

彩度・コントラスト比を考慮した色弱者向け配色変換手法

岩瀬 裕子[†] 岩田 一^{††} 白銀 純子^{†††} 深澤 良彰[†]
 早稲田大学[†] 神奈川工科大学^{††} 東京女子大学^{†††}

1. はじめに

一般的な色覚とは異なる色覚を持つ人は、色盲の人も含めて色弱者と呼ばれ、日本では 320 万人以上の人がこの色弱者に当てはまる[1]。色弱者は特定の配色において色を識別しづらく、色の使用された情報を作成者の意図通りに正しく認識することが困難である。しかし、既存の色弱者向け配色変換手法では作成者の配色意図（識別性および誘目性）が考慮されていないことが多い。背景色と前景色はテキストや画像などのコンテンツの識別性に影響を与える。背景色と前景色の相対輝度によるコントラスト比を十分に保つことで、色覚に依存しない識別性を確保することができる。また一般に、明度や彩度が高い色の方が誘目性は高いと言われており、作成者は目立たせたいコンテンツに対して誘目性の高い色を使用することが多い。

本研究では、作成者の配色意図を保持しつつ、既存の配色を色弱者にも識別しやすい配色に変換する手法を提案する。まず入力とする配色の彩度を計算し、低彩度、中彩度、高彩度に分類する。分類した彩度の領域ごとに対応する基本配色変換表に基づいて変換を行う。そしてコントラスト比を計算し、一定の基準を満たさないものに対しては基準を満たすように同じ彩度領域内の色で調整する。

2. 提案手法

2.1 基本配色変換表

色弱者でも比較的識別しやすいとされるカラーユニバーサルデザイン機構の推奨配色セット[2]において、アクセントカラーおよびベースカラーとして示されている色から、図 1 に示す基本配色変換表を作成した。この表にしたがって変換を行うことで、変換前後の誘目性を保ちつつ色弱者にも識別しやすい配色に変換することができる。

変換前の彩度	変換前のカラーコード	変換候補	変換前の彩度	変換前のカラーコード	変換候補
低彩度	#000000~#7F878F	黒	中彩度	#EDC58F~#FF99A0	茶色
	#7F878F~#B4EBFA	黒		#FF99A0~#FFFFFF	赤
	#B4EBFA~#C7B2DE	青		#FFFFFF~#FFFFFF	黄
	#C7B2DE~#C8C8CB	紫		#000000~#0041FF	青
	#C8C8CB~#FFD1D1	灰		#0041FF~#663300	茶
	#FFD1D1~#FFFFFF	白		#663300~#9A0079	茶
中彩度	#000000~#35A16B	緑	高彩度	#9A0079~#FAF500	黄
	#35A16B~#66CCFF	青		#FAF500~#FF2800	赤
	#66CCFF~#99E7B0	青		#FF2800~#FF9900	赤
	#99E7B0~#CBF266	黄		#FF9900~#FFFFFF	黄
	#CBF266~#EDC58F	茶			

図 1 基本配色変換表

基本配色変換表の作成方針は以下の通りである。まず、変換前後で著しく彩度が変化しないように、変換後の色の候補となる色を予め彩度値によって 3 つに分類する。PCCS 表色系における彩度の考え方[3]に基づいて、0~0.33 を低彩度（無彩色含む）、0.34~0.67 を中彩度、0.68~1 を高彩度とする。次に、推奨配色セットの色を各彩度領域内でカラーコード順に並べる。変換前のカラーコードの前後に位置する色を変換候補とし、RGB 値それぞれの差分の合計が少ない方の色に変換する。彩度領域内でカラーコードが最大または最小の色よりもカラーコードが大きいまたは小さい場合、変換候補はカラーコードが最大または最小の色のみとする。

2.2 配色変換方針

コンテンツの配色を変換する際は、まず色の RGB 値を HSV 表色系[4]に変換することで、色を色相、彩度、明度の 3 つの数値で表し、彩度から該当する彩度領域を求める。彩度領域とカラーコードより、基本配色変換表を用いて変換を行う。次に、変換後の配色に対して RGB 値から相対輝度（#000000 を 0、#FFFFFF を 1 として正規化した色の相対的な明るさ）を求め、コントラスト比を計算する。変換後のコントラスト比が W3C のアクセシビリティガイドライン[5]で示される 4.5 未満で、かつ変換前のコントラスト比を下回る場合にコントラスト比を調整する。

A method of color conversion for color-blind people in consideration of the saturation and contrast ratio

[†] Yuko Iwase, Yoshiaki Fukazawa Waseda University

^{††} Hajime Iwata Kanagawa Institute of Technology

^{†††} Junko Shirogane Tokyo Woman's Christian University

変換後の背景色と前景色のうち、相対輝度が小さい方をより暗い色に、大きい方をより明るい色になるように、各彩度領域内で色を一段階ずつずらす。これをコントラスト比が配色変換前のものを上回るまで繰り返す。ただし、その結果、変換前の色が属する彩度領域内の端の色になった場合は、その時点で調整を終了する。

2.3 文書に対する配色変換方法

色情報を持つ文書において、背景色と前景色が一対一に対応するとは限らない。文書構造を木構造で表した場合、ブロック要素（1つのかたまりとなる要素）をノードとして、親ノード（子ノードを包含するブロック要素）の方が子ノード（親ノードの下に配置されるブロック要素）よりも、その背景色と前景色の適用範囲は広く、親ノードの配色を調整することは複数の子ノードの配色に影響を与える可能性がある。そのため、親ノードの配色はできるだけ固定することが望ましい。そこで、各ノードの前景色と背景色の調整には、図2に示すような変換アルゴリズムを用いる。

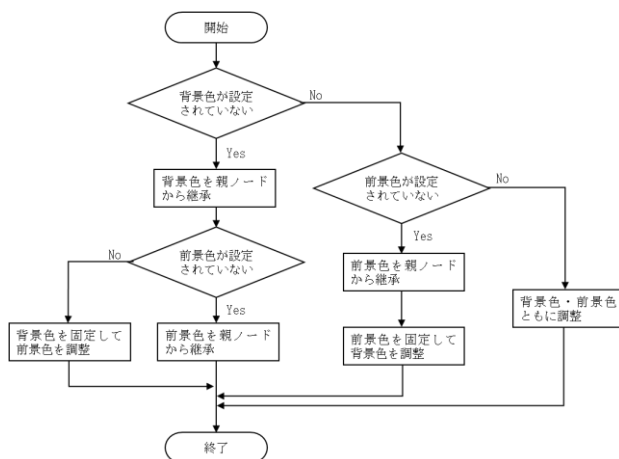


図2 変換アルゴリズム

3. 評価

本手法の評価のために、Web ページ 5 種類に対し、配色変換および色覚シミュレーションを行った。そのページを見せながら一般色覚者の被験者 12 人に、色彩の観点から見た文字の誘目性および識別性について「目立つ」、「目立たない」、「読みやすい」、「読みにくい」箇所を、それぞれ 3 箇所ずつ回答してもらった。彩度とコントラスト比をもとにした理論値による採点結果を表3に示す。

表3よりWeb ページ全体で比較すると、設問2の正答率が高く、設問3および設問4の正答率が低くなった。設問1と設問3、および設問2と設問4では一致する回答が多くみられた。また設問1と設問3では、回答を想定していなかつ

た大きい文字が使用されているロゴなどの画像を回答している場合が多くみられた。これは設問1と設問3の正答率が設問2よりも低くなっている原因の一つであると考えられる。

表3 アンケート結果

Web ページ	正答率[%]			
	設問1 目立つ	設問2 目立たない	設問3 読みやすい	設問4 読みにくい
1	36.1	41.7	25.0	22.9
2	65.7	58.3	27.8	31.4
3	63.9	44.4	38.9	61.1
4	19.4	44.4	36.1	11.1
5	33.3	75.0	44.4	36.1
全体	43.6	52.8	34.4	32.6

アンケートの感想では、「色が少なく選びづらい」、「文字の大きさや配置、密度などが判断に影響してしまう」という内容が多かった。

4. おわりに

本研究では、作成者の配色意図を保持しつつ、既存の配色を色弱者にも識別しやすい配色に変換する手法を提案した。これにより作成者の意図を損なうことなく、一般色覚者および色弱者の両者とも情報を正しく識別することができる。評価では、配色変換および色覚シミュレーションを施した評価用ページをもとにアンケートを行った。「目立たない」箇所では正答率は50%を超えたが、それ以外の箇所では50%を下回る結果となった。全体として、文字の色以外の情報や変換および回答の対象外である画像への回答などの影響が考えられる。

今後の課題は以下の通りである。

- 変換対象外である画像に多く回答が寄せられたため、評価用Web ページの再検討
- 赤と緑、青と黄のような色弱者が特に識別しづらい配色への色覚型別の対応
- 画像内の文字情報への対応

参考文献

[1]NPO 法人 カラーユニバーサルデザイン機構, 「世界で求められる CUD」, http://www2.cudo.jp/wp/?page_id=88

[2]NPO 法人 カラーユニバーサルデザイン機構, 「カラーユニバーサルデザイン推奨配色セット」, http://www2.cudo.jp/wp/?page_id=1565

[3]DIC カラーデザイン株式会社, PCCS, <http://www.dic-color.com/knowledge/pccs.html>

[4]A. R. Smith, “Color Gamut Transformation Pairs”, Computers Graphics vol.12, pp.12-19, 1978

[5]Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>