

# 顔画像の特徴を用いたモノクロ人物画像のカラー化

## Colorization of monochrome human images using the features of human faces

加茂 碧唯† 篠沢 佳久‡  
Aoi Kamo Yoshihisa Shinozawa

### 1. まえがき

現在においても、過去のモノクロの画像や映像が多く蓄積されている。近年、これらをデジタルカラー化する需要が高まっている。しかしながら、カラー化の工程は、人間の手作業に大きく頼っているのが実情である。そのため、自動的な着色支援により、作業負担の軽減が期待される。

カラー化 (Colorization) とは、コンピュータを用いてモノクロ画像に色を与える手法である。これまで、下記のような手法が提案されてきた。

- ・ユーザーがカラー化すべきヒントを与えることで、半自動的に色を着色する方法[1]
- ・カラー化の参考となる画像 (参照カラー画像と呼ぶ) を用意し、モノクロ画像中の物体の色を推定する方法 (色転送) [2]

しかし、二つの手法とも、あらゆる画像に対して汎用的に自動着色することは難しい。そのためどのような画像に対しても、良好な結果を得るためには、人間が何らかのヒントを与えることが必要となる。

そこで、本研究においては、画像や映像シーンの中で最も多く写っている被写体は、人物の顔であるということに着目し、顔画像に対して、より自然に自動着色することを試みる。そのために、まず、目的のモノクロ画像を対象に顔画像の検出を行なう。次に、顔画像の属性推定を行ない、参照カラー画像の選定を行なう。さらに、顔の特徴点抽出と領域分割を行ない、顔を各パーツに分割し、領域の対応付けを行なう。そして参照カラー画像から対応する領域内で、色を推定し、カラー画像を復元することを試みる。

以上、収集したモノクロ画像に対し、提案手法を適用した。その結果、従来の手法[2]を用いた場合と比較して、顔画像に関しては、色推定の精度の向上が図れたことを示す。

### 2. 提案手法

提案手法の概要を図 1 に示す。性別、人種、眼鏡、髭の有無など属性の異なる参照カラー画像を収集する (図 1 右図)。そして参照カラー画像から顔画像周辺の矩形領域を切り出し、正規化する (2.1)。次に頭髪、眉、目、鼻、口といった特徴点抽出を行なった後 (2.4)、特徴点座標を円形シード領域の中心に設定し、Watershed アルゴリズムにより各パーツに領域分割する (2.5)。以上、これら参照カラー画像をデータベースに保存する。

一方で、目的モノクロ画像に対しては、まず顔画像周辺の矩形領域を切り出して、正規化した後 (2.1)、属性

推定を行なう (2.2) (図 1 左図)。属性推定の結果を用いて、参照カラー画像データベース上から適切な参照カラー画像を選択する (2.3)。次に特徴点を抽出し (2.4)、Watershed アルゴリズムにより各パーツに領域分割する (2.5)。目的モノクロ画像の各領域と参照カラー画像との対応付けを行ない、参照カラー画像よりブロックマッチングを用いて色情報を推定し、色転送を行うことで、目的モノクロ画像の色情報を復元する (2.6)。そしてバイキュービック法を用いて、元の目的モノクロ画像と同じ大きさに戻し、復元カラー画像を得る。

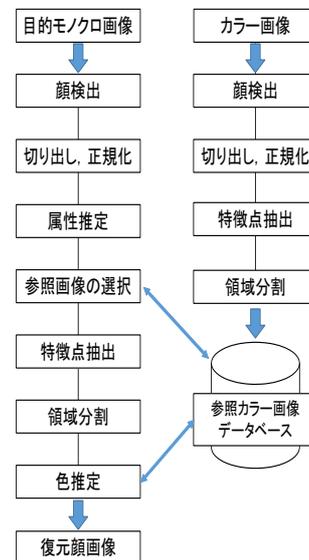


図 1 提案手法の流れ

#### 2.1 顔画像の切り出し処理

参照カラー画像に対して、HaarLike 特徴量を用いて、正面向きの顔画像のみを検出する。検出した顔画像に対しては、大きさの正規化を行なう。一方で目的モノクロ画像からの顔画像検出については、Orbeus Rekognition API[3]を用いた。検出した顔画像に対しては、大きさの正規化、輝度ヒストグラムの均等化による輝度値の正規化処理を行なう。

#### 2.2 属性推定

参照カラー画像については、属性ごとに異なる画像を複数枚収集する。対象とした属性は、人種 (アジア、白人、黒人)、髪の色 (黒、それ以外)、性別、眼鏡の有無、口の開閉、男性の場合は髭の有無である (72 種類)。

そして目的モノクロ画像に対して、属性推定を行ない、その結果から参照カラー画像の候補を絞り込む。属性推定には 2.1 節で述べた Orbeus Rekognition API[3]を用いた。

†慶應義塾大学大学院理工学研究科

‡慶應義塾大学理工学部管理工学科

## 2.3 参照画像の選択

属性推定によって絞り込まれた参照カラー画像の中から、一枚を選択する。本研究では、「髪の毛と顔の輝度値が似ているものは髪の毛や肌の色も類似している」という仮定の下で、髪の毛と鼻の輝度値の平均値の差の二乗を掛け合わせたコスト関数を用いて、この値が最小となる参照カラー画像を選択する。

## 2.4 特徴点抽出

参照カラー画像、目的モノクロ画像中の顔画像に対して、主な特徴である輪郭、眉、目、鼻、口に特徴点を設定する。特徴点抽出については、インクリメント社のウェブ API 「detectFace()」 [4]を用いて、50 個の特徴点を抽出した。

## 2.5 領域分割

次に Watershed 法を用いて領域分割を行なう。抽出した特徴点より、顔の各部位の中心位置や背景部にマーカーを設定し (図 2 左図)、領域を分割した。領域は、髪の毛、額、眉、目、鼻、顔上部、顔の下半分および首周辺、唇、胴体、背景とした (図 2 右図)。



図 2 領域分割

## 2.6 色推定

色推定については、ブロックマッチングの手法を適用する。カラー化すべき目的モノクロ画像中の画素に対して、対応する参照カラー画像の領域中から、輝度値が最も類似している画素の RGB 値を転送する (図 2 右図)。

2.5 節で述べた領域  $i$  における目的モノクロ画像と参照カラー画像の全画素を  $\phi_i, \Omega_i$  とする。各領域  $i$  に含まれる画素を  $r, t$  とする。また  $r$  と  $t$  の周辺画素の集合を  $q, s$  とする。 $Y, R, G, B$  は、それぞれ輝度と RGB チャンネルを表す。そこで画素  $r$  の色は、その周辺画素  $q$  の輝度値  $Y(q)$  と最も類似した値を持つ周辺画素  $s^*$  を参照カラー画像の領域  $\Omega_i$  で探索し、その画素  $t^*$  の  $R(t^*), G(t^*), B(t^*)$  値とする。

また、得られた RGB 値に対して、より自然な色階調にするため、平滑化フィルターをかけた。さらに、輝度階調も崩れているため、元の目的モノクロ画像の輝度値によって補正する。そしてバイキュービック法を用いて元の目的モノクロ画像と同じ大きさに拡大し、元のモノクロ画像の輝度値で補正することで最終的なカラー画像を得る。

## 3. 評価実験

### 3.1 実験方法

東洋人・白人・黒人の男女に対して各 3 枚 (計 18 枚) のカラー画像を用意し、そのカラー画像をモノクロ化した。

た。これらのモノクロ画像に対して、適切な参照カラー画像を選定し、元のカラー画像にどの程度復元できるかを調べた。

参考のために、二つの手法との比較実験を行なった。一つ目は、Welsh の色転送 [2] である。これは、画像の輝度値の基本的統計量 (平均値と標準偏差) を用いて、目的モノクロ画像の各画素と参照カラー画像の各画素を比較し、最適な色を転送する方法である (手法 1 と呼ぶ)。二つ目は、参照カラー画像の顔領域の RGB の平均値を用いて、領域全体を着色する方法である (手法 2 と呼ぶ)。

## 3.2 実験結果

各手法による色の復元度を測るため、正解となる元のカラー画像の各画素の RGB 値と、復元したカラー画像の RGB 値との差の二乗和を計算し、それらを画素数で割り、平方根をとった値 (二乗誤差平均) を評価指標とした。以上の結果を図 3 に示す。

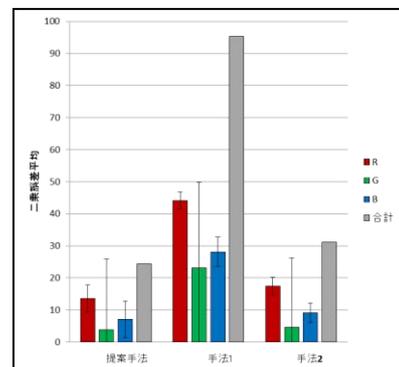


図 3 提案手法によるカラー化の評価

図 3 より、提案手法によって得られた評価指標は、手法 1 および 2 よりも良い精度が得られた。特に手法 2 よりも約 20% 小さくなっており、元のカラー画像と最も似た色味の階調が得られることが分かった。

## 4. 結論

本研究においては、人物のモノクロ画像に対して、カラー化する手法を提案した。今後は、人物の骨格モデル推定を適用することで、身体の部分の領域も推定し、全身を自動的にカラー化する、また人物以外の物体についても物体認識を行ない、識別した後にカラー化することによって、自然な色階調をもって自動的に色復元を行なうことを試みていく予定である。

## 参考文献

- [1] Anat Levin, Dani Lischinski, Yair Weiss, "Colorization using optimization", Proceedings of ACM SIGGRAPH 2004, pp.689-694, 2004.
- [2] Tomihisa Welsh, Michael Ashikhmin, Klaus Mueller, "Transferring color to greyscale images", Proceedings of ACM SIGGRAPH 2002, pp.277-280, 2002.
- [3] <https://reognition.com/> (2015年6月参照)
- [4] <http://detectface.com/> (2015年6月参照)