

色覚異常者のための再配色の一手法

中間 翔大† 西尾 孝治† 小堀 研一†

大阪工業大学†

1. はじめに

色情報は、情報を伝達する重要な手段である。これらの配色は正常色覚者が識別できることが前提にデザインされていることが多いため、色覚異常者が情報を誤認識する場合が考えられる。一方、色覚異常者のみを考慮した配色では、正常色覚者にとって大きく印象の異なる配色となる。そこで、本研究では、入力された配色から少ない変化で、色覚異常者にとって識別可能となる配色を実現する。提案手法では、均等色空間である $L^*a^*b^*$ 色空間における各色との関係から遷移する色を決定する。そして、遷移方向は色覚異常者にとって効果的である明度と混同色線を用いることで、最適な遷移方向を算出する。これを、すべての配色が識別可能となるまで繰り返すことで、色関係を維持した再配色を実現する。

2. 提案手法

2.1 概要

提案手法の処理手順を図1に示す。まず、遷移対象の抽出では、入力色に対して最も識別困難である組み合わせの2色を遷移対象として抽出する。次に、遷移方向の算出では、遷移対象である2色に対して、 $L^*a^*b^*$ 色空間における周囲の色との関係から最適な遷移方向を算出する。そして、遷移色の決定では、2色のうちどちらを遷移させるかを複数の条件から決定する。最後に、色の遷移では、決定された遷移色を算出した遷移方向に単位ベクトル分だけ遷移させる。遷移対象の抽出から色の遷移までの処理を、遷移対象が抽出されなくなるまで繰り返し行う。

遷移対象の抽出を 2.1 節、遷移方向の算出を 2.2 節、遷移色の決定を 2.3 節で詳しく説明する。

2.2 遷移対象の抽出

遷移対象の抽出では、入力色に対して、最も識別困難である組み合わせの2色を遷移対象として抽出する。色差は人間の視覚に近似した均等色空間である $L^*a^*b^*$ 色空間を用いて算出する。

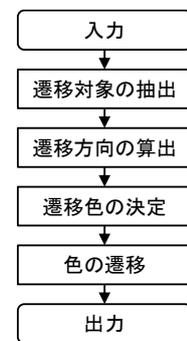


図1 処理手順

また、色覚異常者の色差を算出するために、Viénotらの手法^[1]を用いて正常色覚者の見え方から色覚異常者の見え方に変換する。これにより、正常色覚者と色覚異常者の見え方の対応付けを行い、それぞれの色差を算出する。それぞれの色差は $L^*a^*b^*$ 色空間上のユークリッド距離を用いて算出する。識別困難である組み合わせの色差は、JIS 規格や各種の工業界で一般に使用されている色差の許容範囲を基に定義する。ここでは、系統色名で区別できる程度の色差を 13~25 で定義しており、25 以上であれば別の色名となると定義している。そのため、識別可能な色差を 25 以上とし、25 未満の色差を識別困難な組み合わせとする。また、識別困難な組み合わせが複数存在する場合は、最も色差の小さい組み合わせを遷移対象として抽出する。

2.3 遷移方向の算出

遷移方向の算出では、遷移対象として抽出された2色に対して、 $L^*a^*b^*$ 色空間における周囲の色との関係から最適な遷移方向を算出する。

少ない遷移量で色覚異常者にとって識別可能な配色へ遷移するため、色覚異常者の2種類の特性を考慮する。まず、色覚異常者は色相の識別は苦手であるが、明度の変化には正常色覚者以上に敏感であるという特徴がある^[2]。そのため、明度方向に遷移させることは有効であると考えられる。次に、色覚異常者にとって識別しにくい色は、 xy 色度図上で直線上に並んでいる混同色線上に存在する。そのため、混同色線に直交する方向に色を遷移させることで識別可能な配色に遷移させる。このように、明度方向と混同

A Method of Re-Color Scheme for Color Vision Defect

†Shota Nakama, †Koji Nishio and †Ken-ichi Kobori

†Osaka Institute of Technology

色線に直交する方向を組み合わせることで、最適な遷移方向を算出する。遷移方向は、明度に対して正負の方向に遷移した際の変化量 ΔC_L と混同色線に直交する方向に対して正負の方向に遷移した際の変化量 ΔC_C の比を用いて算出する。明度の変化量 ΔC_L は、現在の値 C_L と明度に対して正負の方向にそれぞれ遷移した際の値 C_{L+} 、 C_{L-} の差から算出する。例えば、図2のような入力で色aの C_L は、色aとの色差が25以下の色b、cとの色差 ΔE_{ab} 、 ΔE_{ac} の合計によって算出する。次に、 C_{L+} と C_{L-} は正方向に単位ベクトル分遷移した際の色差の合計と負方向に遷移した際の色差の合計から算出する。最後に、 C_L と C_{L+} 、 C_{L-} のそれぞれの差を計算し、大きい方を明度の変化量 ΔC_L として算出する。同様の処理を混同色線に直交する方向においても行うことで、 ΔC_C を算出する。

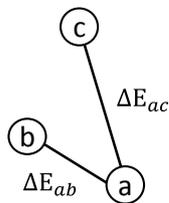


図2 C_L の算出方法

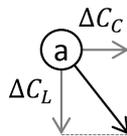


図3 遷移方向の算出

図3のように、明度と混同色線の方向に算出した ΔC_L 、 ΔC_C を付加したベクトルを合成することで、最終的な遷移方向を決定する。

2.4 遷移色の決定

遷移色の決定は、遷移対象として抽出した2色と算出した遷移方向を用いて、遷移させる方の色を決定する。遷移色を決定する際は、遷移することで2色間の色差が小さくならないことを前提条件とする。また、これを満たしたうえで、以下の基準に従って遷移色を決定する。

- ① 遷移した際に、周囲の色との影響が小さい色
- ② 接続数が多い色
- ③ 遷移量が少ない色

まず、基準①は遷移前と遷移後で識別困難な組み合わせの変化した色数を算出する。この色数が小さい色を、周囲の色との影響が小さい色とする。次に、基準②では抽出した2色と識別困難な色数を接続数として、接続数が多い色を遷移色とする。そして、基準③では、可能な限り1色に遷移量が隔たりすぎることを防ぐため、遷移量が少ない色を遷移色とする。

上記の処理によって決定した色を、遷移方向に対し単位ベクトル分だけ遷移させる。

3. 実験と考察

本手法の有効性を検証するため、実験を行った。東京メトロで用いられている9色を入力とし、本手法により再配色を行った。9色のうち、色覚異常者の見え方において色差が25未満の組み合わせを表1に示す。

同表の色差を、本手法によりすべての色覚異常者における色差を25以上にした際の正常色覚者の見え方における遷移量を表2に示す。

表1 色差が25未満

色	色差
a・f	12
b・i	15
c・h	4
d・g	11
e・i	12

表2 遷移量

色番号	遷移量
a	0
b	12.6
c	9
d	8.5
e	12
f	12
g	6
h	12.5
i	4.9

同表より、すべての遷移量が13未満に抑えられており、正常色覚者にとって印象の変化が少ない状態で再配色が実現できていることが確認できる。

4. おわりに

本研究では入力された配色から少ない変化で、色覚異常者にとって識別可能である配色を実現する手法を提案した。実験より、正常色覚者にとっての遷移量を抑え、色覚異常者にとって識別可能な配色へ遷移できていることを確認した。

参考文献

- [1] F.Viénot, H.Brettel, and J.D.Mollon, "Digital Video Colourmap for Checking the Legibility of Display by Dichromats", COLOR research and application, Vol.24, No.4, pp.243-252, 1999.
- [2] 岡部 正隆, 伊藤 啓, 橋本 知子, "ユニバーサルデザインにおける色覚バリアフリーへの提言", カラーユニバーサルデザイン機構, 2003.