

カラライゼーションにおける LuPC モデルの有効性に関する検討

小松 友美[†] Prima Oky Dicky A.[†] 小泉 真也[†] 伊藤 久祥[†] 伊藤 憲三[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

近年、映画業界などでは、古い白黒の映像や画像のカラー化（カラライゼーション）が行われている。カラライゼーションの作業には、熟練者が必要であり、その負担も大きい。これまで Welsh ら(2002)¹⁾や Levin ら(2005)²⁾によって着色を効率化する手法が図られてきたが、これらの手法ではユーザが色情報を指定しなければならず、もとの色情報が分からなければ、カラライゼーションが行えない。小泉(2006)³⁾は、輝度と色相の関係に基づき LuPC (Luminance-Pure Color) モデルを提案し、任意の輝度に対応する純色の候補を最大 4 つまで絞り込むことに成功した。しかしながら、候補が少数であっても、候補の中から 1 つ選択することが困難と考えられており、LuPC モデルの有効性を検討する必要がある。本研究では、LuPC モデルを実装し、カラライゼーションの実験を通して当該モデルの有効性を検討する。

2. LuPC モデル

LuPC モデルとは、純色における、輝度 Y と色相 H との関係を表したモデルである。 Y は以下の線形結合式を用いて、 R, G, B から求めることができる。

$$Y = m_r R + m_g G + m_b B \quad (1)$$

ここで m_r, m_g, m_b はモノクロ変換の係数である。 H は、色相環上で赤 (0 度) を基点として 0~360 度の範囲をとり、式(2)のように R, G, B から求めることができる(Smith, 1978)⁴⁾。

$$H = \begin{cases} \frac{60(G-B)}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)} & [\max(R, G, B) = R \text{ の場合}] \\ \frac{60(B-R)}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)} + 120 & [\max(R, G, B) = G \text{ の場合}] \\ \frac{60(R-G)}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)} + 240 & [\max(R, G, B) = B \text{ の場合}] \end{cases} \quad (2)$$

純色とは、 $\max(R, G, B)=255, \min(R, G, B)=0$ を示す色をいう。純色における H と Y の値を式(3)のように導くことができる。図 1 は、NTSC によるモノクロ変換の係数を用いた LuPC モデルにおいて、任意の Y に対する H の候補が最大 4 つであることを示す。また $H=0$ から 60 度ごとに Y に対応する H の候補が一つのみ存在しており、 $0 \leq Y \leq 29$ および $226 \leq Y \leq 255$ の範囲には対応する H が無い。

A Study of Validity of LuPC model in Colorization
Tomomi KOMATSU[†], Prima Oky Dicky A.[†], Shinya KOIZUMI[†], Hisayoshi ITO[†] and Kenzo ITO[†]

[†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

$$Y(H) = \begin{cases} \frac{m_g}{60} \cdot H + m_r & (0 \leq H \leq 60) \\ -\frac{m_r}{60} \cdot H + (2m_r + m_g) & (60 \leq H \leq 120) \\ \frac{m_b}{60} \cdot H + (m_g - 2m_b) & (120 \leq H \leq 180) \\ -\frac{m_g}{60} \cdot H + (4m_g + m_b) & (180 \leq H \leq 240) \\ \frac{m_r}{60} \cdot H + (-4m_r + m_b) & (240 \leq H \leq 300) \\ -\frac{m_b}{60} \cdot H + (m_r + 6m_b) & (300 \leq H \leq 360) \end{cases} \quad (3)$$

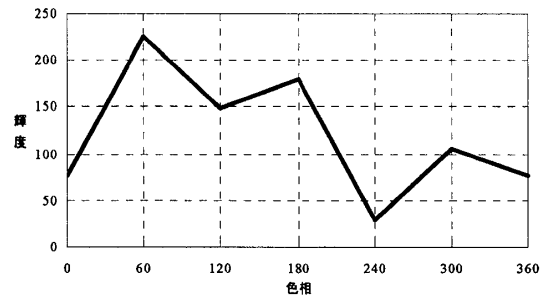


図 1. LuPC モデルの一例

3. 実装

図 2 は、本研究で実装したアプリケーションを示す。本アプリケーションでは、モノクロ画像の各画素に対応する純色の候補を提示し、その中の一つを選択することで着色が行える。なお、当該画素の近傍にも同じ輝度をもつ画素があれば、その近傍画素も着色対象となる。図 2 では、 $Y=156$ に対応する H の候補を示している。

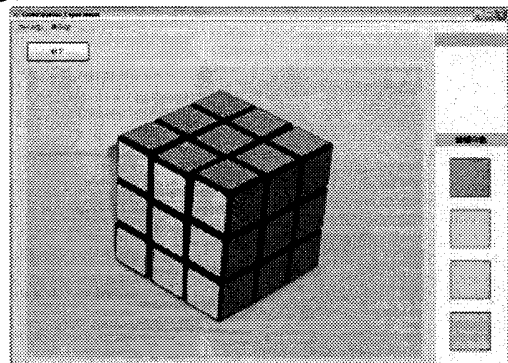


図 2. 実装したアプリケーション

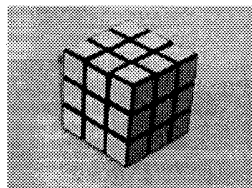
4. 実験方法

本実験において、被験者にとって着色し易いキュー

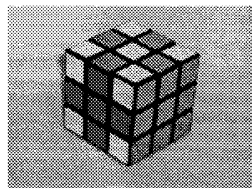
ブパズルの画像をカラライゼーションの対象として用いた。なお、本来キューブパズルの色が純色ではないため、被験者が混乱しないように、カラライゼーションの実験では予めその趣旨を伝えた。表 1 は、本実験の仕様を示す。実験の手順を 2 つに分けたのは、カラライゼーションにおいて対象物の色の概念を情報として与えることによる本実験結果の影響を検証するためである。図 3 は、本実験で使用したキューブパズルの画像の一例を示す。

表 1. 実験仕様

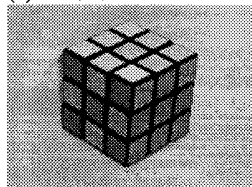
項目	内容
着色タイル数	27 個
着色のやり直し	可
記録	着色結果 着色所要時間 (秒)
実験の手順	[実験 1] 純色の候補のみを提示 [実験 2] 各面のキューブパズルの純色を表示しながら、候補の純色を提示
画像サイズ	800×600 画素
画像数	5 枚
パターン	3 つ (正位置, 規則, 不規則)



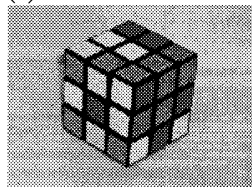
(a) 正位置



(b) パターン 1



(c) パターン 2



(d) ランダム

図 3. 実験用画像の一例

実験結果は、正解の色と被験者の回答の色をエラーマトリクスとしてまとめ、2 つの実験における正解率の比較および、回答の有意性としての一致率を表す κ 統計量(Kappa Statistics)を通じて評価する。

5. 結果と考察

表 2 および表 3 は、それぞれ本学部の学生 20 歳～22 歳の男女 13 人から得られた実験 1 および実験 2 のエラーマトリクスを示す(表中の太字は着色を正しく行えた割合)。全体の正解率について、実験 1 が 47% に対し、実験 2 は 74% に達している。これは、LuPC モデルが提示した純色の候補とカラライゼーション対象物の概念的色を組み合わせることによって LuPC モデルが有効であることを示している。なお、実験 2 の κ 統計量が 0.68 に達しているため、実験 2 の結果が偶発的ではなく、被験者が確実にカラライゼーションを行った

ことを裏付けている。

表 2. 実験 1 のエラーマトリクス(%)

		元の色				
		A	B	C	D	E
選択した色	A	67.1	0	0	0	0
	B	0	19.1	0	32.5	59.6
	C	0	0	61.8	0	0
	D	0	50.1	38.2	50.1	0
	E	32.9	30.8	0	17.4	40.4

正解率: 47%, κ : 0.38

表 3. 実験 2 のエラーマトリクス(%)

		元の色				
		A	B	C	D	E
選択した色	A	98.2	0	0	0	0
	B	0	46.5	0	39.3	29.1
	C	0	0	98.6	1.4	0
	D	0	50.1	1.4	60.7	0
	E	1.8	3.4	0	0	70.9

正解率: 74%, κ : 0.68

6. おわりに

本研究では、実験を通じて LuPC モデルによって少ない候補の色を提示しても、対象物のもと色が分からなければ、候補の中の正解の色を判定できないことが分かった。しかしながら、実験 2 のように、対象物の考えられる色を提示すれば、LuPC モデルが示した候補の中から高精度で正解の色を判定できるようになった。以上のことから、LuPC モデルのみでは有効性が低い、色の概念を情報として加えることでそのモデルが有効であることが分かった。

本実験では、少ない色の種類をもつキューブパズルを用いたが、今後より多く色および複雑な形状をもつものを対象にして、LuPC モデルを改善するための要素を見出したい。

参考文献

- 1) T. Welsh, M. Ashikhmin, K. Mueller, Transferring Color to Grayscale Images. Proceedings of ACM SIGGRAPH 2002, pp.227-280, 2002.
- 2) A. Levin, D. Lischinski, Y. Weiss, Colorization using Optimization. Proceedings of ACM SIGGRAPH 2004, pp.689-694, 2004.
- 3) 小泉真也, 輝度と色相の関係に着目した濃淡画像からの色彩推測法に関する研究, 平成 17 年度岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科博士論文, 2005.
- 4) Smith, A.R., Color Gamut Transform Pairs. Computer Graphics 12(3), pp.12-19, 1978.