

色空間の局所等長写像の新しい推定法と異なる 観察者間の色感覚の比較変換に関する研究

A New Estimation Method for Local Isometric Mapping of Color Spaces
and Comparison and Transformation of Color Perceptions
between Different Observers
小林知世・法制・倫理分科会・中央大学大学院

Abstract - Colors perceived by humans vary depending on the environment and the individual, and it is difficult to recognize the differences among them. It is said that congenital color blindness alone is present in one out of every 20 males and one out of every 500 females in Japan, so it is necessary to pay attention to color discrimination. The method using isometric mapping, which has been known until now, is a method for finding solutions to nonlinear equations, and thus requires restrictions on the form of the isometric transformation in order to uniquely determine the solution. In this study, a new method for estimating local isometric maps using only the color discrimination threshold is used to visualize the differences in color vision between different observers by applying the isometric transformation to their images, and to compare and transform each other's images. Furthermore, we applied this method to colorblindness correction and colorblindness simulation, and confirmed the effectiveness of the method.

1.はじめに:局所等長写像の新しい推定法を用いて色感覚の共有を目的とする

人間が知覚する色とは、周囲の環境や個人により多様であり、その違いを認識することは難しい。従来方式では、非線形方程式の求解であるため、一意に解を定めるためには、等長変換の形に制限が必要であった。本研究では、色弁別閾値のみを利用した新しい推定法を用いて、異なる観察者間の色感覚を互いに共有することを目指す。

2.色弁別閾値

色弁別閾値とは、人間の色知覚特性を客観的に観測可能にするものであり、色弁別閾値楕円とは、様々な色(色度点)に対して、肉眼では区別がつかない色差の範囲を楕円によって示している。このような色弁別閾値楕円を定める行列Gは、リーマン計量といい、これは個人の色主観特性を表している。

3.等長変換

リーマン空間である色空間の間で、距離の対応を保つ変換のことを等長変換と呼び、その中でも色空間上の小色差を保つ変換を局所等長変換と呼ぶ。

従来の局所等長写像の導出では、色弁別閾値楕円面を必要とし、非線形方程式の求解を必要とした。

本研究では、色弁別閾値から直接局所等長写像を求めることで、線形方程式の求解により、一般的な形で一意に定めることが可能となる。

A:Aliceの色弁別閾値データ B:Bobの色弁別閾値データ

M:局所等長写像

$$BA^T = MAA^T$$
$$M = BA^T(AA^T)^{-1}$$

4.提案手法

測定した色弁別閾値から、直接局所等長写像を求め、等長変換を画像に対して行う。画素の変換については、最近基準色とその近傍の色を考慮した変換を行う。

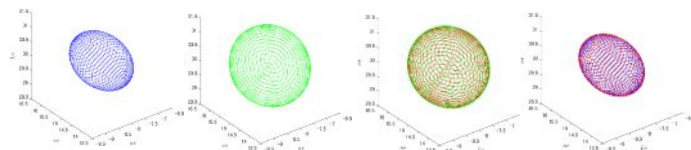
- ① 被験者の色弁別閾値を測定
- ② 色弁別閾値から局所等長写像を求める
- ③ 入力画素のLuv値が基準色の範囲外または、入力画素と最近基準色が凸結合で求めた値よりも近い場合には最近基準色を、それ以外の場合には凸結合を用いて、変換画像を生成する。

5.実験:絵画に対して提案手法を適用

被験者:一般色覚者AとD型弱度の色弱者B

絵画:「Flood at Port-Marly」

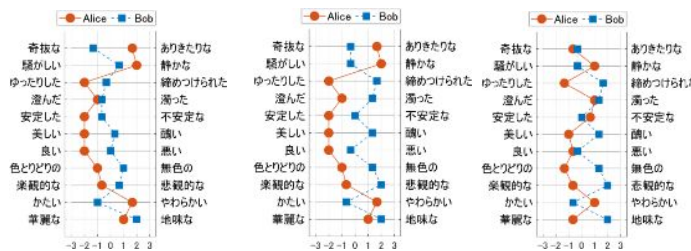
Aの色弁別閾値楕円体を青、Bを緑、変換後を赤として示す。



色弱補正

元画像

色弱シミュレーション



MSE = 3.5253

約40.54%削減

MSE = 5.9293

MSE = 3.7374

約36.97%削減

6.まとめと今後の展望

本手法では、色弁別閾値楕円面を必要とせず、線形方程式の求解により局所等長写像を一般的な形で一意に定めることが可能である。

今後の展望として、印象共有方式との役割を分け、本方式と融合した方式を検討することでより最適な感覚の共有が考えられる。