

# 色温度に着目した背景置換の違和感軽減法

村上 龍希 景山 陽一 西田 眞

秋田大学

## 1. はじめに

ビデオチャットにおいて、人物の情報（オフィスなどの部屋の内部）に含まれる個人情報秘匿する場合、前景となる人物領域のみをリアルタイムに抽出し、目的に応じて背景情報を任意の画像や映像に置き換える方法（背景置換）が有効である。また、背景置換において、背景情報を風景画像に置き換えた場合、「風景画像の示す場所にいるような臨場感」を演出可能である。しかしながら、前景と新しい背景の間に色味の差が生じることによって、背景置換映像に違和感を感じる場合がある。この色味の差異は、画像取得時における光源色の色温度の差に起因して生じる。

そこで本研究では、ビデオチャットにおけるプライバシー配慮およびエンターテインメント性向上を目的とし、色温度特徴に着目した背景置換の違和感軽減法を提案する。

## 2. 撮影環境および使用画像データ

本研究では、タブレット端末 (Sony: SGPT112JP/S) の前面カメラを用いて被験者を撮影した。撮影環境の概要を図1に示す。また、背景置換に用いる新しい背景として、風景画像<sup>[1]</sup>を9枚用意した。具体的には、光源色を定量的に表す指標である「色温度<sup>[2]</sup>」に着目し、赤被り風景、青被り風景、ならびに昼白色風景（赤被りや青被りのない風景）の3系統に分類される画像を選定し、これを使用画像データとして用いた（図2参照）。

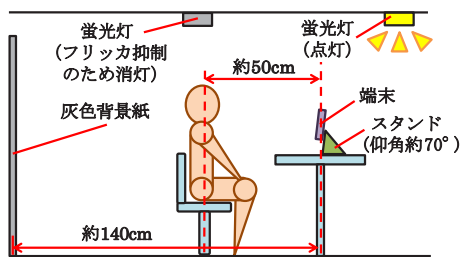


図1 撮影環境



図2 使用画像データ

## 3. 提案手法

本研究では、背景置換の違和感軽減を目的とし、カメラ画像の人物領域に対して色温度に着目した色味変換（色温度変換）を行った。提案手法の概要を図3に示す。

はじめに、前処理として、背景画像（人物のいない状態で取得したカメラ画像）と置換画像（新しい背景）を用いて色温度変換行列を取得した。次に、カメラ画像に対して動的背景差分<sup>[3]</sup>を施し、人物領域マスクを取得した。さらに、カメラ画像および人物領域マスクを用いて取得した人物領域に対し、色温度変換を施した。最後に、置換画像と人物領域マスクを用いて背景領域を取得した後、色温度変換結果と背景領域の論理和を背景置換画像として取得した。

(1) 色温度変換: von Kries の色順応変換式は、 $3 \times 3$  行列を用いて、照明光を変化させたような色味変換を可能とする<sup>[4]</sup>。そこで本研究では、von Kries モデルに基づき、人物領域の光源色が置換画像の光源色と同一になるような色温度変換を行い、背景置換の違和感軽減を行う。具体的には、入力画素値 $(R_S, G_S, B_S)$ と色温度変換行列 $N$  ( $3 \times 3$  行列)の行列積から出力画素値 $(R_D, G_D, B_D)$ を取得する (式(1), (2)参照)。

$$\begin{pmatrix} R_D \\ G_D \\ B_D \end{pmatrix} = N \begin{pmatrix} R_S \\ G_S \\ B_S \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

$$N = Q^{-1} P^{-1} \begin{pmatrix} L_D & 0 & 0 \\ L_S & M_D & 0 \\ 0 & M_S & S_D \\ 0 & 0 & S_S \end{pmatrix} P Q \quad \dots (2)$$

変換行列 $N$ は、(I)三刺激値 $(X, Y, Z)$ から錐体出力 $(L, M, S)$ への変換行列 $P$ 、(II)カメラ画像のRGB値 $(R, G, B)$ から三刺激値 $(X, Y, Z)$ への変換行列 $Q$ 、(III)カメラ画像の光源色に対応した錐体出力 $(L_S, M_S, S_S)$ および置換画像の光源色に対応した錐体出力 $(L_D, M_D, S_D)$ を用い

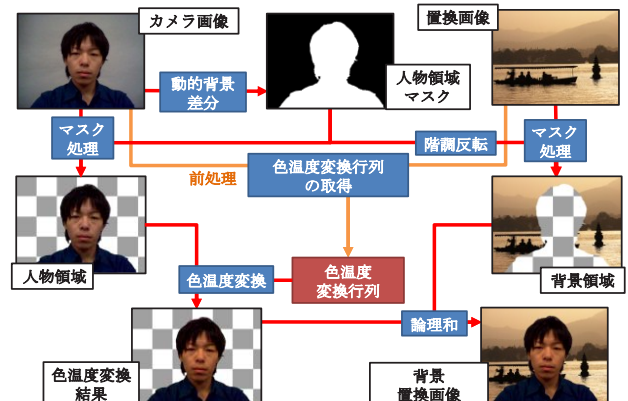


図3 提案手法の概要

Uncomfortable Feeling Reduction of Video Background Replacement on the Basis of Features of Color Temperature.  
Tatsuki Murakami, Yoichi Kageyama, Makoto Nishida  
Akita University

て導出可能である<sup>[24]</sup>。なお、Bradford 変換行列<sup>[4]</sup>および D65 光源に正規化された Hunt-Pointer-Estevés (HPE) 変換行列<sup>[4]</sup>をそれぞれ  $P_B$ ,  $P_H$  とし、変換行列  $P$  として用いた。また、変換行列  $Q$  は sRGB 空間から XYZ 三刺激値への変換行列<sup>[4]</sup>を用いた。

(2) 色温度変換行列の取得：前処理において、背景画像と置換画像から光源色の錐体出力を推定し、式(2)を用いて色温度変換行列を生成した。具体的には、情景中の物体色の平均が灰色に近いという仮説（灰色仮説）<sup>[4]</sup>に基づき、背景画像と置換画像の平均色をそれぞれの光源色（RGB 値）として取得した。次に、RGB 値を、XYZ 三刺激値→xy 色度座標→uv 色度座標の順に変換した。さらに、相関色温度の測定方法<sup>[5]</sup>により光源色の uv 色度座標を推定した。最後に、推定光源色の uv 色度座標を xy 色度座標→XYZ 三刺激値（Y=1 となるように正規化）→錐体出力の順に変換した。最後に、得られた錐体出力を式(2)に代入し、色温度変換行列を取得した。

#### 4. 実験

提案手法が背景置換映像に与える効果を検証するため、被験者 14 名 (id01~id14) を対象として一対比較法<sup>[6]</sup>を用いた評価実験を行った。具体的には、(1)変換行列  $P$  として Bradford 変換行列  $P_B$  を用いた提案手法、(2)変換行列  $P$  として HPE 変換行列  $P_H$  を用いた提案手法、ならびに(3)色温度変換を行わない背景置換法による比較を行った。このとき、上記(1)~(3)の手法を用いて得られた背景置換映像をそれぞれ刺激 A、刺激 B、刺激 C とした。被験者は、「風景画像の示す場所にいるような『臨場感』のある映像の送信」する場面を想定し、刺激 A と B、B と C、C と A のそれぞれの刺激組に対して「人物領域の色味が風景画像の光源色に合うような背景置換が行われているか」を基準に相対評価を行った。なお、刺激組に対して優劣がつけ難い場合は、「同程度である」との回答を許容した。

#### 5. 実験結果および考察

背景置換画像例を図 4 に示す。また、評価結果を Thurstone の比較判断の法則<sup>[6]</sup>を用いて間隔尺度へ変換した。青被り風景、赤被り風景、昼白色風景、ならびに全ての風景を対象とした尺度図を図 5 に示す。なお、尺度



図 4 背景置換画像例 (被験者: id02, 刺激 A~C)

値が正の方向に大きいほど、背景置換における違和感軽減が行われていることを意味する。

青被り風景、赤被り風景、ならびに全ての風景において、手法 1 (Bradford 変換行列を用いた提案手法) および 2 (HPE 変換行列を用いた提案手法) の尺度値は手法 3 (色温度変換を行わない手法) の尺度値よりも大きい値を示している。特に、全ての風景を対象とした場合において、手法 1 の尺度値が最大となった。このことは、色被りした風景を置換画像とした場合、提案手法は背景置換映像の違和感軽減が可能であること、手法 1 が最も有効であることを示唆している。

一方、昼白色風景における尺度値に着目すると、手法 3 が手法 1, 2 よりも大きな値を示している。しかしながら、尺度値の範囲 (最大値と最小値の差) を比較すると、昼白色風景における尺度値範囲は、表 1 着色部分に示すように、他の画像群における尺度値範囲より約 6 倍以上小さいことがわかる。間隔尺度は、順序尺度のような大きさの順位づけが可能であることに加え、尺度値の差はどこでも等しいと仮定される<sup>[7]</sup>。このため、昼白色風景を置換画像とした場合、色温度変換を行わない背景置換法が有効であると言えるものの、その効果は小さいと考える。

以上の結果は、置換画像に色被りした風景画像を用いた場合、提案手法による背景置換の違和感軽減が可能であることを示唆している。

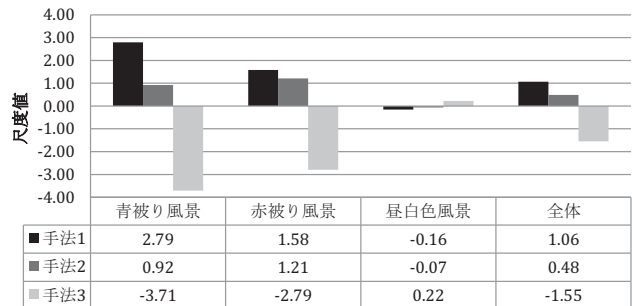


図 5 間隔尺度を用いた手法の評価結果

表 1 尺度値の範囲

尺度値	青被り風景	赤被り風景	昼白色風景	全体
最大	2.79	1.58	0.22	1.06
最小	-3.71	-2.79	-0.16	-1.55
最大-最小	6.51	4.38	0.38	2.61

#### 参考文献

- [1] Tomo.Yun : 「ゆんフリー写真素材集」, <http://www.yunphoto.net/>
- [2] 大田登: 「色彩工学 第2版」, 東京電機大学出版局 (2005)
- [3] 森田・山澤・寺沢・横矢: 「全方位画像センサを用いたネットワーク対応型遠隔監視システム」, 信学論(D-II), Vol. J88-D-II, No.5, pp.864-875 (2005)
- [4] 日本色彩学会: 「新編 色彩科学ハンドブック【第3版】」, 東京大学出版 (2011)
- [5] JIS Z 8725: 「光源の分布温度および色温度・相関色温度の測定方法」 (1987)
- [6] 田中良久: 「心理学的測定法」, 東京大工出版 (1977)
- [7] 飯田健夫: 「感覚生理工学」, コロナ社 (2009)