

色弱補正と文字輪郭加工による Web ページの視認性向上

Web Page Enhancement

by Outline Processing of Characters and Color-weak Compensation

小島 由梨乃[†] 望月 理香[‡] 渡辺 昌洋[‡] 趙 晋輝[†]

Yurino Kojima Rika Mochizuki Masahiro Watanabe Jinhui Chao

概要: 一般色覚者のみならず, 特殊な色覚特性の方でも不自由なく閲覧できる, ユニバーサルデザインとしての Web ページの視認性の向上が望まれている. そこで本研究では, 文字が重畳された画像における文字の視認性を向上させることを目的として, Web ページ上の画像に見立てた文字入りの自然画像を使用し, 色弱者に適合した画像全体の補正と, 文字の輪郭に縁取りやぼかしを行う加工を同時に行う手法を提案した. 更に文字の輪郭加工に用いる, 文字色とも背景色とも異なる色を作成した. 提案手法の効果を測るため, 加工に使用する輪郭色や加工方法, 色弱補正に対して, 適用した際の効果や画像全体の印象が保持されているか評価を行い, 文字色や背景色によって見やすい加工方法や輪郭色が異なるかを考察した. その結果, 背景や文字色による違いは見られたものの, 視認性を高める効果があることが示唆された.

1. はじめに

特異な色覚特性の中には, 特定の色の組み合わせが見分けづらい・混合しやすい, 色弱と呼ばれる特性がある. 色弱はいくつかの種別に分けることができ, 主に赤系統の色が見づらい P 型, 主に緑系統の色が見づらい D 型などがある. 日本人男性の約 5% は色弱であると言われており, 色弱者向けの色彩補正(色弱補正)はカラーバリアフリー技術の重要課題である. また, Web ページには様々な色を用いられていることが多く, 色弱者だけではなく一般色覚者に対しても視認性を向上させる必要があると考える.

そこで本研究では, 色情報が重要な役割を果たす Web ページにおいて色弱者向けの補正を行うために, 文字入りの画像を Web ページ上の画像に見立て様々な補正を行った. また, 補正により文字が見づらくなることを防ぐために文字の輪郭にも加工を行い, 文字の視認性向上に努めた.

2. 色弱補正方法

本研究では, 望月らの研究[1]に報告されている, Brettel の色盲モデル[2]を参考とした色弱補正モデルと色弱シミュレーションモデルを用いて補正を行った. 元の色刺激を Q , 色盲者が Q を見て知覚する色刺激を Q' , 色弱度を $\omega (0 \leq \omega < 1)$ とすると, 色弱補正後の色刺激 P と色弱シミュレーション後の色刺激 Q'' は式(1),(2)で求めることができる.

$$P = Q' + \frac{1}{(1-\omega)}(Q - Q') \quad (1)$$

$$Q'' = \omega Q' + (1 - \omega)Q \quad (2)$$

また, P 型と D 型の混合型の色弱補正モデル並びに色弱シミュレーションモデル[3][4]も検討した. 混合型の色弱者向けに補正した色刺激を $P_{P,D}$, 各色弱の種別においての色弱度を ω_P, ω_D , P 型色盲者が色刺激 Q を見たときに知覚する色刺激を Q'_P , P 型色弱者が Q と知覚できる色刺激を P_P , D 型色盲者が Q を見たときに知覚する色刺激を Q'_D としたとき, $P_{P,D}$ は式(3),(4)で求めることができる.

$$P_P = Q'_P + \frac{1}{1-\omega_P}(Q - Q') \quad (3)$$

$$P_{P,D} = Q'_D + \frac{1}{1-\omega_D}(P_P - Q'_D) \quad (4)$$

3. 文字輪郭加工による視認性向上

3.1 輪郭加工

本研究では, 文字色は既定のものであり変更できない場面を想定している. 文字色を変更せずに視認性を向上するため, 文字の輪郭の加工を行う. bmp ファイルを用いて, 既定の文字色と同様の RGB 値を持つ画素のみを白, 他の画素を黒とした画像を作成する. その後, 白い画素に隣接している黒い画素を文字の輪郭として元画像に輪郭を付けていく輪郭加工と, 輪郭付近にぼかしを入れるグラデーション加工の 2 つの加工手法を提案した. 加工前後の画像を図 1 に示す.

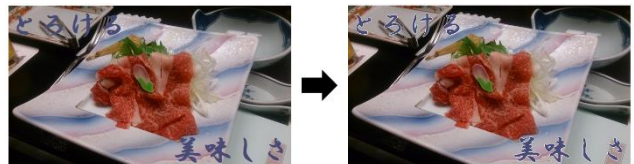


図 1 輪郭加工前後の画像

3.2 有彩色の輪郭色

輪郭を線で加工する際は, 有彩色の輪郭も用いる. 作成する輪郭色は, 文字色とも背景の平均色とも異なる色とした. Itten による色彩調和[5]の 3 色調和モデルは, 彩度が異なる 2 色には対応できない. そこで, 色度平面において色相と彩度を同時に考慮して, 2 色の彩度で重み付けを行い輪郭色の色相を計算する. 文字色の色相, 彩度を H_1, C_1 , 背景色の色相, 彩度を H_2, C_2 , 輪郭色の色相を H_3 としたとき, 輪郭色の色相は式(5)で求めることができる.

$$H_3 = \frac{H_1 C_1 + H_2 C_2}{C_1 + C_2} + 180^\circ \pmod{360^\circ} \quad (5)$$

彩度と明度は数直線上で 0 から 100 の間の値として表すことができる. 一目で色相を判断できる明度・彩度として 25 以上 75 以下を範囲とした. 可能な限り 2 色の値から離れた値となるよう以下の手順で検証し設定した.

(A) 2 色の値が共に 50 未満のとき, 75 と設定する.

(B) 2 色の値が共に 50 以上のとき, 25 と設定する.

(C) 2 色の差の値の絶対値が 50 以上のとき, 2 色の値の平均値に設定する.

- (D) 2色の値の平均値が 50 以上のとき, 25 に設定する.
 (E) 2色の値の平均値が 50 未満のとき, 75 に設定する.

4. 評価実験

4.1 実験環境

実験は, 天井部分以外を N5.5 に近い色の暗幕で覆われた暗室で行った. ディスプレイは EIZO 株式会社製 ColorEdge CG275W, キャリブレーションに用いた測色機はコニカミノルタ製ディスプレイカラーアナライザ CA-210, 照明には Panasonic 製 Hf 器具専用 Hf プレミア蛍光灯を使用し, ディスプレイと被験者間の視距離は 80cm とした. 被験者は一般色覚者 12 名, 色弱者 5 名 (いずれも D 型弱度) である.

4.2 実験内容

本研究では, 輪郭加工を行った画像による視認性評価実験と, 色弱補正画像による補正効果の評価実験を行った.

視認性評価実験では, 文字入り画像を 6 種類用意し, おのおの表 1 で示した 11 種類の加工を行い 66 枚の画像を作成した. 更に P 型色弱度 0.2, D 型色弱度 0.4 の混合型色弱で補正を行った画像も作成し, 合計 132 枚の画像を用いた. 評価方法は加工前後の画像を比較して「とても見やすい」, 「やや見やすい」, 「どちらでもない」, 「やや見づらい」, 「とても見づらい」の 5 段階を選択するものであり, 見やすさと同様に好ましさについても評価した.

表 1 第 2 回実験における加工方法

加工方法	輪郭色(輪郭加工: グラデーション加工)
輪郭加工	(白: -), (黒: -), (有彩色: -)
グラデーション加工	(-: 白), (-: 黒)
輪郭加工およびグラデーション加工	(白: 白), (黒: 黒), (白: 黒), (黒: 白), (有彩色: 白), (有彩色: 黒)

4.3 輪郭色における実験結果

実際に色弱者が補正後の Web ページを閲覧することを想定し, 色弱者は「色弱補正あり」の画像の評価値, 一般色覚者は「補正なし」の画像の評価値を合計, 平均した値を集計に用いた.

視認性に関しては, 輪郭色と加工方法の 2 方面で集計を行った. いずれも集計方法は同様であり, 「とても見やすい」を最大の 5 点として以降も点数を割り振り, 各輪郭色や加工方法における平均点を算出し, その数値を比較した. 「輪郭加工とグラデーション加工」においては, 輪郭加工に使用されている色を輪郭色とする. 本稿では, 色弱者・一般色覚者それぞれの輪郭色による評価値を表 2, 3 に示す. 各画像においてもっとも評価値が高い輪郭色の数値を太字としている. (1)~(6)は画像に割り振られた番号を示している.

表 2 色弱者に見やすいとされた輪郭色

画像	輪郭色		
	白	黒	有彩色
(1)	3.875	3.25	3.8334
(2)	4.1875	2.1875	4.25
(3)	2.9375	4.375	4.25
(4)	4.375	2.625	4.5833
(5)	3.6875	2.75	3.833
(6)	4.3125	2.8125	2

表 3 一般色覚者に見やすいとされた加工方法

画像	輪郭色		
	白	黒	有彩色
(1)	3.4091	3.545	3.5151
(2)	4	2.8181	3.8484
(3)	3.5909	4.1136	3.9696
(4)	3.9318	3.2727	3.9696
(5)	3.1136	3.0681	2.7272
(6)	3.9091	3.4318	2.3636

5. 結論と今後の課題

本研究では, Web ページにおける画像を想定した文字入り画像に輪郭加工や色弱補正を行うことにより, 視認性向上が可能であるかを検討した. 色弱者・一般色覚者共に, 文字輪郭加工を行うことで視認性を高めることができた. 輪郭色に関しては, 白や有彩色など目立つ色が見やすいとされた画像が多い一方で, 文字色の明度が高い画像は黒色が見やすいとされた.

また, 色弱者と一般色覚者の間では異なる結果となる画像も存在した. 本稿での色彩調和モデルが色弱者にとっては調和となっていない可能性があることが原因として挙げられる.

今後の課題として, 色弱補正の効果を向上させる手法の検討や色弱者にも対応した色彩調和モデルの検討, 輪郭のみならず文字色や文字部分の背景も加工を行い, より視認性向上が見受けられる手法の拡張が挙げられる.

参考文献

- [1] Rika Mochizuki, Takanori Kojima, Reiner Lenz, Junhui Chao, "Color-Weak Compensation Using Local Affine Isometry Based on Discrimination Threshold Matching", Journal of the Optical Society of America A, Vol. 32, No. 11 (2015).
- [2] H. Brettel, G. J. Suci, P. H. Tannenbaum, "Computerized simulation of color appearance for dichromats", Journal of Optical Society of America, Vol. 4, No. 10 (1997).
- [3] Yi-Chun Chen, Yunge Guan, Tomoharu Ishikawa, Hiroaki Eto, Takehiro Nakatsue, Jinhui Chao, Miyoshi Ayama, "Preference for Color-Enhanced Image Assessed by Color Deficiencies", pages 236-251.
- [4] 小島 由梨乃, 望月 理香, 渡辺 昌洋, 趙 晋輝, "色弱補正と文字輪郭加工による Web ページの配色補正に関する検討", 電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (2017)
- [5] J. Itten, The Art of Color, E.V. Haagen (訳), John Wiley & Sons, Inc., America, (1973).

† 中央大学 Chuo University

‡ NTT サービスエボリューション研究所 NTT Service Evolution Laboratories