

# 材質が異なる布特徴に着目した色推定

渡邊 成美<sup>†</sup> 景山 陽一<sup>†</sup> 白井 光<sup>†</sup>

大和田 功<sup>‡</sup> 寒川 陽美<sup>‡</sup>

秋田大学<sup>†</sup> イグノス<sup>‡</sup>

## 1. 背景・目的

工業製品の配色や物質の化学検査において、色情報を正確に測定することは、品質管理の面で非常に重要である。精密な色情報の取得には、色を数量的に取得する機器である測色計が用いられる[1]。しかしながら、多くの測色計は高価であり、測定環境も限定される場合があるため、測色対象と標準色票を目視で比較し、測色する手法が一般的に用いられている。しかしながら、目視による測色は測定者の熟練度や体調に起因する読み取り誤差があることや、労力を要するといった課題が挙げられる[2]。

一方、ネットショッピングで購入した商品の色は、光源色の相違などに起因し、想定した色と異なる場合が多い。本研究では、この解消に向け、可搬型かつ非接触で対象物の色特徴を解析・変換する手法の開発を目的とする。

本研究ではこれまでに、服飾を対象とし、タブレット PC で取得した画像データについて、画像特徴量ならびに回帰分析を用いる階層的な色推定手法に関する検討を行った[3]。本稿では、画素値補正法を用いて、布表面における凹凸の影響を考慮した色情報の取得方法について検討し、補正精度を検証したので報告する。

## 2. 使用データ

2種類のタブレット PC (iPad Pro : Apple 社製, LAVIE Tab E : NEC パーソナルコンピュータ株式会社製)を用いて、画像データを取得した。補正対象である布素材には、ワールドクロス社製「世界の装幀美'375」を用いた。補正対象の素材の違いや色情報による補正精度の差異を検証するため、材質が異なる3種類の布(細布系統, シルキー, プレミアムコットン)を選定した。選定した3種類の布に対して、様々な色系統を含むようにそれぞれ色数を20枚ずつ、合計60枚の布素材を選定した。使用した布名および材質を表1に示す。布の正確な色情報(真値)の取得には、小型分光測色計 Spectro1(Variable 社製)を用いた。画像データ取得時には、標準光源である D65 光源, D50 光源を用いた。

## 3. 解析手法

補正対象の材質の違いごとに分類し、材質ごとに色特徴解析を行うことは、誤差の少ない色

Color estimation focusing on cloth features of different materials

Narumi WATANABE<sup>†</sup>, Yoichi KAGEYAMA<sup>†</sup>, Hikaru SHIRAI<sup>†</sup>

Isao OHWADA<sup>‡</sup>, Harumi SANGAWA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Akita University, <sup>‡</sup>IGUNOSS

推定を可能にすると考える。本研究ではこれまでに、色特徴解析に関する階層的な手法として、素材判別に関する検討ならびに画素値補正法を用いた色推定に関する検討を行った。

### 3.1 素材判別手法

テクスチャ解析の手法として、同時生起行列を用いる手法がある[4]。同時生起行列とは、画素同士が  $\theta$  方向および距離  $d$  の位置関係にある場合、画素値の組み合わせをまとめた行列である。本稿では、同時生起行列を求める際に、物体の形態を特徴付けるパラメータとして、以下の4種類の特徴量を用いた。①角二次モーメント(ASM)は、素材の一様性や均一性を表す。②コントラスト(CON)は、局所の変化量を表す。③エントロピー(ENT)は、画像に含まれる情報量を表す。④相関(COR)は、素材表面のパターンから特徴量を表す。

### 3.2 色特徴解析手法

画素値補正法では、補正対象をスマートフォンやタブレット PC で撮影し、回帰式を用いて撮影画像の画素値(撮影値)の補正を行う。具体的には、①画像データの色取得領域における画素値の平均値を撮影値として取得する。②補正対象の真値と撮影値を用いて回帰分析を行う。③得られた回帰式を用いて撮影値を補正し、補正対象の色情報を推定する、である。補正精度の検証には、補正対象における各  $L^*a^*b^*$  値の推定値と真値の誤差ならびに算出した各  $L^*a^*b^*$  値の誤差を全て用いて、色差  $\Delta E$ [2]を算出した。

補正精度の検証には、直線近似、二次曲線近似、ならびにファジィ回帰分析[5]を用いた。なお、ファジィ回帰分析には、全ての入力データを包含する幅最小の区間線形回帰モデルを求める MIN 問題を用いた。

### 3.3 布表面の凹凸に関する手法

本研究ではこれまでに、色情報の  $L^*a^*b^*$  成分ごとに回帰手法を選定し、単一の回帰手法を用いた場合と比較して、回帰手法を組み合わせることで、補正対象の色情報(推定値)を算出することで、補正精度を向上させることを明らかにしている[3]。

一方、画素値補正法において、布素材を用いた場合、布表面の凹凸が影響し、取得される画素値にばらつきが生じる。そこで、(1)二値画像の情報を用いて陰影部分の画素値を除去した場合、ならびに(2)各画素の情報量を用いて画素値を選択した場合における補正精度について比較を行った。

ここで、二値画像の作成には、適応的閾値処理を用いて、画像ごとに閾値を決定した。また、

表 1. 使用した布名および材質

布名	材質	繊維の種類	布サイズ
細布	レーヨン 100%	化学繊維	2.5 × 4.5 [cm]
A細布			
特上細布			
極上細布			
シルキー	ポリエステル 100%	合成繊維	
プレミアム コットン	綿 100%	天然繊維	

情報量の算出には、着目画素と隣接する周辺画素との情報量を画素ごとに算出した。色情報取得領域全体における情報量と比較して、着目画素の情報量が大きい場合、色情報を取得して色情報の推定に使用した。

#### 4. 解析結果

D65 光源下で取得したプレミアムコットンの画像に対して、画素値全体の平均値を用いた場合の色差  $\Delta E$  を表 2 に示す。布表面における凹凸の影響を考慮して、二値画像を用いて陰影部分を除去した場合ならびに各画素の情報量を用いて画素値を選択した場合の色差  $\Delta E$  を表 3, 4 にそれぞれ示す。本研究では、専門家の知見を踏まえて、色差  $\Delta E < 10$  を目標色差範囲とした。

##### 4.1 回帰手法ごとの結果比較

回帰手法ごとの色差  $\Delta E$  に着目した。表 2 より、画素値全体の平均値を用いた場合、最小値、平均値、中央値の項目で回帰手法を組み合わせた場合に色差  $\Delta E$  が最小となった。さらに、表 3 より、二値画像を用いて陰影部分を除去した場合、最大値、最小値、中央値の項目では、直線近似を用いた場合に色差  $\Delta E$  が最小となった。表 4 より、最大値、最小値の項目では、直線近似を用いた場合に色差  $\Delta E$  が最小となり、平均値、中央値の項目では、二次曲線近似を用いた場合に色差  $\Delta E$  が最小となった。

##### 4.2 色情報の取得方法ごとの結果比較

色情報の取得方法の違いごとにおける色差  $\Delta E$  に着目した。二値画像を用いて陰影部分を除去する手法において、直線近似、二次曲線近似、ならびに回帰手法を組み合わせた場合、他の色情報の取得方法を用いた場合と比較して、最大値、最小値、平均値の項目で色差  $\Delta E$  が最小となった。これは、二値画像を用いて陰影部分を除去したことで、取得される画素値のばらつきが低減したためであると推察される。

また、ファジィ回帰分析では、他の回帰手法と比較して、すべての項目で色差  $\Delta E$  が最大となった。これは、ファジィ回帰分析では画像から取得された色情報のあいまいさを含んで推定するため、布表面における凹凸の影響が大きくなったためと考える。

以上の結果から、正確な色情報の推定には、陰影部分の影響を考慮して画像特徴量などを用いて画素値を選定し、色情報を取得することが有用であると考えられる。

表 2. 画素値全体の平均値を用いた場合の色差  $\Delta E$ (iPad Pro, プレミアムコットン)

	組み合わせ	直線近似	二次曲線近似	ファジィ回帰分析
最大値	15.58	15.47	15.57	39.56
最小値	2.10	2.34	2.14	8.19
平均値	6.49	6.92	6.50	27.65
中央値	5.58	6.65	5.60	29.93

表 3. 二値画像を用いて陰影部分を除去した場合の色差  $\Delta E$ (iPad Pro, プレミアムコットン)

	組み合わせ	直線近似	二次曲線近似	ファジィ回帰分析
最大値	12.32	12.28	12.32	65.31
最小値	1.42	0.87	1.42	5.76
平均値	5.75	5.80	5.75	40.01
中央値	5.86	5.80	5.86	40.38

表 4. 情報量を用いて画素値を選択した場合の色差  $\Delta E$ (iPad Pro, プレミアムコットン)

	組み合わせ	直線近似	二次曲線近似	ファジィ回帰分析
最大値	14.67	14.39	14.67	41.15
最小値	2.19	2.09	2.19	9.93
平均値	6.44	6.79	6.44	29.08
中央値	5.60	6.43	5.60	31.67

#### 5. まとめ

画素値補正法を用いた色補正において、画像情報量を用いて画素値を選定することで、布表面における凹凸の影響を低減させ、正確な色情報の推定に有用であることを明らかにした。

今後は、布表面における凹凸の影響を低減可能な色情報を取得するために、同時生起行列を用いて取得された特徴量などを用いて色情報の選定を行い、処理の改良を行う予定である。

#### 6. 謝辞

A-STEP トライアウト(JPMJTM20B8)により実施されたことを付記する。

#### 参考文献

- [1] KONICA MINOLTA : “医療/化粧品-活用シーン”, <https://www.konicaminolta.jp/instruments/industry/cosmetics/index.html>(Accessed 2022/01/03)
- [2] 日本色彩学会 : “新編 色彩科学ハンドブック[第3版]”, 東京大学出版会, 2011
- [3] 渡邊成美 他 : “データ取得条件にロバストな色特徴解析法に関する検討”, 令和 3 年度情報処理学会東北支部研究会, No.4, 2021
- [4] Math-Works : “グレーレベルの同時生起行列の作成”, <https://jp.mathworks.com/help/images/create-a-gray-level-co-occurrence-matrix.html>(Accessed 2022/01/03)
- [5] 石淵久生 : “ファジィ回帰分析”, 日本ファジィ学会誌, Vol.4, No.1, pp.52-60, 1992