

視認性を考慮した自己組織化マップによる Web カラーセット予測方式の検討 Consideration of Web Color Set Prediction Method with Self-Organizing Maps for Personal Visibility

納富 一宏† 平松 明希子† 齋藤 恵一‡
Kazuhiro Notomi Akiko Hiramatsu Keiichi Saito

1. はじめに

Web の視認性を考慮した閲覧システムの開発を目的として、自動色補正方式について検討を進めている^{[1][2]}。Web の視認性とは、一般的なインターネットブラウザで表示される文字色と背景色の組み合わせのうち、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、色の組み合わせ(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なければならない。

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对比較実験^[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][2]}。

本稿では、さらに実際の 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对比較実験結果から、SOM クラスタを利用したカラーセット予測手法について考察する。

2. 自己組織化マップによる分析

2.1. 一对比較実験とエンコーディング

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、一对比較を行ってもらった実験を行った。背景色には、基本有彩色 6 系統として、Blue, Red, Magenta, Green, Cyan, Yellow の各系統における 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(#000000, #666666, #999999, #CCCCCC, #FFFFFF)を用いた。各背景色系統における被験者ごとの一对比較の試行は、色の組み合わせにより 80 回(4×5×4=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(240×6=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。

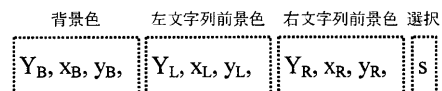


図 1. 属性ベクトルの構成

2.2. 学習とクラスタリング

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 出力層の例を図 2 に示す。

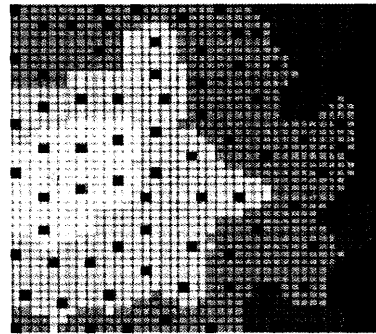


図 2. SOM 出力例 (Depth=5)

ノードは背景色に対応付けて輝度を変えている。また、等高線状の模様(領域)は、マウスカーソル位置を原点とした場合、荷重ベクトルの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。

3. 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、一对比較時の色選択という情報が属性ベクトルに反映されているため、個人差が見られる。この個人差はプロフィール情報として重要であり、先に示したような一对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、一部の一对比較結果から、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(Blue, Red, Magenta, Green, Cyan, Yellow)毎に、一对比較 240 試行(80 パターン×3 セット)のうち、最初に、背景色が両端色となるデータ 120 個を除外し、中間色 120 個の属性ベクトルのみを用いて SOM 学習を行う。除外した両端色データは、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、背景色が中間色となるデータ 120 個を除外

† : 神奈川工科大学情報工学科
Department of Information and Computer Sciences,
Kanagawa Institute of Technology

‡ : 東京電機大学超電導応用研究所
Applied Superconductivity Research Laboratory, Tokyo
Denki University

し、両端色 120 個の属性ベクトルにより学習後、除外した中間色により評価する。両端色と中間色の構成を図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している。本来、半分のデータから残りを予測する方法は、6通りのバリエーションが存在する。今回、前者の場合を「両端色予測」、後者の場合を「中間色予測」と呼ぶ。

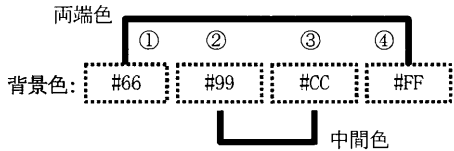


図3. 両端色と中間色

次に、色選択属性値を s とした場合、 s は 2 値 (左=0, 右=1) であることに着目して、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用意し、これら 2 つの属性ベクトルを 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較して、類似度判定に寄与する割合が低いならば、マップ上の同一座標にプロットされるはずである。

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られる。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) 両端色予測

| 色系統 | Depth | 正解率 | 信頼度 | 2点一致率 | 選択一致率 |
|-----|-------|------|------|-------|-------|
| B | 13.0 | 0.96 | 0.96 | 0.64 | 0.89 |
| R | 16.1 | 0.87 | 0.94 | 0.49 | 0.83 |
| M | 17.0 | 0.84 | 0.94 | 0.41 | 0.85 |
| G | 16.1 | 0.80 | 0.93 | 0.36 | 0.85 |
| C | 15.2 | 0.79 | 0.91 | 0.35 | 0.87 |
| Y | 14.3 | 0.80 | 0.92 | 0.36 | 0.90 |

b) 中間色予測

| 色系統 | Depth | 正解率 | 信頼度 | 2点一致率 | 選択一致率 |
|-----|-------|------|------|-------|-------|
| B | 13.4 | 0.97 | 0.96 | 0.91 | 0.91 |
| R | 11.1 | 0.91 | 0.86 | 0.91 | 0.84 |
| M | 11.6 | 0.88 | 0.88 | 0.90 | 0.83 |
| G | 12.0 | 0.78 | 0.71 | 0.69 | 0.83 |
| C | 11.1 | 0.71 | 0.71 | 0.74 | 0.83 |
| Y | 10.3 | 0.70 | 0.65 | 0.79 | 0.89 |

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

ここで、表1について補足する。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

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。

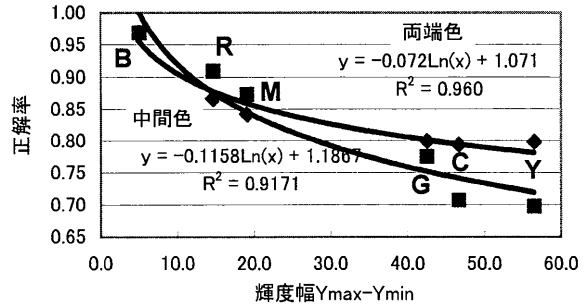


図4. 輝度幅 $Y_{max}-Y_{min}$ と予測正解率の関係

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、両端色予測で R^2 値が 0.96、中間色予測で 0.91 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。予測正解率は両端色予測で 0.79、中間色予測で 0.70 以上の値が得られていることから、本手法が基本有彩色 6 系統におけるカラーセット予測において有効であると言える。

4. まとめ

Web 利用時の視認性を考慮した自動色補正を目的と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が特徴である。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、両端色で 0.79、中間色で 0.70 以上の予測正解率を得た。このことにより、本手法の有効性が示唆された。

参考文献

- [1] 納富, 平松, 他: Web 利用時の視認性を考慮した自動色補正システムの開発—自己組織化マップによるカラーセット予測と個人プロフィールの生成—, BMFSA 第 16 回年次大会, pp.75-78, (2003).
- [2] 平松, 納富, 他: Web 閲覧時の背景色と文字色の視認性に関する基礎的検討—背景色が有彩色の場合—, BMFSA 第 16 回年次大会, pp.79-82, (2003).
- [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).