

G-002

ニューラルネットワークを用いた配色の見やすさの予測 Prediction of visibility for color sets by neural networks

田幸 淳† 篠沢 佳久‡
Atsushi Tako Yoshihisa Shinozawa

1. まえがき

ウェブサイト設計においては、配色、文字の大きさ、レイアウトなどの要素を考慮して、ユーザにとって見やすいサイトを作成する必要がある。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、自己組織化マップ (Self-Organizing Maps, 略して SOM) を利用して収集したデータから色の組み合わせの見やすさを評価、予測する手法が提案されている[1][2]。

本研究においては、この手法によるデータ収集方法および配色の評価方法に基づき、背景色が基本系統色 (赤, 緑, 青) のデータを元に、ニューラルネットワークを用いて、背景色が他系統の場合、背景色と文字色の組み合わせ (配色) について、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、SOM によって配色の見やすさの基準を考案した研究[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についてのデータを収集するため、被験者 10 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、従来研究と同じく、文字色には無彩色 5 色、背景色には有彩色の 7 系統色 (赤, 緑, 青, シアン, マゼンタ, 黄, ウェブセーフカラーの #33**33) より、各段階 4 色を使用した。一人当たりの一対比較の組み合わせは、7 系統 × 4 段階 × 10 組 (文字色の組み合わせは ${}_5C_2$) より 280 回となる。

次に収集された 10 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 7 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, 緑, 青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。いずれの系統色においても従来研究[1]と同じ傾向の結果が得られた。他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。

† NTT コミュニケーションズ

‡ 慶應義塾大学 理工学部 管理工学科

表 1 背景が基本系統色の場合の一対比較の結果

赤	#000000	#666666	#999999	#cccccc	#ffffff
#660000	-0.882	-0.529	0.142	0.705	0.564
#990000	-0.135	-1.023	-0.110	0.519	0.750
#cc0000	0.277	-0.965	-0.470	0.418	0.740
#ff0000	0.705	-0.509	-0.916	-0.068	0.789

青	#000000	#666666	#999999	#cccccc	#ffffff
#000066	-1.106	-0.553	0.225	0.612	0.823
#000099	-1.106	-0.470	0.142	0.705	0.730
#0000cc	-0.789	-0.788	0.142	0.661	0.774
#0000ff	-0.094	-0.965	-0.376	0.495	0.940

緑	#000000	#666666	#999999	#cccccc	#ffffff
#006600	-0.044	-1.106	-0.319	0.504	0.965
#009900	0.661	-0.872	-0.788	0.166	0.833
#00cc00	0.965	0.000	-0.916	-0.602	0.553
#00ff00	1.106	0.387	-0.274	-0.750	-0.470

3. 提案手法

3.1 基本系統色の学習

本研究においては、背景色が基本系統色 (赤, 緑, 青) の結果をもとに、背景色がその他の 4 系統色 (シアン, マゼンタ, 黄, ウェブセーフカラー) の場合、背景色と文字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。

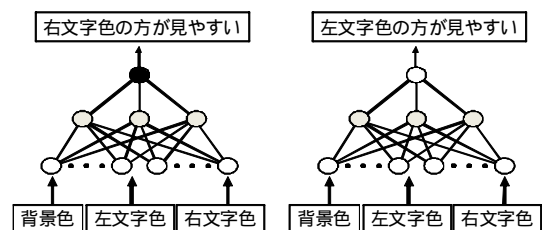


図 1 ニューラルネットワークの構造

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。利用した特徴は、各表色系を用い、背景色においては、RGB 値, XYZ 値, Y_{xy} の x 値および y 値, $L^*a^*b^*$ 値, HSV 値, 合計 14 個とした。文字色においては、RGB 値, XYZ 値, $L^*a^*b^*$ の L^* 値, HSV の V 値, 合計 8 個とした。以上、特徴数は 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任意とする (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と設定すればよいが, 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, 被験者全員の結果を用いる場合には, 平均値(右文字を見やすいと判定した人数/10)を教師信号の値として設定する. 学習には誤差逆伝播則を用いる.

以上のように背景色が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, 背景色がその他の4系統色のデータ(160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.

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, 背景色がその他の4系統色の場合の見やすさを予測する. そして各系統色ごとに40組(4段階×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.

4. 評価実験

基本系統色の学習においては, 3.1節で述べたように, 個人ごとの結果から学習を行なう, すなわち各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方法(方式), 被験者全員の結果を合わせて学習を行なう, すなわち一般的な見やすさを予測するネットワークを構築する方法(方式)の二通りを行なった.

そして背景色がその他の4系統色のデータ(160個)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2に示す.

表2 学習後のニューラルネットワークによる予測精度

	方式	方式
シアン	91.5%	90.8%
マゼンタ	77.8%	87.5%
黄	88.5%	93.2%
ウェブセーフカラー	85.0%	87.1%
平均	85.7%	89.7%

表2から方式よりも方式の方が, 予測精度が高い結果となった. 個人ごとのデータを用いてネットワークを構築するよりも, 被験者全員のデータを合わせて, ネットワークを構築した方が, 予測精度が高いことが分かる.

次に方式によるネットワークを対象として, その出力値から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. 背景色がシアンの結果を表3に示す.

2節にて述べたように, 一対比較表を用いて, 見やすい配色に変更する場合は, 得点の高い配色に変更すればよい. そのため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. 背景色ごとに, その一致した割合(正解率)を表4に示す.

表3 一対比較表の予測結果
(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	-0.236 (-0.358)	-1.106 (-1.009)	-0.235 (-0.197)	0.612 (0.487)	0.965 (1.079)
#009999	0.705 (0.382)	-0.695 (-0.814)	-0.965 (-0.728)	0.083 (0.175)	0.872 (0.986)
#00cccc	0.965 (0.837)	0.107 (0.092)	-0.830 (-0.602)	-0.747 (-0.761)	0.504 (0.434)
#00ffff	1.106 (1.083)	0.553 (0.512)	0.000 (-0.05)	-0.553 (-0.623)	-1.106 (-0.919)

表4 一対比較表の予測精度

	正解率
シアン	90.9%
マゼンタ	94.5%
黄	96.3%
ウェブセーフカラー	92.7%
平均	93.6%

表5 任意の被験者における一対比較表の予測

シアン	#000000	#666666	#999999	#cccccc	#ffffff
#006666	0.00	-0.344	-0.172	0.172	0.344
#009999	0.344	-0.344	-0.172	0.00	0.172
#00cccc	0.344	0.172	-0.172	-0.344	0.00
#00ffff	0.344	0.172	0.00	-0.172	-0.344

また表5には, 任意の被験者において, 個人の実験結果からネットワークを構築し, 背景色がシアンの場合, 一対比較得点を予測した一例を示す.

表4より, 各系統色ごとで, 一対比較表中の得点の大小関係を予測できていることが分かり, 背景色が基本系統色のデータから, その他の系統色についての配色の見やすさを予測することが可能なことを示した.

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, 他系統の配色について実験を引き続き行なっていく予定である.

参考文献

- [1] 納富, 平松, 斎藤: 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)
- [2] 納富, 平松, 斎藤: Web利用時の視認性を考慮した自己組織化マップによるカラーセット予測方式の提案, バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.6, No.1, pp.57-62 (2004)