mu_x + \rho\mu_y \quad (11)$$

$$\Lambda_{x'_\rho} = (1 - \rho)\Lambda_x + \rho\Lambda_y \quad (12)$$

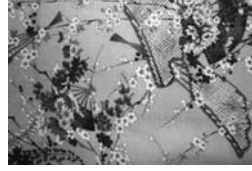
$$U_{x'_\rho} = (1 - \rho)U_x + \rho U_y \quad (13)$$

2.3 実験結果

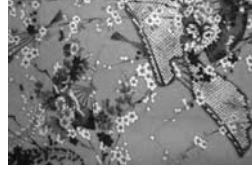
図 3 (a) を対象画像に図 3 (c), (e) を参照画像とし, $\rho = 1$ として式 (10) を用いて色合い変換を行なった結果を図 3 (b), (d) に示す. また, 図 3 (a) を対象画像とし, 図 3 (b) を参照画像とし, ρ の値を 0.25~1 まで 0.25 ずつ変化させ, 色合い変換の調整を行なった結果を図 4 に示す.

3. 考察

本提案手法は, 色相と彩度を用いて着物の地の部分を抽出することにより, 色合い変換が望まれる着



(a) 対象画像



(b) 色変換後画像 1



(c) 参照画像 1

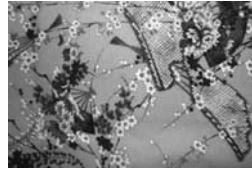


(d) 色変換後画像 2

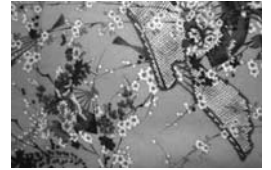


(e) 参照画像 2

図 3 マスク画像を用いた色合い変換



(a) $\rho=0.25$



(b) $\rho=0.5$



(c) $\rho=0.75$



(d) $\rho=1.0$

図 4 中間の色合い変換

物の地の部分のみを色変換する手法を提案した. また, パラメータを用いた色合い調整を行なうことで, 色合いを調整できることを確認した.

4. まとめ

今回の発表で多くの方々に質問や意見を頂き, 大変参考になりました. ご指導を頂いた藤田和弘先生, 研究室の皆様には深く御礼申し上げます.