

視認性を考慮した自己組織化マップによる
Web カラーセット予測と自動色補正方式の検討

Consideration of Web Color Set Prediction and Color Correction Method with
Self-Organizing Maps for Personal Visibility

納富 一宏† 平松 明希子† 斎藤 恵一キ
Kazuhiro Notomi Akiko Hiramatsu Keiichi Saito

1. はじめに

個々人の視認性向上を考慮した Web 閲覧システムの開発を目的に、自動色補正方式について検討を進めている^{[1][3]}。Web の視認性とは、ブラウザで表示される文字色と背景色の組み合わせ (カラーセット) のうち、各ユーザが「見やすい」「目が疲れにくい」と判断したものと捉える。視認性を高め、快適な閲覧環境を提供するために、自動的な色補正をシステムが行う場合、カラーセットに対する個人の好みや特性を基準データとして与える必要がある。

我々は、有彩背景色と無彩文字色を用いた画面を並置した場合の一対比較実験^[4]を行い、自己組織化マップ (SOM: Self-Organizing Maps) ^[5]を用いて、カラーセットの一部からまだ存在しない基準データを予測する手法を提案した^{[1][3]}。

また、実際の Web 閲覧環境を想定し背景色に基本有彩色 6 系統 (Blue, Red, Magenta, Green, Cyan, Yellow) を用いた場合の無彩色文字列の一対比較実験結果から、SOM クラスタを利用したカラーセット予測手法について評価・検討してきた^[1]。本稿では、Web Safe Color における 4 段階輝度のうち 2 段階輝度を用いる予測パリエーション全 6 種のうち「前方色」および「後方色」の 2 つを取り上げ、カラーセットの予測正解率と輝度差との関係について検討する。

2. 自己組織化マップによる分析

2.1. 一対比較実験と学習用属性ベクトルの構成

被験者 16 名 (男女比 11:5, 20 代学生) に対し、同一背景色上に縦書き表示した 2 列の文字列を、前景色 (文字色) を変えて同時に提示し、一対比較を行ってもらった。背景色には、基本有彩色 6 系統における Web Safe Color からそれぞれ 4 段階色 (#66, #99, #CC, #FF: 以上, 16 進表記) を選択して使用した。また、前景色には無彩色 5 色 (#00, #66, #99, #CC, #FF) を用いた。各背景色系統における被験者ごとの一対比較の試行は、色の組み合わせにより 80 回 ($4 \times 5 \times 4 = 80$) を 3 セット、合計 240 回行った。実験全体では、各被験者あたり 1,440 回 ($240 \times 6 = 1,440$) の試行を行った。

SOM への入力として、背景色、左文字列前景色、右文字列前景色、および被験者の選択値 (左、または右) を用いて、SOM 学習用の属性ベクトルを構成した。色情報に関しては、sRGB 対応モニタ (EIZO FlexScan T731) により全面にソリッドカラーを表示し、色彩輝度計 (MINOLTA CS-100A) を用いて計測した Y_{xy} の 3 パラメータにより表現した。選択値は便宜的に左を 0、右を 1 とした。このこと

により、属性ベクトル^[1]の要素数は 10 となる。これを図 1 に示す。

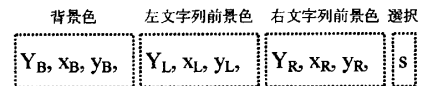


図1. 属性ベクトルの構成

2.2. クラスタリングと等距離領域

マップサイズ 40×40 (ユニット数 1,600), 学習回数 25,000 回, 属性ベクトル数 120, ベクトル要素数 10 の SOM 出力層の例として、Depth (階調) による領域変化を図 2 に示す。

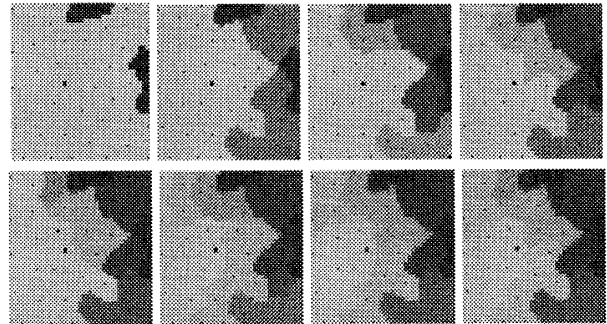


図2. SOM出力例

上段: Depth=2~5, 下段: Depth=6~9

画面全体に散在する小さな点が学習ノードである。等高線状の模様 (領域) は、画面中央付近を原点とした場合の荷重ベクトルの n 次元ユークリッド距離の絶対値に対し、ある閾値の範囲内が同一輝度となるよう表示してある。Depth は閾値範囲の決定に関与する。図 2 は同一マップの Depth のみを変化させた等距離領域の状態を示している。

3. 自動色補正のためのカラーセット予測

3.1. 提案手法

クラスタリングされたデータは、一対比較時の色選択という属性が含まれるため個人差が見られる。これはプロファイル情報として重要であり、先に示した一対比較実験をすべての色の組み合わせに対して行うことが理想的であるが現実的ではない。そこで、一部の一対比較結果から、SOM を利用することで他のカラーセット予測の可能性を評価するために、以下の分析を行う。

まず、基本有彩色 6 系統毎に、一対比較 240 試行 (80 パターン \times 3 セット) のうち、最初に、背景色の RGB 3 成分のうち、同値 2 成分が #66, および #CC となるデータ (前方色と呼ぶ) 120 個を除外し、残りの #99, および #FF となるデータ (後方色と呼ぶ) 120 個の属性ベクトルのみを用いて SOM 学習を行う。除外した前方色データは、予測評価用として用いる。前景色 (文字色) は無彩色 5 色である。次に、逆のパターンとして、背景色が後方色となるデータ 120 個を除外し、前方色 120 個の属性ベクトルにより学習後、除

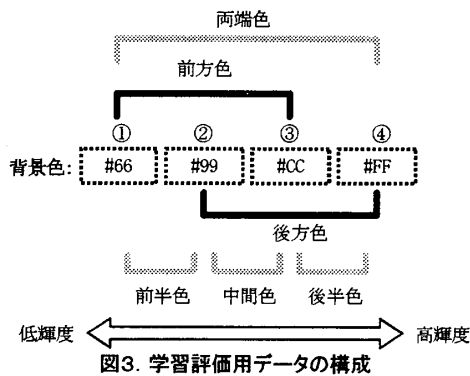
† : 神奈川工科大学情報工学科

Department of Information and Computer Sciences,
Kanagawa Institute of Technology

キ : 東京電機大学先端工学研究所

Research Center for Advanced Technologies, Tokyo Denki
University

外した後方色により評価する。学習・評価用データの構成を図3に示す。



ここで、予測評価用として4段階輝度のうち半分を利用する。半分のデータから残りを予測する方法は、 $C_2=6$ 通りのパリエーションが存在するが、これらを「両端色予測」(図3-①④), 「中間色予測」(図3-②③), 「前半色予測」(図3-①②), 「後半色予測」(図3-③④), 「前方色予測」(図3-①③), および「後方色予測」(図3-②④)と呼び区別する。

次に、色選択属性値 s は2値(左=0, 右=1)なので、最初に除外した120データの各々について、 s および $NOT(s)$ を持つ2つの場合の属性ベクトルを SOM アルゴリズムに従ってマップ上にプロットする。もし、選択属性値 s がカラーセット属性値に比べて類似度判定に寄与する割合が低ければ、マップ上の同一座標近傍にプロットされる。そうでなければ予測失敗としてデータを除外する。

プロットされたデータのマップ座標を原点とし、等距離領域を求め、そこに含まれるノード(属性ベクトル)のうち、ユーザの色選択属性(左=0, 右=1)の頻度を調べ、頻度の高い方が領域全体の色選択属性の代表値であると考え。すなわち、任意のカラーセットに対する色選択属性値(2値)を領域の多数決により予測する。

3.2. 結果と考察

以上の手順に従って、決定された選択属性と評価データの色選択属性が一致するかどうかを調べた。結果を表1に示す。また、基本有彩色6系統における輝度幅と予測正解率との関係を図4に示す。

表1. カラーセット予測結果

a) 前方色予測

色系統	Depth	正解率	信頼度	2点一致率	選択一致率
B	12.75	0.97	0.96	0.80	0.89
R	14.25	0.93	0.92	0.71	0.86
M	13.19	0.91	0.89	0.66	0.85
G	10.63	0.80	0.76	0.58	0.84
C	11.69	0.77	0.75	0.49	0.87
Y	13.56	0.75	0.71	0.48	0.88

b) 後方色予測

色系統	Depth	正解率	信頼度	2点一致率	選択一致率
B	13.06	0.96	0.96	0.77	0.91
R	16.38	0.89	0.93	0.70	0.82
M	16.00	0.85	0.94	0.64	0.84
G	13.25	0.78	0.86	0.54	0.84
C	12.75	0.78	0.85	0.49	0.82
Y	10.25	0.78	0.82	0.48	0.91

(色系統: Blue, Red, Magenta, Green, Cyan, Yellow)

ここで、Depthとは被験者ごとの最大正解率が得られた等距離領域の階調の平均値を、正解率とは、SOMによるカラーセットの多数決予測が実際に被験者の選択した値に一致

する確率を、信頼度とは、多数決に関わったノードの個数の比率を、2点一致率とは、選択値 s が0もしくは1を与えた場合のそれぞれの属性ベクトルが同一セル上にプロットされる確率を、選択一致率とは3セット繰り返した同一条件での一対比較結果が一致する比率をそれぞれ表している。

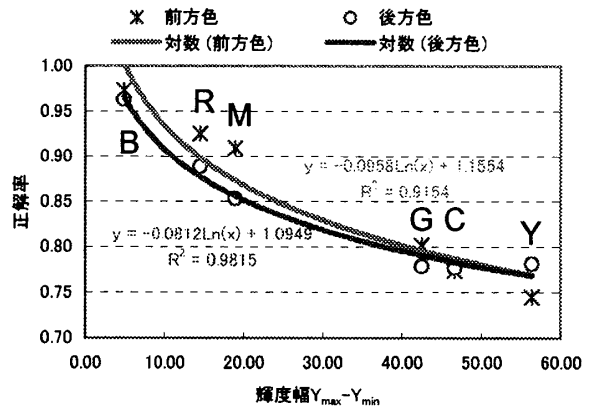


図4. 輝度幅 $Y_{max} - Y_{min}$ と予測正解率の関係

図4より、輝度と予測正解率の関係は、単調減少となり、輝度が大きくなるほど正解率が下がるという傾向が見られる。特に自然対数関数 $y = a \log_e(x) + b$ で近似した場合、前方色予測で R^2 値が0.91、後方色予測で0.98と非常に高いことが確認できる。このことは、Blue系やRed系など輝度幅が小さい色系統の場合に正解率が高くなり、逆にYellow系やCyan系など輝度幅が大きい色系統の場合に正解率が低くなることを意味している。この理由は、一対比較順位の個人差に影響されるもので、低輝度である場合の方が被験者間での揺れは少ない^[2] ことに起因するものと考えられる。予測正解率は前方色予測で0.75以上(平均0.85)、後方色予測で0.78以上(平均0.84)の値が得られていることから、他の予測パリエーション^[1] に比べ、低輝度群(B,R,M)、および高輝度群(G,C,Y)双方で有効であることが確認された。

4. まとめ

Web利用時の視認性を考慮したカラーセット予測方式について述べた。提案手法は、一対比較実験結果から属性ベクトルを構成しSOM学習を行った上で、マップ上の等距離領域を利用し多数決により領域代表値を決定する点の特徴である。有彩色背景における無彩色文字列の組み合わせでは、SOMによるカラーセット予測により基本有彩色6系統(Blue, Red, Magenta, Green, Cyan, Yellow)のすべてにおいて、前方色で0.75以上(平均0.85)、後方色で0.78以上(平均0.84)の予測正解率を得た。このことにより、本手法の全予測パリエーションにおける有効性が示唆された。

参考文献

- [1] 納富, 平松, 他: 自己組織化マップによる視認性を考慮したWebカラーセット予測とその応用, 電気学会医用・生体工学研究会, MBE-04-44, pp.37-42, (2004).
- [2] 平松, 納富, 他: Webの配色の視認性に関する自己組織化マップによる分析, 電気学会医用・生体工学研究会, MBE-04-43, pp.31-36, (2004).
- [3] K.Notomi, A.Hiramatsu, et al.: "A Fundamental Study on Visibility of Background and Character Colors at the Web Browsing", Biomedical Soft Computing and Human Sciences, Vol.9, No.1, pp.17-25 (2003).
- [4] 心理学実験指導研究会編: 実験とテスト=心理学の基礎(実習編), 培風館, (1985).
- [5] T.Kohonen: Self-Organization and Associative Memory, Springer Series in Information Sciences, Vol.8 (1984).