画像における色名解析および色覚支援方法の提案

A Proposal of Color-Name Analysis on Images and Color Vision Support Methods

関口 頌一朗[†], 正会員 成田 長人[†]
Shoichiro Sekiguchi[†] and Nagato Narita[†]

あらまし 画像データを均等色空間 $L^*a^*b^*$ データに変換し, a^*b^* 円平面上で, 原点を中心に均等に分割した各領域に異なる名称を割当てて従来の方法には, 人の知覚に正確に対応しない可能性があった. 筆者らは, この問題を解決するため, マンセル色空間における人の知覚に対応した新たな色名解析方法と, JIS 規格の基本色名にしたがいつつも, 修飾語を単純化した色名付与方法を提案する. また, 色名に基づいた, 色覚異常者の見易さを支援するための方法を提案し, 各種映像サービスへの利用の可能性について述べる.

キーワード: 画像, 色名, マンセル表色系, 色覚支援, 点滅

1. ま え が き

画像中, カーソルで指定した部分の RGB 値を表示する機能を有する描画用アプリケーションは多いが, 指定部の詳細な色名を表示することはできない. また, 均等色空間 $L^*a^*b^*$ の a^*b^* 円平面上を原点を中心とした直線で等分割し, 各領域に色名を付与する方法¹⁾は提案されているが, $L^*a^*b^*$ 空間上の距離が人の知覚に比例しても, 各色名に対応する a^*b^* 平面の領域が等面積で良いかなどの検証は行われていない.

本論文ではまず, 画像中の指定した部分に関して, 人の知覚に適合した色名を付与する方法を提案する.

テレビジョン, インターネット画面, デジタルサイネージなどの電子媒体のほか, 街中の看板, 標識など, 利用者に見易い画面制作や注意を惹き易くするため, 多くの色を使って, 絵作りを行っている. 一方, 色覚異常者は, 日本人の 5% (男性で約 4.8%, 女性で約 0.2%) を占める. NHK では, データ放送画面制作などで, 異なる色を有する隣接領域にできるだけ輝度差を設けるといった画面制作を行っているほか, ニュース用の電子画像制作現場に色覚異常者の見え方を再現できるモニタを設置し, 色覚異常者にも見易い映像を提供できるようにしている. NHK の取組み以外に, 画像中のオブジェクトの境界に輪郭を描き色名とともに表示する²⁾などの研究が行われている. 図 1 に示す気象画面では, 一般視聴者は右下の温度分布を示す棒グラフと日本地図上の分布とを対応付けて情報を取得する. 例えば, 棒グラフの -5°C 以下領域の紫色を見て地図上の北海道地方が -5°C に該当することを知る. 一方, 文献 2) の方法では, 棒グ

図1 気温分布図の例

ラフの -5°C 領域の境界に輪郭付けが施されても, 棒グラフとは離れた北海道地方には輪郭処理が施されず, 絵柄により効果がない場合が発生する. また, 画像中におけるすべての色の組み合わせにおいて色の弁別が可能のように色修正を行う研究³⁾が行われているが, 例えば, 気象予報画面で, 一般に馴染みのある色 (暖色と寒色など) を大きく変更できないほか, インターネット画面やデジタルサイネージ制作でも同様であるが, 映像制作に大きな制約が掛かり, 自由な画面制作ができなくなる可能性がある.

このような問題を解決するためには, 利用者側で見易く変換できる方法が効果的である. 本論文では次に, 従来の問題点を改善するため, 利用者が画像中で指定した部分と同色の領域を抽出し, 反対色と交互に表示することで, 色名と抽出領域を点滅させ, 色覚異常者の見易さを支援する方法と, 利用者が苦手とする色を色名群から選択し, 画像中の該当する部分を反対色と交互に表示することで, 色覚異常者の見易さを支援する方法を提案する.

2014 年 3 月 7 日受付, 2014 年 5 月 8 日再受付, 2014 年 5 月 31 日採録

[†] NHK 広島放送局

(〒730-8672 広島市中区大手町 2-11-10, TEL 082-504-5245)

2. 色名付与方法の提案

本章では、人の知覚に対応した画像における色名解析方法および色名付与方法を提案する。

2.1 画像における色名解析方法

人の知覚に対応したマンセル表色系では、色を3属性(色相H, 明度V, 彩度C)で表し、3属性に対するCIE XYZ表色系の視感反射率Yと色度点 xy 座標のデータ⁴⁾が公開されている。実在する色に関しては、Hは10種類(RP, R, YR, Y, GY, G, BG, B, PB, P)で、さらに各色相対して4種類(2.5, 5, 7.5, 10)の計40種類、Vは9種類(1~9の整数値)、CはHとVに依存して数は異なるが、最大19種類(2~最大38)で、これらを組合せた3属性に対するデータ数である。

マンセル表色系の3属性で構成される3次元空間は球状ではなく、歪な空間となっている。図2(a)と図2(b)に、マンセル表色系での色相RとYRの a^*b^* 平面上的分布の様子を示す。図の横軸は a^* 、縦軸は b^* を示し、3属性の内、Vに関しては、1~9までのすべてのデータをプロットして

いる。二つのグラフを比較すると、Rに該当する領域はYRに較べて面積が広く、輪郭部の形状は直線ではない。これより、従来の直線で等分割する方法は人の知覚に必ずしも対応しないことがわかる。

本章では、 a^*b^* 平面上に描かれた分布を基に、画像中の指定部分の色名を付与する方法を提案する。色名解析フローは下記の通りである。

[色名解析フロー]

ステップ1 画像指定部分のRGB値を $L^*a^*b^*$ へ変換

ステップ2 $L^* < L^*_{\min 0}$ and $C^* < C^*_{\min 0}$ の場合、黒色と判定

$L^* > L^*_{\max 0}$ and $C^* < C^*_{\min 0}$ の場合、白色と判定

ここで、 $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$

$L^*_{\min 0}$, $L^*_{\max 0}$, $C^*_{\min 0}$: 予め設定した値

ステップ3 $L^*_{\min 0} \leq L^* \leq L^*_{\max 0}$ に相当するVに関するすべてのデータを色相別に a^*b^* 平面にプロットして得られる分布図(図3(a), 図3(b)参照)を基に、

(a) R の分布

(b) YR の分布

図2 a^*b^* 平面上的RとYRの分布

(a) R の分布

(b) YR の分布

図3 a^*b^* 平面上的RとYRの分布 ($3 \leq V \leq 8$ とした場合)

$C^* > C^*_{\min 0}$ の場合, a^*b^* 値が属する領域の色名と判定

$C^* < C^*_{\min 0}$ の場合, 灰色と判定

ステップ3では, 隣接領域間に空白部があるが, マンセルデータが2.5R, 5R, 7.5R, 10R, 2.5YR, 5YR, 7.5YR, 10YRといった離散した色相に対して与えられているためである. 図3のR, YRの分布領域の右側輪郭は2.5R, 2.5YR, 左側輪郭は10R, 10YRとなっており, $10R = 0YR$, $10RP = 0R$ の関係があるため, Rの色名は, 10RPと10Rとで囲まれる領域に相当する. 他の色に関しても同様である.

2.2 色名付与方法

日本工業規格(JIS)では, 基本色名に修飾語を組合せたJIS系統色名(260種)を制定している⁵⁾. 有彩色の基本色名は, 有彩色として, マンセル表色系における10色相(赤紫, 赤, 黄赤, 黄, 黄緑, 緑, 青緑, 青, 青紫, 紫), 無彩色として, 白, 灰色, 黒の3種類で, これに, 明るい, 暗い, 中位の, こい, うすい, あざやかなといった明度, 彩度に関する修飾語と赤みの, 黄みの, 緑みのといった色相に関する修飾語とを組合わせて, 系統色名としている.

鉱工業分野とは違い, 放送などの映像サービスでは, ここまでの細かな修飾語による色名分類は必要ではなく, 基本色名はJIS規格にしたがうが, 色相に関する修飾語は省き, 明度と彩度に関する修飾語を, L^* で判断できる「明るい」と「暗い」, C^* で判断できる「濃い」と「薄い」に単純化する. これにより, 2.1節のステップ3は, 下記ようになる.

ステップ3' $L^*_{\min 0} \leq L^* \leq L^*_{\max 0}$ に相当するVに関するすべてのデータを色相別に a^*b^* 平面にプロットして得られる分布図(図3(a), 図3(b)参照)を基に,

(i) $C^* > C^*_{\min 0}$ の場合, a^*b^* 値が属する領域の色名を付与

(ii) $C^* < C^*_{\min 0}$ の場合, 灰色の色名を付与の処理と同時に, L^* と C^* の値に従い, 必要に応じて修飾語を付与する.

- ・ $L^* < L^*_{\min 1}$ ならば, 「暗い」の修飾語を付加
- ・ $L^* > L^*_{\max 1}$ ならば, 「明るい」の修飾語を付加
- ・ $C^* < C^*_{\min 1}$ ならば, 「薄い」の修飾語を付加
- ・ $C^* > C^*_{\max 1}$ ならば, 「濃い」の修飾語を付加

ここで,

$L^*_{\min 1}$, $L^*_{\max 1}$, $C^*_{\min 1}$, $C^*_{\max 1}$: 予め設定した値

今回製作した装置では, 基本名をJIS規格にしたがって付与しているが, 今後, 評価試験を行い, 「黄赤」を橙, 「暗い黄赤」を茶とするなど, 視聴者により馴染みのある名称の検討を行う予定である.

図4 図1に対する1型2色覚者の色の見分け易さのシミュレーション

3. 色覚支援方法の提案

本章では, 利用者が画像中で指定した部分と同色の領域を抽出し, 反対色と交互に表示することで, 色名と抽出領域を点滅させ, 色覚異常者の見易さを支援する方法と, 利用者が苦手とする色を色名群から選択し, 画像中の該当部分を反対色と交互に表示することで, 色覚異常者の見易さを支援する方法を提案する. 2色覚異常者でも, 3色覚者と同じ色名応答が得られるという報告⁶⁾があるが, 一般画像では視票とは違い, 色領域サイズや絵柄構図の影響などが考えられ, 同様の結果が得られるか不明のため, 本論文では, 色名表示だけではなく該当色領域を点滅させる相乗効果により色覚異常者を支援する方法を採用する.

3.1 色覚支援方法

NHKで放送する天気予報画面では多色で温度分布を表すが, 図4に, 図1のVischeck⁷⁾による1型2色覚者の見分け易さのシミュレーション画像を示す. 赤色・緑色が黄色に, 紫色が青色に色付けされ, 情報を正確に識別できにくい場合がある. このような状態を改善するため, 二つの見易さ支援方法を提案する.

(1) 提案方法1の処理

- (a) 利用者が画面内の知りたい色をカーソルで指定
- (b) 指定部の画素値から2章の方法で色名を判定し, 反対色*の色名と一緒に表示
- (c) 処理釦を押下すると, 指定部と同色部の領域を画素膨張により抽出し, 指定部の原色と反対色を原色名と反対色名とともに交互に表示(点滅)

図5で, 提案方法1の処理を説明する. カーソルを右下方の気温 -5°C 以下の「青紫色」部に置くと色名を表示し, 右下部の『処理する』釦を押下すると, カーソルで指定した「青紫色」と同色の北海道の領域を同定し, 「青紫色」と反対色「黄緑色」を交互に表示する. 図6に, 図5のVischeckによる1

* 反対色の色名は, a^*b^* 平面で原点を中心として対象の位置の領域の色名を付与.

図5 提案方法1の例

図7 提案方法2の例

図6 図5に対する1型2色覚者の色の見分け易さのシミュレーション

図8 図7に対する1型2色覚者の色の見分け易さのシミュレーション

型2色覚者の見分け易さのシミュレーション画像を示す。

(2) 提案方法2の処理

- 利用者が苦手な色を色名群から選択 (予め設定したラベル番号を選択)
- 2章の方法で画面中の全画素値に色名に対応するラベルを付与
- 処理釦を押下すると、選択された色名の領域を原色と反対色を交互に表示 (点滅)

図7で、提案方法2の処理を説明する。画面右上のプルダウン形式の色名群から「赤色」を選択し、『処理する』釦を押下すると、地下鉄丸の内線に該当する「赤色」領域を反対色「青色」と交互に表示する。図8に、図7のVischeckによる1型2色覚者の見分け易さのシミュレーション画像を示す。反対色が別の色 (都営三田線) と混同して見えても、原色と交互に表示することで、指定色を容易に判別できる。

図5～図8に示す画面例では、提案方法1と2の両方を実行できる。

3.2 映像サービスでの利用

前節で説明した色覚支援方法は、下記のようなサービスで利用できる。

- 録画機能などで収録した天気画面、データ放送画面

の見やすさ支援

- 携帯型端末などで撮影した地下鉄路線図・看板・標識などの見やすさ支援
- Web画面の見やすさ支援
- 色覚異常者支援の他、色彩デザインでの利用

前節で提案した方法をテレビチューナに組み込み、通常のテレビで使用することは容易ではないが、(1)のように録画機能を利用した機器に組み込む方法が実用に近く、スマートテレビなどネット型テレビでは実現が容易である。録画機能などを利用して、動画を静止画状態で扱うことで、3.1の提案手法を適用できる。前節の画面例のGUIはブラウザで製作しており、ハイビジョンサイズ (横1920画素×縦1080画素) の処理に要する時間は1秒程度のため、(2)と(3)の形態での利用は直ちに可能である。(4)のように、色覚異常者用だけでなく、色彩デザインなどでの支援も可能である。

4. むすび

本論文ではまず、従来の色名付与方法が必ずしも人の知覚に対応していないことを示し、マンセル表色系の実在する色に関するデータを基に構築された色空間で、画像中の指定した部分が属する色名領域を判定する人の知覚に対応した方法を提案した。また、基本色名はJIS規格にしたがうが、色相に関する修飾語は省き、明度と彩度に関する修

飾語を, L^* で判断できる「明るい」と「暗い」, C^* で判断できる「濃い」と「薄い」に単純化した。

次に, 利用者が画像中のカーソルで指定した部分と同色の領域を抽出し, 反対色と交互に表示することで, 色名と抽出領域を点滅させ, 色覚異常者の見易さを支援する方法と, 利用者が苦手とする色をプルダウン方式の色名群から選択し, 画像中の該当する部分を反対色と交互に表示することで, 色覚異常者の見易さを支援する方法を提案し, 両者を組込んだGUIを製作した。また, 色覚支援のサービス利用の検討を行った。

今後, 携帯型端末への実装並びにNHK広島局ホームページで利用者サービスに役立てる他, ハイブリッドキャストでの活用を検討および主観評価試験による色名の馴染みやすさを含む提案方法の有効性の検証および設定値の最適化を行う予定である。

〔文 献〕

- 1) 特許公開 2010-045676 など
- 2) 宮木理恵, 山下淳, 金子透: “プロジェクタ・カメラシステムを用い

た色覚障害者への色情報提示”, 電学論D, 131, 4, pp.497-507 (Apr. 2011)

- 3) 星野隆太, 目黒光彦, 古閑敏夫: “組合せ最適化に基づく色覚異常者におけるカラー画像中の弁別困難色の変換”, 信学技報SIS, 106, 575, pp.27-32 (Mar. 2007)
- 4) <http://www.cis.rit.edu/research/mcsl2/online/munsell.php>
- 5) JIS Z 8102: “物体色の色名”, 日本工業標準調査会 (2006)
- 6) E.D. Montag and R.M. Boynton: "Rod influence in dichromatic surface color perception", Vision Research, 27, 12, pp.2153-2162 (1987)
- 7) <http://www.vischeck.com>

関口 頌一郎

2013年, 東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年, NHKに入局し, 広島放送局に勤務。画像認識, ユニバーサルデザインの放送応用に関する研究に従事。

成田 長人

1985年, 早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年, NHKに入局。大阪放送局を経て, 放送技術研究所, 放送技術局, 放送総局を経て, 2011年より, 広島放送局に勤務。画質の主観評価法, 評価データの統計処理法, 映像処理, 超高精細・大画面映像システム構築, ネットワークおよびユニバーサルデザインの放送応用に関する研究に従事, 工学博士, 正会員。