

色恒常性に基づく測色機器を用いないカラーマネジメント

Colorimetry-free color management system based on the color constancy

石橋 諒一 Ryoichi Ishibashi
 篠田 博之 Hiroyuki Shinoda
 山口 秀樹 Hideki Yamaguchi
 杉野 ラッタナカサムク Kitirochna Rattanakasamsuk

立命館大学 Ritsumeikan University
 立命館大学 Ritsumeikan University
 立命館大学 Ritsumeikan University
 立命館大学 Ritsumeikan University

キーワード：色恒常性, 線形化 RGB
 Keywords: Color constancy, Linear RGB

1. はじめに

異なる画像デバイス間において、統一的な色管理を図ることをカラーマネジメントという。現行のカラーマネジメントは「物理的に等しい色」を作ることに主眼を置き、デバイスに依存しない色の取り扱いを目指す、いわゆるデバイス非依存のカラーマネジメントが主流である。例えば色表示デバイスであれば、異なるディスプレイ上に同じ色を再現することに相当する。しかしながら、ディスプレイが等しい測色値の光を呈示したとしても、観察環境によって観察者の順応状態が異なり、同じ見えが実現できるとは限らない。さらに測色値は標準観測者の等色関数で定義される値であるため、全く同じ色見えを保証するものではない。

そこで本研究では、照明光・観察者・ディスプレイのいずれにも依存せず「等しい色見え」を実現するカラーマネジメントを目標とする。着目した点は、異なる色の照明下においても同一反射物体に対しては同じ色を知覚する「色恒常性」という性質である。また、測色機器を一切用いずに変換行列を求める点も本研究で提案するカラーマネジメントの特徴であるといえる。

2. 原理

照明光・観察者・ディスプレイが異なる条件 A・条件 N があるものと想定し、両観察者が同一の反射物体であるカラーパッチを用いて、それぞれのディスプレイでカラーマッチングを行っているものと仮定する。すると、両条件下のそれぞれの観察者がカラーパッチの色 R', G', B' を観察した時の色見えの状態は、 L, M, S 錐体と区別して、 m_A, m_N の 3×3 行列によって順応状態も考慮した L', M', S' と表わすことにする。(表 1)

表 1: 両条件下の観察者のカラーパッチの見え

条件 A	条件 N
$\begin{pmatrix} L'_A \\ M'_A \\ S'_A \end{pmatrix} = m_A \begin{pmatrix} R'_A \\ G'_A \\ B'_A \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} L'_N \\ M'_N \\ S'_N \end{pmatrix} = m_N \begin{pmatrix} R'_N \\ G'_N \\ B'_N \end{pmatrix}$
観察者 A の見え	観察者 N の見え

今、この両条件で完全色恒常性が成り立っていると仮定すれば、同一反射物体表面に対する色見えは等しくなることから、両式は等式であるとみなすことができる。よって式(1)を得ることができ、この式における $m_A^{-1}m_N$ に相当する変換行列 (3×3 行列) を導出することが本研究の目標である。

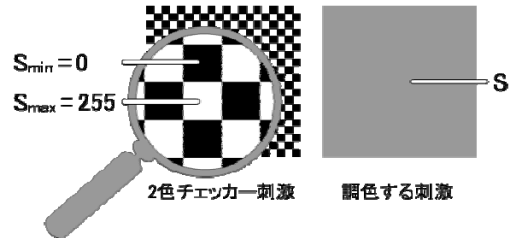
$$\begin{pmatrix} R'_A \\ G'_A \\ B'_A \end{pmatrix} = m_A^{-1}m_N \begin{pmatrix} R'_N \\ G'_N \\ B'_N \end{pmatrix} \dots (1)$$

R', G', B' は観察者の比視感度で定義されるディスプレイ γ 値で補正された線形化 RGB 値 (8bit) であり、式(2)で表わすことができる。

$$S' = (S/S_{\max})^{Y_S} \quad (S = R \text{ or } G \text{ or } B) \dots (2)$$

この時の S チャンネルについての Y_S 値の導出は、ディスプレイ上で図 1 に示す 2 色チェッカー刺激を併置加法混色した状態で観察した色を目標に、カラーマッチングした調色結果から行う。

図 1: 2 色チェッカー刺激と調色する刺激



2 色チェッカー刺激は併置加法混色の効果により、視覚系内で混色されることから、その相対輝度は式(3)となり、 S_{\max} の相対面積である α で表わすことができる。本研究では α を 6 種類用意した。 $(1, 0.75, 0.5, 0.25, 0.125, 0)$ (※図 1 では $\alpha = 0.5$)
 $\alpha(S_{\max}/S_{\max})^{Y_S} + (1 - \alpha)(S_{\min}/S_{\max})^{Y_S} = \alpha \dots (3)$

