

自動色再現のための色票位置推定手法の改良 A Robust Color Chart Position Estimation Method for Automatic Color Reproduction

山内 俊明†
Tosiaki Yamanouchi

1. まえがき

従来のカラー画像処理・表示システムの実用的な研究開発は、主に画面解像度や色解像度の拡張に向けられてきた。そして、電子デバイス技術の急速な発達とあいまって、安価な携帯電子機器の小さなディスプレイにおいても、数年前では想像もつかないような画面解像度と色解像度に対応したコンテンツを閲覧できるようになった。

しかし、遠隔医療・電子商取引・遺跡や美術品の画像アーカイブといった分野からの要請で、これまでほとんど行われていなかった色再現も精力的に研究されるようになってきた[1]。色再現とは、文字通り、画像の色情報を閲覧・利用時に忠実に再現することであるが、その目的により3種類に大別することができる。

(1) 映像そのものを絶対的なものにとらえ、当該色情報を忠実に表示することを目的とする。

(2) 撮像時の照明条件に左右されない、物体の分光反射率そのものを推定・記録することを目的とする。

(3) 撮像時の照明条件を考慮して、映像中の色情報を補正することを目的とする。

(1)については、モニタの色補正システムがすでに実用化され、デザイナー等の色情報を忠実に表示することが必要な利用者に広く用いられている。(2)については、マルチスペクトルカメラや多原色表示システムを用いたナチュラルビジョン[2]と呼ばれる研究が知られている。原理上、非常に理想的な結果が得られるが、高価な機器を必要とするため、普及にはまだ時間がかかると思われる。

本稿で対象とするのは、(3)に分類される色再現処理である。一般には、色票を用いて撮像時の照明条件の影響を軽減する方法が用いられるが、撮影した画像内の色票位置を手作業でシステムに指示する必要がある。使用する色票に多数の色が使われている場合には、非常に手間がかかる。

そこで、我々は近年発達著しい画像認識技術を用いて、画像内の色票位置を推定する手法を検討している。特筆すべきは、学習用画像の色票内の各点が処理対象画像内にとどように写像されるかを算出するため、色票内の各色領域の中心点が写像される点も簡単に求めることができることである。従って、この写像の推定精度が十分高ければ、色票と一緒に写っている写真に対して色再現処理を自動的に施すことが十分可能である。また、事前に学習する色票の種類を増やし、処理対象画像内で使用されている色票を自動判定することができれば、より実用的なシステムとなる。

昨年報告した改良 RANSAC 法を用いた色票位置推定手法[3]は比較的良好な推定精度を示したが、色票位置推定が困難な画像も存在する。本研究では、SIFT 特徴量の検出対象がカラー画像から変換したグレースケール画像のみであったことに着目し、その対象を RGB の各ブ

レーンに拡張することによって特徴の乏しい画像でも色票位置が推定可能になるのではないかと考えた。

2. 改良 RANSAC 法[3]

事前に、使用する色票を中央に大きく写した画像を用意し、Scale Invariant Feature Transform (SIFT) [4]を用いて特徴点を算出する(図1)。また、色票の四隅の頂点の座標および各色領域の中心点の座標も記録しておく。次いで、被写体と色票と一緒に写った画像に対して、以下の手順で色票位置を推定する。

(1)対象画像をグレースケール画像に変換し、SIFT 特徴点を算出する。

(2)事前に学習した色票内の SIFT 特徴点と(1)で検出した SIFT 特徴点の対応付けを行う。

(3)対応する SIFT 特徴点のペア3組で求めることができる画像間の射影変換[5]を、改良した Random Sample Consensus(RANSAC)[6]という統計的な手法によって算出する。

(4)(3)で求めた写像により、学習時に記録した色票の四隅の頂点の座標および各色領域の中心点の座標を変換し、色票位置と各色領域の位置を得る。

上述の(3)は具体的には、まず、ランダムにサンプリングした3組の特徴点のペアから算出した射影変換によって、学習時に記録した色票の四隅の頂点の座標を変換する。変換された4頂点で囲まれる面積が予め定めておいた閾値より小さい場合には、当該射影変換を求める際に用いたデータが outlier であったと判断してサンプリングからやり直すというものである。色再現を行うに際して、色票を極端に小さく写すことはないかと仮定すれば、合理的なアルゴリズムであると考えられる。

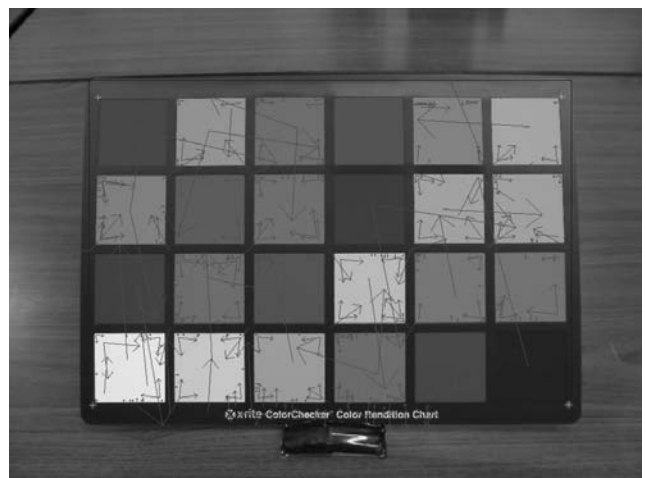


図1 事前学習結果

† 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology

3. SIFT 算出領域拡張による色票位置推定手法の改良

これまで SIFT 特徴量の検出には、カラー画像を単純にグレースケール変換した画像を用いていた。特徴の乏しい色票画像を検出対象にしていることを鑑み、RGB の各プレーンを SIFT 特徴量の検出対象にする。図 2 に SIFT 算出領域拡張前後の対応ペア数を、図 3 に SIFT 特徴点の対応付けの一例を示す。いずれの図からも、SIFT 算出領域拡張によって対応ペア数が増加していることがわかる。

4. 実験

照明条件や背景などを換え、被写体と想定したスニーカーと色票が同一フレーム内に収まるようにデジタルカメラで 20 枚の画像を撮影した。これらの画像に対して上述の手法を適用し、色票の位置および各色領域の中心点が推定できるかどうかを検証した。全 20 枚の内、従来の RANSAC では 14 枚、改良 RANSAC 法では 17 枚、提案手法では 20 枚すべての画像でほぼ正確な推定結果を得ることができた。

5. むすび

自動色再現を目的として、SIFT 算出領域拡張による色票位置推定手法の改良を検討した。今回の改良により全画像でほぼ正確な推定結果を得ることができた。実用化のためには、更に多くの系統的な検証が必要である。

参考文献

- [1] 三宅, "再現技術～最近の動向～", 映情学誌, Vol.58, No.12, Dec., 2004, pp.1715-1721
- [2] 山口, "ナチュラルビジョン～多原色に基づく新しい映像システム～", 映情学誌, Vol.58, No.12, Dec., 2004, pp.1722-1727
- [3] 山内, "自動色再現のための色票位置推定手法の検討", 第 9 回情報科学技術フォーラム講演論文集 9(3), Aug., 2010, pp.145-146
- [4] David G.Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints", Int. Journal of Computer Vision, Vol.60, No.2, 2004, pp. 91-110
- [5] R. Hartley and A. Zisserman, "Multiple view geometry in computer vision", 2nd edition, Cambridge University Press, 2003
- [6] M. A. Fischler and R. C. Bolles, "Random Sample Consensus: A paradigm for model fitting with application to image analysis and automated cartography", ACM Graphics and Image Processing, Vol.24, No.6, 1981, pp. 381-395

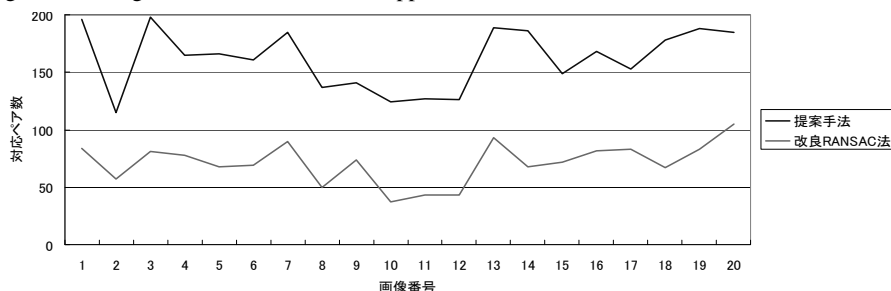
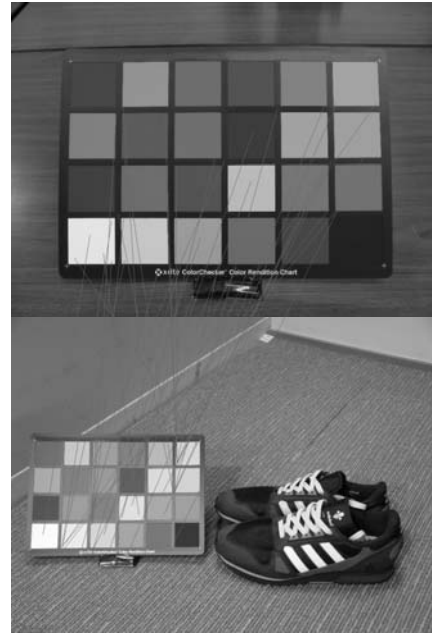
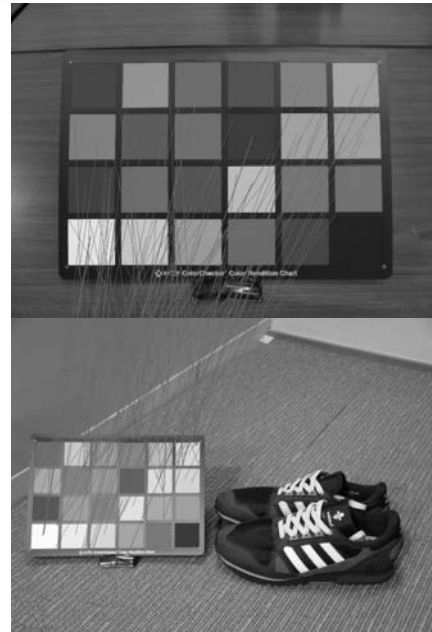


図 2 SIFT 算出領域拡張前後の対応ペア数



(a) 従来手法による SIFT 特徴点の対応づけ



(b) 提案手法による SIFT 特徴点の対応付け
図 3 SIFT 特徴点の対応付けの一例