

抵抗器読み取りのための色特徴に関する一検討

A Study of Color Features for Reading a Resistor

三谷 芳弘† 杉村 佑貴† 浜本 義彦‡
Yoshihiro Mitani Yuuki Sugimura Yoshihiko Hamamoto

1. まえがき

抵抗器の抵抗値は、カラーコードの色によって分かる。たとえば、図1の抵抗器のカラーコード部の色は、左から順に赤・青・黒・金である。その抵抗値は $26 \pm 5\%$ であると読める。物体の色を見ることは、光・物体・感覚の三つの要素が相互に関連する[1]。抵抗器のカラーコードから抵抗値を読み取ることをコンピュータが代用できれば、その読み取りコストが小さくなる。画像処理技術を用い、抵抗器の抵抗値を読み取るためには、一般に、抵抗器のカラーコード部の抽出およびその色の読み取りの順に処理がなされる。本研究では、抵抗器のカラーコードの読み取りのための色特徴について調べる。高橋ら[2]は、すべての画像処理手法に適切な色空間は存在せず、処理によって適切な色空間が異なることが判明した、と報告している。本研究では、抵抗器の読み取りのために有効な色特徴を誤認識率の観点から調べる。

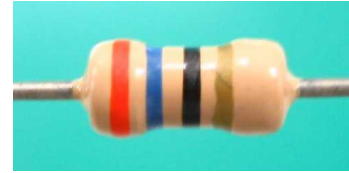


図1 抵抗器

2. 色特徴

色特徴は、ある色空間の一点として記述されるため、特徴ベクトルとして表される。本研究では、Plataniotisらの文献[3]から代表的な色空間を用いる。表1および図2に文献[3]より引用した色モデルをまとめる。

(1) RGB

赤、緑、青の光の三原色からなる。RGBは加法混色表現であり、数値を増すごとに白に近づく。反対に数値を減らすごとに黒に近づく。

(2) XYZ

RGBでは、ある色を表すのに必要なRGBの成分のうち、一つが負になることがある。これを避けるため、全ての成分が非負の値になるようにしたものが原刺激XYZである。RGBからの線形変換によって表される。

(3) YCbCr, YIQ

輝度信号および2つの色差信号の三成分からなる。YCbCrはJPEG, MPEGなどで用いられる。また、YIQはカラーTV放送などで用いられる。

(4) HSI, HSV, HLS

顕色系。色相、彩度、明度の三成分からなる。HSVは、HSIよりも人間の色知覚により近いとされる。HLSは、HSIよりも明度が改善するとされる。

(5) $L^*u^*v^*$, $L^*a^*b^*$

均等色空間。明度指数および2つのクロマティックネス指数の三成分からなる。色差を測定するのに適し、空間内の色違いが見た目の色差と合致するとされる。XYZからの数学的変換によって表される。

表1 色モデル

表色系	RGBからの変換	各成分の相関
RGB		高い相関あり
XYZ	線形	相関あり
YCbCr	線形	無相関
YIQ	線形	無相関
HSI	非線形	相関あり
HSV	非線形	相関あり
HLS	非線形	相関あり
$L^*u^*v^*$	非線形	相関あり
$L^*a^*b^*$	非線形	相関あり
I1I2I3	線形	相関あり

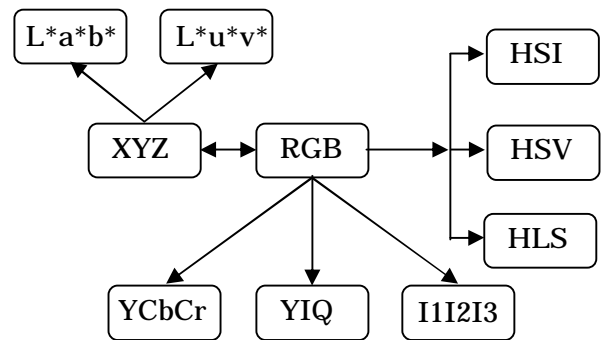


図2 色モデルの分類

(6) I1I2I3

3つの色特徴I1, I2, I3は、色画像を有効に領域分割するために実験的に求められたものである。

3. 計算機シミュレーション

データは、デジカメで撮影された抵抗器の画像を複数枚用いる。撮影は室内の照明の明るい状態で行った。ここで、銀と無色を含む抵抗器は用いないため、読み取り対象となる色は、黒・茶・赤・橙・黄・緑・青・紫・

†宇部工業高等専門学校, 制御情報工学科

‡山口大学大学院

灰・白・金の 11 種類である．実験には，カラーコード部のさまざまな箇所から各色 20 個抽出したものをを用いる．誤識別率は，色特徴の有効性を表す最も有効な尺度であると考えられる．本研究では，色特徴の有効性を誤識別率の観点から調べる．

$$\text{誤識別率} = \frac{\text{誤って識別されたテストサンプル数}}{\text{全テストサンプル数}} \times 100(\%) \quad (1)$$

図 3 は，誤識別率の推定の流れを表す．まず，利用可能なデータ RGB に対し，訓練用データとテスト用データをランダムに分割する．実験では，訓練用データ数 N は各色 1 ~ 10 個とし，テスト用データ数は各色 10 個とした．次に，対象の色特徴を抽出する．さらに，訓練サンプルを用い識別器を設計し，テストサンプルを入力し誤識別率を推定する．これらを独立に 100 回繰り返し，平均の誤識別率と 95% 信頼区間をそれぞれ求める．ここで，識別器には代表的な識別器である最近傍識別器[4]を用いた．

図 4 は，訓練サンプル数に対する誤識別率を表す．図内の縦棒は，95% 信頼区間を表す．実験結果より， $N=1$ のとき，I1I2I3 の誤識別率が最小である．また N の値が 2 以上のとき， $L^*u^*v^*$ が最小の誤識別率を与える．これらは，RGB に比べ統計的に有意に改善している．

4. むすび

本研究では，抵抗器のカラーコード読み取りのために有効な色特徴を調べた．実験結果より，室内の照明の明るい状況下では，抵抗器の読み取りには $L^*u^*v^*$ を用いることが推奨される．

今後の課題としては，色の見え方に影響を与える光源や照明の明るさなどに対する色特徴のロバスト性を調べることが挙げられる．

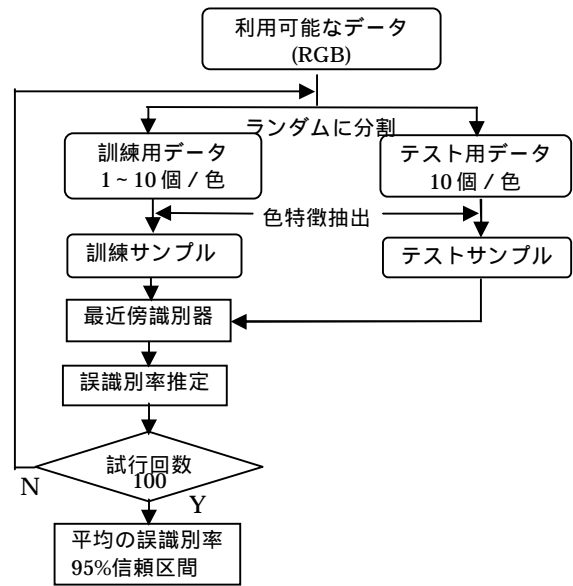


図 3 誤識別率の推定

文献

- [1]山中俊夫，色彩学の基礎，文化書房博文社，1997.
- [2]高橋圭子，松浦正樹，杉山岳弘，阿部圭一，“人間による画像の色分類結果と領域分割結果に基づいた色空間の比較評価，”電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J84-D-II, No.7, pp.1378-1388, 2001.
- [3]K. N. Plataniotis and A. N. Ventsanopoulos, Color Image Processing and Applications, Springer, 2000.
- [4]K. Fukunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Second Edition, Academic Press, 1990.

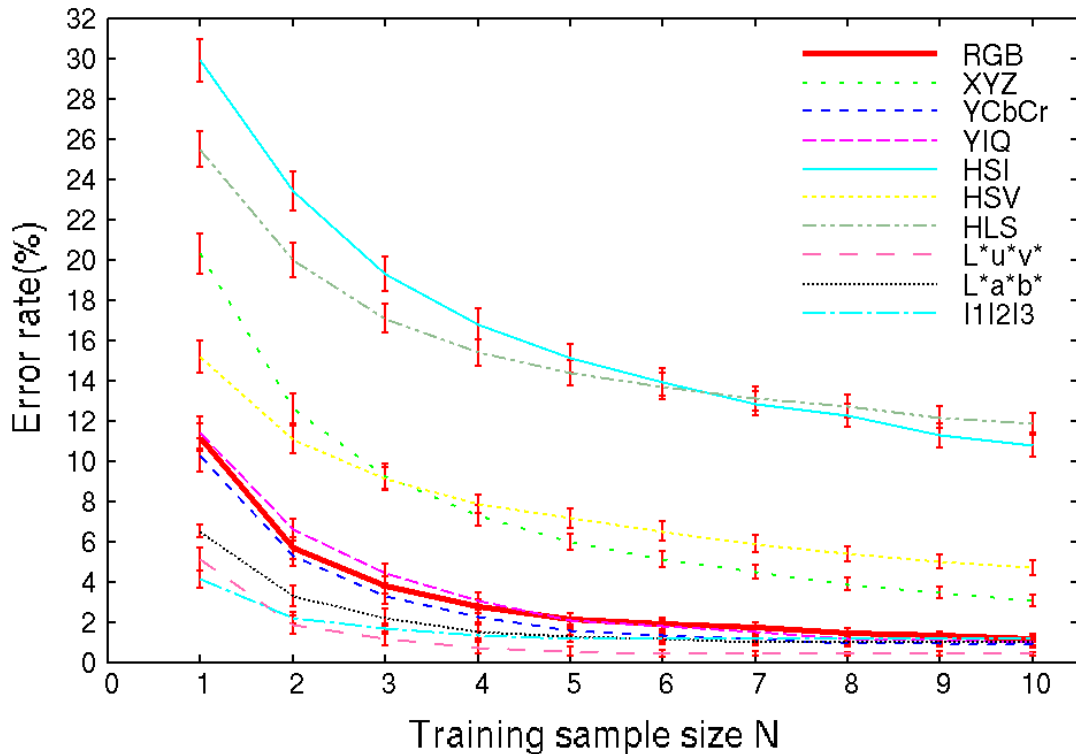


図 4 訓練サンプル数に対する誤識別率(%)