

補助事業番号 2024M-433
 補助事業名 2024年度 ハイパースペクトル画像を用いた次世代型色表現と色覚補償技術
 補助事業
 補助事業者名 香川大学 創造工学部 佐藤 敬子

1 研究の概要 (<https://www.eng.kagawa-u.ac.jp/~satokei/research.html>)

色覚異常者は特定の色ペアを識別するのが困難なことがあり、日常生活や色を利用したコミュニケーションにおいて不便を感じることもある。これまで、RGB画像を対象とした色強調手法が提案されてきたが、これらの手法では色の自然さや色覚異常者の見えの正確性が十分に保たれていないという課題があった。

本研究では、より正確で効果的な色強調を目指し、ハイパースペクトル画像と色覚異常の特性を反映した錐体感度関数を組み合わせた新しい色強調手法を提案した(図1参照)。具体的には、多次元信号解析手法を用いて、色覚異常者が識別困難な波長成分のみを選択的に強調するアプローチを採用することで、画像全体の色の自然さを損なうことなく、識別性を向上させることを目指した。

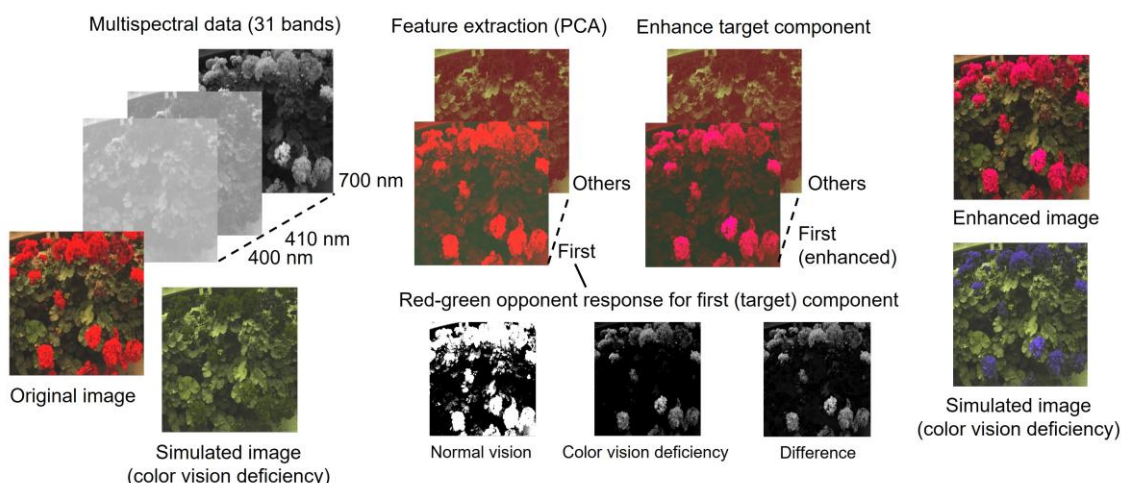


図1 研究アプローチの概要

2 研究の目的と背景

色覚異常者は、ある範囲の色について差を感じにくく、見分ける際に不便を感じる。これまで、色覚異常者が色を見分けやすい画像を作成するために、RGB画像を対象とした色強調法が提案されてきたが、見えの正確性や強調後の画像の自然さが損なわれるという課題があった。本研究では、ハイパースペクトル画像と色覚異常の錐体感度特性を反映した錐体感度関数を用いることで見えの正確さを追求し、さらに多次元信号解析である独立成分分析を適用することで識別困難なスペクトル成分のみを局所的に強調して見分けやすさの改善を目指す。従来手法と比較して、色覚異常の見えを正確に再現できる点と、識別困難な領域のみ局所的に強調するため自然な強

調となる点で、新たなカラーバリアフリー手法である。

本研究では、以下の2つのサブゴールを設定し、取り組んだ。

【課題1】ハイパースペクトル画像と錐体感度関数に基づく正確な見え表現の提案

【課題2】ハイパースペクトル画像と多次元信号解析による色強調アルゴリズムの構築及び識別性向上の評価(計算シミュレーション, 視覚心理実験)

3 研究内容

(1)【課題1】ハイパースペクトル画像と錐体感度関数に基づく正確な見え表現の提案

課題1では、ハイパースペクトル画像を用いて色覚多様性を考慮した見え表現の手法を構築した。色覚多様性として、まずは色覚異常に着目し、型(赤緑色覚異常である1型と2型)や異常強度に沿った見え表現を行う手法を提案した。さらに高齢者等の色覚多様性にも対応できるよう一般化した。

(2)【課題2】ハイパースペクトル画像と多次元信号解析による色強調アルゴリズムの構築及び識別性向上の評価(計算シミュレーション, 視覚心理実験)

課題2では、ハイパースペクトル画像から強調すべき波長成分を決めるために、独立成分分析を適用することで、各波長の反射率を独立になるように成分を分離した。分離成分のなかから、色覚異常者の見え画像と正常色覚の見えの差分画像に基づいて強調する色成分を定めた。この選択した成分のみ特定波長の反射率を増幅し、それ以外の成分は変化させないことで、画像全体の色分布を保持したまま、識別が困難な領域のみ強調できる。

提案した手法の有効性は、計算シミュレーション及び視覚心理実験により示した。計算シミュレーションでは、CIE DE2000色差式を利用して原画像及び強調画像の識別可能色数を算出した。さらに、CVD-METと呼ばれる画像差分指標から「効率性」と「自然さ」の2つの指標を算出した。これによって強調によりどの程度識別性が向上しているかを従来手法と比較して示した。また、色覚異常者5名程度に対して画像の色合いが識別しやすくなっているかどうかを視覚心理実験によって評価してもらうとともに、正常色覚者にとっても画像の色合いの自然さが保たれているかどうかを検証した。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業は、ハイパースペクトル画像と錐体感度関数に基づく正確な見え表現、および多次元信号解析を用いた色強調アルゴリズムの開発と評価に焦点を当て、視覚情報処理分野における新たな価値創出を目指した先駆的な取り組みである。特に、色覚異常者に対する視覚支援技術の発展に大きく寄与すると考えられる。また、計算シミュレーションと視覚実験の両面から有用性を示すという実証的なアプローチも、基礎研究から応用研究への橋渡しとして意義深いと考える。

今後の展望として、アルゴリズムの高速処理やデバイスへの実装に向けた取り組みによりさらなる実用化が期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者は、感覚知覚情報処理を専門として、色覚異常者の色感覚メカニズムの解明、カラーフィルタを通した色覚異常者の色弁別の実験的検討、高齢者の視覚的注意特性の解明など、人間系システム開発に活かすための基礎的研究を行ってきた。本研究は、色覚異常者の色覚特性、色識別を補助するデジタルカラーフィルタの設計と評価、色覚異常者の見えをシミュレートする計算モデルに関するこれまでの研究を基盤としつつ、色覚異常者に対する視覚支援技術を目的とした取り組みである。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- [1] 藤原 凌・佐藤 敬子 “色塗り実験に基づく色覚異常者の見えシミュレーション”
2024年電気学会C部門大会講演論文集, pp. 1172-1173, 2024 (優秀ポスター発表賞)
- [2] K. Sato, T. Suwaki. “Color Enhancement for Red-Green Color Deficiency Using Multispectral Image”, Journal of the Optical Society of America A (accepted)

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

発表論文は現在校正中のため、成果物の該当なし

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 香川大学創造工学部(カガワダイガク)

住 所: 〒761-0396

香川県高松市林町2217-20

担 当 者: 准教授 佐藤 敬子(サトウ ケイコ)

担 当 部 署: 機械システム工学領域(キカイシステムコウガクリョウイキ)

E - m a i l: sato.keiko@kagawa-u.ac.jp

U R L: <https://www.eng.kagawa-u.ac.jp/~satokei/index.html>