

カテゴリカル基本色の色度合い表示による色判定手法

1 はじめに

画像から物体を抽出する際、効率的な処理を行うために、入力画像中に含まれる抽出対象物の色を判別することによって領域限定を行うことが多い。

色の判別手法として、HSL 変換法、道路標識で使用されている特定色を抽出する RGB 減算法 [1]、同じく道路標識抽出・認識処理において「色らしさの度合い」を表示する特定色抽出手法 [3] などが提案されている。しかしながら、これらの手法では一意的にしきい値を定めることにより色を判定するため、環境の変化により安定した抽出結果を得ることができないという問題が指摘されている。

本論文では色判定に注目し、ヒトの目で判別できる基本色の理想値からの距離を減じることにより数値化した「色らしさの度合い」を表示し、曖昧性を含む色の判定を行う手法を提案する。

2 特定色判別手法

2.1 HSL 変換法

HSL 変換とは、RGB 各 256 階調のカラー画像データを H (Hue: 色相), S (Saturation: 彩度), L (Luminosity: 明度) それぞれを H : 255 段階, S, L : 各 256 段階に正規化して表現する可逆変換である。求めた値に対し、簡単なしきい値を適用することにより高精度に色を抽出することができる。

2.2 RGB 減算法

道路標識で使用されている特定色を抽出するため、RGB 値より特定色判別画像を生成する RGB 減算法 [1] が提案されているが、主として赤色円形標識を対象としており、そのまま警戒標識に適用すると黄色特定色の抽出が不完全であることが判明した。

そこで、RGB 減算法による黄色特定色の判定に、 B の補色である Y ($Y = 1 - B$) を考慮することで、抽出できなかった B 成分を多く含む黄色を抽出する手法が提案されている [2]。その判定式は、式 (1), (2), (3) で表される。

$$Red = \begin{cases} 1 & (R - G \geq T_1) \\ 0 & (R - G < T_1) \end{cases} \quad (1)$$

$$Blue = \begin{cases} 1 & (B - G \geq T_2') \\ 0 & (B - G < T_2') \end{cases} \quad (2)$$

$$Yellow = \begin{cases} 1 & (T_3 \leq R - G < T_1 \text{ かつ } B \leq T_4) \\ \text{または} \\ & (B - G < T_2' \text{ かつ } R - G < T_1 \text{ かつ } B \leq T_4) \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases} \quad (3)$$

2.3 色度合い表示による特定色判別法

標識認識手法として輪郭ベクトルの追跡による手法が提案されている。また、この中で特定色らしさを多値で表したものが利用されており、そのための色度合い表示による特定色の判定手法が提案されている [3]。

この判別手法は、道路標識に使用されている赤 (黄, 青) がヒトの目にそれと感じられる条件について考慮し、これらの条件に反する条件を数値化して、「赤らしさの度合い」から減じることで赤色特定色を判定する

ことを基本的な考え方としている。「赤らしさの度合い」が小さくなる条件として、次の点が挙げられる。

(1) $|B - G| - (R - B)$ が大きい値となる。

(2) $|B - G| - (R - G)$ が大きい値となる。

さらに、使用する撮像装置の特性を補正するためのパラメータとして w_1, w_2 を導入し、「赤らしさの度合い」 Red を式 (4) で表すことが提案されている。

$$Red = w_1(R - B) + w_2(R - G) - \frac{5}{2}|B - G| \quad (4)$$

また、「青色らしさの度合い」 $Blue$ は Red と同様、「黄色らしさの度合い」 $Yellow$ は、黄色と青色は補色関係であることを利用し、「青色らしさの度合い」の評価式を逆に適用したものが提案されている。

3 基本色の色度合い表示による色判定手法

道路標識のみならず、画像処理において画像から物体の色を抽出する場合、昼間と夜間、照射光の有無などの撮影条件によって、同じ抽出対象物の三刺激値は大きく変化するため、しきい値を用いて一意に色を判別することは困難である。ところで、約 100 種類の言語の中で共通に区別、呼称される 11 色の基本色が知られている [4]。そこで、これら 11 色それぞれについて色らしさを度合いで表し、複数の色候補による判定を行うことで、ヒトの目に近い色判定が可能となる。

本論文では、このような着想に基づいた、基本色の色らしさの度合い表示による曖昧性を含んだ色判定手法を提案する。提案手法は、基本色の理想値の設定、色度合い表示および 3 次元モデル化から構成される。

3.1 基本色の理想値設定

基本的な色名として、白、黒、赤、緑、黄、青、茶、紫、桃、橙、灰色の 11 色が見いだされている [4]。また、この 11 色の基本色はヒトの目で判別できる色数でもある。

ここで、色らしさの度合いとは、基準となる色の値 (以後、理想値と呼ぶ) とどれくらい近いかということの意味している。そこでまず、基本色についてそれぞれ基準となる理想値を設定する。提案手法においては、表 3.1 に示す値を用いた。

表 1: 基本色の理想値。

基本色名	理想値 (R, G, B)
Red	(255, 0, 0)
Green	(0, 255, 0)
Blue	(0, 0, 255)
Pink	(255, 0, 255)
Yellow	(255, 255, 0)
Orange	(255, 128, 0)
Purple	(128, 0, 255)
Brown	(128, 0, 0)
WGB	(255, 255, 255)

3.2 色度合い表示

ヒトの目によって色と感じられる条件を基本色それぞれについて考慮する．さらにこれらの条件に反する条件を数値化し，理想色である度合い，つまり色らしさの度合いから減じることにより色判定を行う．ここで， R_{in}, G_{in}, B_{in} をそれぞれRGB表色系におけるR, G, Bの各成分の値， WGB を白色らしさ，灰色らしさ，黒色らしさの度合いを表わす変数， $w_i (i = 1, \dots, 26)$ は撮像装置による条件の違いを補正するためのパラメータとしたとき，各基本色の度合いを式(5)～式(13)で表すことを提案する．また WGB を求めるために，輝度 (Lum) と彩度 (Sat) を用いる．

$$Red = w_1(R_{in} - G_{in}) - w_2|B_{in} - G_{in}| \quad (5)$$

$$Green = w_3(G_{in} - R_{in}) + w_4(G_{in} - B_{in}) + w_5(B_{in} - R_{in}) - w_6|G_{in} - B_{in}| - w_7|R_{in} - B_{in}| \quad (6)$$

$$Blue = w_8(B_{in} - R_{in}) + w_9(B_{in} - G_{in}) + w_{10}(G_{in} - R_{in}) - w_{11}|G_{in} - B_{in}| - w_{12}|R_{in} - G_{in}| \quad (7)$$

$$Pink = w_{13}(R_{in} - G_{in}) - w_{14}|R_{in} - B_{in}| \quad (8)$$

$$Yellow = w_{15}(G_{in} - B_{in}) - w_{16}|R_{in} - G_{in}| \quad (9)$$

$$Orange = w_{17}(G_{in} - B_{in}) + w_{18}(R_{in} - G_{in}) - w_{19} |(R_{in} - G_{in}) - (G_{in} - B_{in})| \quad (10)$$

$$Purple = w_{20}(B_{in} - R_{in}) + w_{21}(R_{in} - G_{in}) - w_{22} |(R_{in} - G_{in}) - (B_{in} - R_{in})| \quad (11)$$

$$Brown = w_{23}(R_{in} - G_{in}) + w_{24}(R_{in} - B_{in}) - w_{25} |w_{26} - R_{in} - G_{in} - B_{in}| \quad (12)$$

$$WGB = Lum - Sat \quad (13)$$

3.3 3次元モデル化

画像の色は三刺激値で表現されているため，求めた結果を表示する画像もまた3次元へ変換する必要がある．そこで，表3.1に示した基本色の理想値と各色らしさの度合い(式(5)～(13))を用い，色度合い表示の赤成分 R_{out} を式(14)により求める．ここで， Red は色らしさの度合い， $Red_{(R)}$ は基本色名の内，赤色の理想値の赤成分を表わしている．

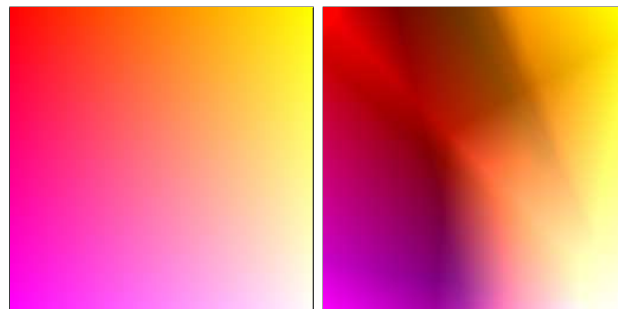
$$R_{out} = \frac{Red}{255} \cdot Red_{(R)} + \frac{Orange}{255} \cdot Orange_{(R)} + \frac{Yellow}{255} \cdot Yellow_{(R)} + \frac{Brown}{255} \cdot Brown_{(R)} + \frac{Green}{255} \cdot Green_{(R)} + \frac{Blue}{255} \cdot Blue_{(R)} + \frac{Purple}{255} \cdot Purple_{(R)} + \frac{Pink}{255} \cdot Pink_{(R)} + \frac{WGB}{255} \cdot WGB_{(R)} \quad (14)$$

色度合い表示の緑成分 G_{out} ，青成分 B_{out} についても同様に求める．

4 検証実験

提案手法の有効性を確認するために検証実験を行った．入力画像として，1) グラデーション画像，2) 理想色に近い色で構成されているデジタル画像，3) 自然情景画像を用いた．検証は，これらの画像それぞれについて基本色の判定を行い，その結果である色度合いの表示に対し主観的評価を行った．各画像に対する色判定結果を図1，2，3に示す．

図1では，ヒトの目で判断できる色として，赤，橙，黄，桃色が挙げられる．これに対し色度合い表示画像では，基本色の $Red, Orange, Yellow, Pink$ がそれぞれ判定されている．各色の境界付近では，複数の色候補が判定されている様子が表れており，曖昧性を含んだ色判定がなされている．図2では，海と空の色がいずれも正しく青色らしい色と判定されている．また，海の微妙な色の変化にも対応した結果となっている．図



(a) 入力画像． (b) 色度合い表示．
図1: グラデーション画像に対する色判定画像．



(a) 入力画像． (b) 色度合い表示．
図2: デジタル画像に対する色判定画像．



(a) 入力画像 (曇り・昼間)． (b) 色度合い表示．



(c) 入力画像 (雨・夜間)． (d) 色度合い表示．
図3: 自然画像に対する色判定画像．

3では，昼間夜間ともに遜色なく色度合いが表示されていることが確認できる．

5 おわりに

本論文では，抽出対象物色の抽出処理におけるしきい値の決定問題や一意的な色判別という問題に対し，ヒトの目で識別できる基本色それぞれに対し「色らしさの度合い」を表示し，曖昧性を含んだ色判定手法を提案した．

検証実験の結果，提案した手法の有効性が確認された．

参考文献

- [1] 松浦大祐，山内 仁，高橋浩光，“特定色判別と領域限定を用いた円形道路標識の抽出”，信学論 D-II，Vol. J85-D-II，No. 6，pp. 1075-1083，2002．
- [2] 広瀬五月，“道路交通標識認識に向けた高精度な特定色抽出手法”，平成14年度岡山県立大学情報工学部情報通信工学科特別研究論文，2003．
- [3] 山内 仁，高橋浩光，“輪郭ベクトルによる道路標識認識に向けた特定色判定”，信学技報，IE2004-88，pp. 11-16，2004．
- [4] Berlin B.，Kay P.K.，“Basic Color Terms，Their University of Evolution”，University of California，Berkeley，1969．