

H-001

Webサイトの配色に基づく視認性に関する検討 —自己組織化マップによる個人データの分析—

A Study on Visibility of Web Sites Based on Color Set
-Analysis of Personal Data on Visibility by Self-Organizing Maps-

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

1. はじめに

近年、コンピュータの普及に伴い、Web は子供から大人まで幅広い年齢層が利用する情報提供手段として欠かせないものとなっている。しかし、各種機関・企業・大学をはじめとする比較的大規模な Web サイトが配信するものの中には、見づらい Web ページも数多く存在し、Web ページを作成する上で実際的な見やすさの基準、または指標となるものはないことが指摘されている^{[1][2]}。

本研究では、背景色と文字色の組み合わせに着目し、評価する対象を単純化し、Web の視認性の基準データを得るために、前景色（文字色）に無彩色、背景色に有彩色を用いた一対比較実験を継続的に行ってきた。実験で得られたデータは、Thurstone の一対比較法により得点化し、見やすい色の組み合わせの順序付けを行った。この結果から、見やすい色の組み合わせには個人差があることが確認された。

視認性向上を目的とする色補正システムへの応用を考える場合、個人差を考慮した基準プロフィールデータを作成する必要がある。

そこで本稿では、一対比較データを自己組織化マップ (SOM: Self-Organizing Maps) により分析し、クラスタリングされたマップ情報を個人のプロフィールデータとして利用する方法について検討・考察する。

2. 実験

2.1 実験方法

被験者 16 名に対し、同じ条件・環境下で実験を行った。同一背景色上に、色の異なる文字列を縦書きで左右に表示し、被験者が見やすいと思った側のマウスのボタンをクリックするように教示した。表示する 2 つの文字列は、左右で同一条件となるよう、縦書きで左右対称な無意味綴りとした。

実験に用いた色は、前景色に、無彩色 5 色、背景色に有彩色の 6 色系統（マゼンタ、イエロー、シアン、グリーン、レッド、ブルー）から各 4 色、実験は 6 色系統ごとに分けて行った。組み合わせ数は全部で 80 通りになり、それを 1 セットとして一人あたり 3 セット行った。

2.2 実験結果と考察

実験結果を表 1 にまとめる。6 色系統ごとに表を分けた。縦軸が背景色、横軸がその背景色に対しての前景色になっており、表中の数値は、被験者全員の実験データを一対比

較により得点化したものである。値が高いものほどその背景色に対して視認性が高い（見やすい）前景色であることを意味している。同じ背景色に対して、前景色の得点の低いもの（見づらいもの）ほど表の網掛け（背景色）を濃くした。今回は、イエロー系、マゼンタ系およびブルー系の結果のみを示す。

表 1. 一対比較結果

(1) イエロー系

		Foreground Color					
		yellow	#000000	#666666	#999999	#CCCCCC	#FFFFFF
Background Color	yellow						
	#666600	0.24	3.99	-1.33	1.91	4.19	
	#999900	3.16	1.83	5.00	0.08	3.59	
	#CCCC00	4.36	1.69	-2.45	5.72	1.12	
	#FFFF00	4.73	2.57	-0.12	-2.78	-1.40	

(2) マゼンタ系

		Foreground Color					
		magenta	#000000	#666666	#999999	#CCCCCC	#FFFFFF
Background Color	magenta						
	#660066	3.74	3.30	0.31	2.72	4.01	
	#990099	0.44	4.75	-1.19	2.24	4.14	
	#CC00CC	1.46	3.74	3.19	1.62	3.85	
	#FF00FF	3.04	-2.03	-4.54	-0.08	3.61	

(3) ブルー系

		Foreground Color					
		blue	#000000	#666666	#999999	#CCCCCC	#FFFFFF
Background Color	blue						
	#000066	4.75	2.21	0.58	2.40	3.98	
	#000066	4.00	-2.50	0.16	2.74	4.20	
	#0000CC	4.26	2.78	0.36	2.53	4.16	
	#0000FF	3.92	3.18	0.19	2.69	4.23	

3.2 考察

表 1 において、各背景色に対する文字色の得点上位 2 色に着目すると、① 2 色が高輝度側に寄る場合、② 2 色が低輝度側に寄る場合、および③ 2 色が高低両輝度に分かれる場合の 3 パターンがあることがわかる。図 1 の背景色の輝度値で考えると、①は背景色の輝度が 15 cd/m²までの場合にあってはまり、低輝度背景に高輝度文字の組合せである。②は 40 cd/m²以上の場合にあってはまり、高輝度背景に低輝度文字の組合せである。その間の輝度範囲は③に相当する。③で上位 2 色が両端に分かれる理由として、背景色と文字色のコントラストが反転した対象を比較することで、視認性の優劣判別がしにくくなることがあげられる。さらに知覚判断に加えて選択基準に被験者の好みの要素が加わることも考えられる。

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

‡ : 東京電機大学先端工学研究所
Research Center for Advanced Technologies, Tokyo
Denki University

4. 自己組織化マップによる分析

4.1 自己組織化マップ

1988年にコホーネン (Kohonen) が提案した自己組織化マップ (SOM: Self-Organizing Maps) は、トポロジカルマッピングを拡張した教師なし競合学習型ニューラルネットワークモデルのひとつであり、入力層とマップ (出力) 層の2層構造をなす (図3)。また、データ間の特徴類似度による汎用的なクラスタリング能力を持つ。

今回の SOM 実験で用いた属性ベクトルの要素は、背景色と前景色の Yxy 値と、一対比較法で得点化した値、それらを正規化した値である。

Yxy 値とは、輝度 Y および色相(x,y)の3パラメータにより色を数値データで表現しているので、要素数は全部で7個となる。

4.2 3領域クラスタリング

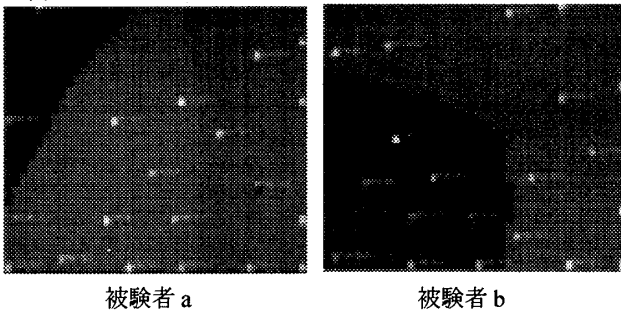
先ほどの一対比較実験で、背景色ごとに、一対比較順位が第一位 (最も見やすい)、第3位 (どちらとも言えない)、および第五位 (最も見づらい) の属性ベクトルをあらかじめグループ化し、固有のカラーを割り当てる。

第1位グループをグリーン、第3位グループをイエロー、第5位グループをレッドとして、SOM アルゴリズムに従い、全20個 (背景色4×前景色5) の属性ベクトルを投入し、マップ (40×40 ユニット) を生成する。学習は25,000回行う。マップ上の任意の点 p と各グループメンバーのプロット点座標との平均距離 d をグループ毎に求める。d が最小となるグループカラーを点 p の領域色と定義する。マップ上の全ての点について領域色を求める。グループ数が3なので、領域数も3となる。

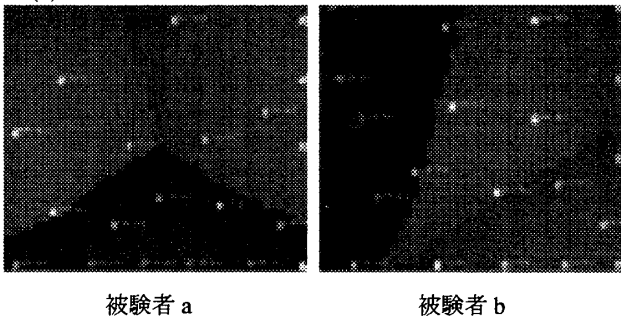
この手順による SOM 出力層の視覚化を「3領域クラスタリング」と呼ぶことにする。

今回は、イエロー系、マゼンタ系およびブルー系の場合についての3領域クラスタリングの例を図1に示す。

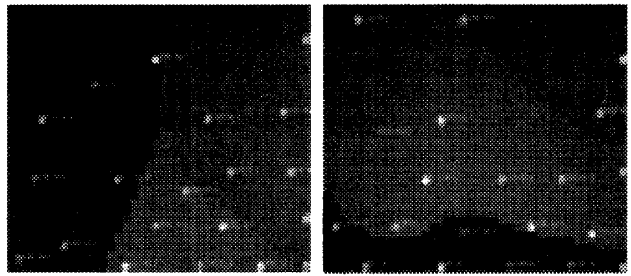
(1)背景色がブルー系の場合



(2)背景色がマゼンタ系の場合



(3)背景色がイエロー系の場合



被験者 a 被験者 b
図1. 3領域のクラスタリング例

4.3 領域一致率の結果と考察

緑のベクトルデータが緑の領域にプロットされる確率と、黄色のベクトルが黄色の領域にプロットされる確率と、赤いベクトルが赤の領域にプロットされる確率のそれらを平均したものを、領域一致率と定義して、代表として被験者 a と被験者 b、そしての被験者 16 名の平均値の3つにおいて色系統ごとに求めた領域一致率を表に示す。

この結果から、被験者 a はどの色系統でも同じ一致率になった。被験者 b はブルー系・マゼンタ系は 0.9 以上の高い一致率を得たが、逆にイエロー系で最も低い一致率となった。

また、被験者 16 人分の実験結果を平均したデータの一致率と比べると、被験者 a はイエロー系のみ平均より低い値となったが、被験者 b はブルー系・マゼンタ系については16人平均より高い値になったのに対して Yellow 系は16人平均より低い値となった。

表2. 領域一致率

背景色	被験者 a	被験者 b	被験者 16人分の平均
Blue 系	0.83	0.92	0.83
Magenta 系	0.83	0.93	0.83
Yellow 系	0.83	0.75	0.92

5. まとめ

Web Safe Color における有彩色6系統を背景色に使用した選択実験による一対比較結果について述べた。その結果輝度の差によって見やすさの傾向の違いが説明できることを確認した。また、自己組織化マップを用いて個人の一対比較データの3領域クラスタリングを行った。結果から、色系統ごとの一致率の高さは個人によってさまざまであった。しかし、極端に一致率が低いパターンは見られず、ほぼ 0.8 以上の一致率を得ることができた。これにより、クラスタリングを行うことで、見やすい色の組み合わせ、見づらい色の組み合わせの分類を行えることが確認された。

参考文献

[1] 木村, 近江: 知覚的色差による配色の視認性の定量化; ヒューマンインタフェース学会研究報告集 Vol.2 No.4, pp.27-31 (2001) .
 [2] 西島, 山崎, 他: 高齢者の色覚特性を考慮した Web ページの補正; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2001 一般発表 3431, pp.597-598 (2001) .
 [3] 平松, 納富: 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).