

# ウェブブラウザ上における背景色と文字色の見やすさの予測

## Prediction of visibility for color sets on the web sites

及川 剛十  
Tsuyoshi Oikawa

篠沢 佳久十  
Yoshihisa Shinozawa

### 1. まえがき

ウェブサイトを作成する上では、配色、文字の大きさ、レイアウトなどの要素を考慮し、ユーザにとって見やすいサイトを作成する必要がある。特にこれらの中で配色は必要不可欠な要素である。そこで配色についての見やすさを評価するため、背景色と文字色の組み合わせに着目し、一対比較実験によってデータを収集し、サーストンの一対比較法によって配色の見やすさを評価する手法が提案されている[1]。

本研究においては、この関連研究[1]によるデータ収集方法および配色の見やすさの評価方法に基づき、背景色が基本系統色のデータを元に、ニューラルネットワークを用いて、背景色が基本系統色以外の場合、その見やすさを予測する手法を考案する。

### 2. 一対比較実験によるデータの収集

本研究においては、サーストンの一対比較表によって配色の見やすさの指標を考案した研究[1]に基づいて、ブラウザ上における背景色と文字色との見やすさのデータを収集するため、被験者 20 名に対し、以下の一対比較実験を行なった。まずブラウザ上で、同一色の背景上に異なった色の文字列を横書きで左右に表示し、被験者が見やすいと判断した方を選択してもらった。表示する二つの文字列は左右で同じ文章とした。

利用する色については、文字色には無彩色 5 色、背景色には有彩色の 10 系統色 (赤, 緑, 青, シアン, マゼンタ, 黄, その他のウェブセーフカラーとして 4 色, WSC1, WSC2, WSC3, WSC4 と略す) より、系統色ごとに 4 色を使用した。一人当たりの一対比較の組み合わせは、10 系統×4 色×10 組 (文字色の組み合わせは  ${}_3C_2$ ) より 400 回となる。次に収集された 20 人分のデータについて、系統色ごとに背景色と文字色の組み合わせの見やすさを数値として表わす。これについては、サーストンの一対比較法によって実験結果を得点化する。

以上の手順によって、背景色として 10 系統色ごとに 4 色、文字色として 5 色の配色についての見やすさを数値化した。背景色が赤についての結果を表 1 に示す。各表の縦軸は背景色 (4 色) の RGB 値を、横軸は文字色 (5 色) の RGB 値を示す。表中の数値は、値が高い程その配色が見やすく、低い程見づらいことを示す。

従って、背景色が未知の系統色についてもこのような一対比較表を予測することができれば、現在見ている配色がユーザにとって見づらいと判断できた場合、数値の高い配色に変更することによって、見やすい配色に変更することが可能となる。

表 1 系統色が赤の場合の一対比較の結果

赤	#000000	#666666	#999999	#cccccc	#ffffff
#660000	-1.163	-0.724	0.117	0.606	1.163
#990000	-0.459	-1.281	-0.146	0.691	1.196
#cc0000	0.211	-1.210	-0.559	0.550	1.008
#ff0000	0.555	-0.802	-0.895	0.148	0.993

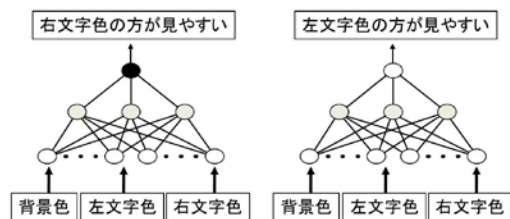


図 1 ネットワークの構造

表 2 ネットワークへ入力する特徴

	特徴	特徴数
背景色	RGB 値	3
	XYZ 値	3
	Yxy の x 値と y 値	2
	L*a*b*値	3
	HSV 値	3
文字色	RGB 値	3
	XYZ 値	3
	L*a*b*の L*値	1
	HSV の H 値	1

そこで本研究においては、複数個の背景色の一対比較実験のデータ (例えば背景色の系統色が赤, 青, 緑) を用いて、未知の背景色 (この場合は, 赤, 青, 緑以外) の見やすさを示す指標として、一対比較表を直接予測することを試みる。また未知の系統色の一対比較表を予測する際に用いる一対比較実験のデータの系統色を基本系統色と呼ぶ。

### 3. 提案手法

#### 3.1 基本系統色の学習

背景色が基本系統色の結果をもとに、背景色が基本系統色以外の場合、配色の見やすさを予測することが可能なニューラルネットワーク (以下, ネットワークと略す) を構築する。

ネットワークの構造は 3 層型のフィードフォワード型とした (図 1)。ネットワークへの入力、背景色の特徴、左文字色の特徴、右文字色の特徴とする。利用した特徴については、表 2 に示す各表色系の値を用いた。特徴数は、背景色においては 14 個、文字色においてはそれぞれ 8 個

とした。従って特徴数は合計 30 個であり、入力層のニューロン数は 30 個となる。中間層のニューロン数は、本研究においては 64 個とした。出力層のニューロン数は 1 個とし、入力した背景色、左文字色、右文字色の組み合わせにおいて、右文字を見やすいと判定した場合は 1 を出力させるように、左文字を見やすいと判定した場合は 0 を出力させるように教師信号を与える。すなわち個人ごとの見やすさを予測するネットワークを構築する場合は、上記のように個人ごとの実験結果から教師信号を 1 もしくは 0 と設定する (学習方式①と呼ぶ)。一方で、一般的な見やすさの傾向を予測するネットワークを構築するためには、被験者全員の結果を用い、被験者全員の平均値 (右文字を見やすいと判定した人数/20) を教師信号の値として設定する (学習方式②と呼ぶ)。学習には誤差逆伝播則を用いる。

### 3.2 一対比較表の予測

学習済みのネットワークを用いて、背景色が基本系統色以外の場合の見やすさを予測する。そして系統色ごとに 40 組 (4 色×10 組) のネットワークの出力値をもとに、サーストンの一対比較法を行ない、背景色と文字色の見やすさを得点化する。

### 3.3 基本系統色の選択

基本系統色については、色の三原色である赤、青、緑 (RGB と略す) そしてシアン、マゼンタ、黄 (CMY と略す) の組み合わせとする。また背景色の輝度の範囲を考え、高輝度の背景色 (WSC1)、低輝度の背景色 (青)、中輝度の背景色 (WSC2) の組み合わせとする (BWSC12 と略す)。

## 4. 評価実験

### 4.1 配色の見やすさの予測

以上のように 3 パターンの基本系統色のデータ (120 個) を用いてネットワークの学習を行なった後、背景色が基本系統色以外の 7 系統色のデータ (280 個) を未知データとして扱い、その見やすさの予測を行ない、一対比較表を作成する。まず学習後のネットワークによって、未知の系統色の配色の見やすさが予測可能かどうかを調べるため、背景色がその他の 7 系統色のデータに対して、各被験者ごとに見やすさの予測を行ない、実験値と比較し、正解率を求めた。その結果を表 3 に示す。

表 3 配色の見やすさの予測精度

基本系統色	学習方式①	学習方式②
RGB	85.6%	81.3%
CMY	89.5%	91.0%
BWSC12	89.1%	89.2%

正解率が最も高い結果は、基本系統色として CMY を用いて学習を行なった場合であり、学習方式①で 89.5%、学習方式②で 91.0% の正答率を得ることができた。すなわち、学習に用いる基本系統色としては、CMY が最も良いことが分かる。

また学習方式①においても、学習方式②とほぼ同程度の予測精度を得ることができることが分かる。従って、多くの被験者のデータを集めることができない場合は、個人のデータのみ用いて、未知の系統色の予測を行なっても、十分な精度を得ることができることが分かる。

### 4.2 一対比較表の予測

次に学習方式②によって学習したネットワークの出力値をもとに、サーストンの一対比較法を行ない、背景色と文字色の見やすさを得点化した。基本系統色が RGB の場合、背景色がシアンの予測結果を表 4 に示す。一対比較表を用いて、配色の見やすさを比較する場合、評価すべき点として、隣同士の得点との大小関係が挙げられる。そこで、表中の任意の配色の得点において、上下左右斜め方向 (8 方向) の配色との得点の大小関係について、実際の値と予測値で一致しているかどうかを全ての配色で調べ、その割合を予測精度とした。基本系統色ごとに、その一致した割合 (正解率) を表 5 に示す。

表 4 シアンの一対比較表の予測結果 (RGB)  
(表中、上の値が実験値、括弧内の値が予測値)

シアン	#000000	#666666	#999999	#cccccc	#ffffff
#006666	-0.102 (-0.493)	-1.352 (-1.231)	-0.384 (-0.246)	0.676 (0.639)	1.163 (1.331)
#009999	0.704 (0.375)	-0.945 (-1.192)	-1.013 (-0.766)	0.119 (0.360)	1.135 (1.222)
#00cccc	1.196 (0.924)	0.117 (-0.307)	-1.084 (-1.210)	-0.874 (-0.287)	0.644 (0.881)
#00ffff	1.163 (1.200)	0.795 (0.361)	-0.244 (-0.565)	-1.196 (-1.064)	-0.518 (0.068)

表 5 一対比較表の予測精度

基本系統色	学習方式②
RGB	86.7%
CMY	95.5%
BWSC12	93.7%

表 5 より、配色の見やすさの予測の場合と同様に、基本系統色としては、CMY が最も良いことが分かる。以上、基本系統色として CMY を用いて学習したネットワークによって、各被験者の背景色と文字色の見やすさを 91% の精度にて予測できること、また一対比較表については 95% の精度にて予測できることが分かり、提案手法の有効性を示すことができた。

## 5. まとめ

本研究においては、背景色が基本系統色の一対比較の実験結果から、その他の系統色についての配色の見やすさを予測するニューラルネットワークを考案した。今後はニューラルネットワークの改良とともに、他系統の配色のデータを収集していく予定である。

### 参考文献

- [1] 納富一宏, 平松明希子, 斎藤恵一: 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, バイオメディアカル・ファジィ・システム学会年次大会講演論文集, Vol.17, pp.81-84 (2004)