

色彩学にもとづく色補正を適用した画像合成の検討

後藤杏菜（指導教員：伊藤貴之）

1 はじめに

自然な画像合成のための色補正技術は数多く、その種類も多岐にわたる。一方で、画像の合成前と合成後とで前景物体の色が変化して見える色彩学的な問題点が知られているが、色彩学の観点からこの解決を試みる研究はまだ少ない。

本研究では画像合成において色彩学を考慮して色補正を施すための一手法を提案する。本研究では特に、元画像から前景物体を切り取って別の背景画像に合成する際の明度、彩度、色相の差異によって発生する色の錯視を考慮する。この色補正技術により、元画像の前景物体を別の背景画像に合成した際に色の変化して見える現象が弱まり、より自然に感じられる画像合成処理が可能になると考えられる。

2 色の視覚効果

色は一色だけで目に入ることはほとんどなく、同時に目に入る周りの色の影響を受けて変化して見えることが多い。このような視覚効果には補色残存現象、色対比、同化現象の3つが挙げられるが、本研究では特に色対比について注目する。

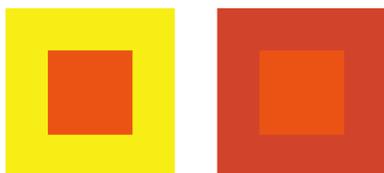


図 1: 色対比の例.

色対比とは、前に見た色や隣合う色の影響を受け、色の差が大きくなるように強調して見える現象である。これを細かく見ると明度対比、色相對比、彩度対比、補色対比、縁辺対比に分けられる。このうち明度対比、色相對比、彩度対比はそれぞれ明度、色相、彩度の差が強調されるように見える現象である。図 1 は色相對比の例である。左右の中心色は同じだが、左図はより赤みを帯びたオレンジ色に、右図はより黄色みを帯びたオレンジ色に見えるように感じられる。補色対比は、補色関係にある色同士を並べて配色すると鮮やかさが増して見える現象である。彩度が増して見えることから、補色の彩度対比とも言われる。縁辺対比は、並んだ2色の境界線上でそれぞれの色をより強調して見える現象である。

3 関連研究

Song ら [1] の研究では、色対比によって発生する色の見かけの変化をなくす数理モデルを提唱している。そのままでは撮影画像への適用が難しいことや、脳内処理の数理モデルを示しただけで計算機への実装手段を示していないことが課題としてあげられる。

また、新井ら [2][3] は錯視に特化した視覚の数理モデルを提案している。この研究では錯視画像の解析と錯視加味画像の生成に主眼を置いており、マルチメディ

ア等への応用に関しては実践されていない。

4 提案手法

本章では、本研究の提案手法を処理手順を追って説明する。なお本章では、前景のある画像を元画像、前景を合成する予定の画像を合成先画像と称する。

4.1 前景領域の切り出し

まず元画像から前景となる領域を切り出す。我々の現段階の実装では、前景領域の切り出しに remove.bg を適用している。remove.bg は AI を使用した画像の切り出しに特化した Web サービスである。

4.2 比較画像の生成

対比現象による色の錯視量を推定するにあたり、前景に最も錯視の影響を与えていると思われる色を、元画像および合成先画像の任意の1点から取得する。この取得した色をそれぞれ背景とし、中心に先ほど切り出した前景を合成する。この生成画像を比較画像と称する。

4.3 錯視加味画像の生成

錯視加味画像の生成には新井ら [2] の処理を用いる。この工程を分解、係数処理、再構成の3つに分けて説明する。

4.3.1 分解

先ほど生成した2枚の比較画像を色データごとに分解し、比較画像の色成分ごとの画像に双直交ウェーブレットによる多重解像度分解を適用する。これにより、近似フィルタと、水平、垂直、対角の三方向の分解詳細係数フィルタを得る。ここで色空間には CIELa*b* を採用する。

4.3.2 係数処理

はじめに先の工程で得た分解詳細係数の符号を記録し、各分解詳細係数の絶対値をとる。次にその値を0から1の範囲に正規化し、この値に SN 関数

$$f(x, a) = \frac{x^a}{x^a + (1-x)^a} \quad (1)$$

を適用することで、値の大小に応じた係数処理を施す。ここで x は、正規化した分解詳細係数である。また a は、 x にもとづく指標値として新井 [3] の手法によって定義される以下の関数

$$a(x) = \begin{cases} 0.8 * \|x\|^1 / 8 + 0.4 & (\text{水平, 垂直}) \\ 0.4 * \|x\|^1 / 4 + 0.8 & (\text{対角}) \end{cases}$$

である。この SN 関数を図 2 に示す。これにより、入力値が大きければ大きいほど小さな入力値をより小さく抑制し、逆に入力値が小さければ小さいほど小さな入力値を増強する、という視覚特性を再現する。

最後に、係数処理を適用した分解詳細係数に逆正規化を施すことで、係数の符号をもとに戻す。

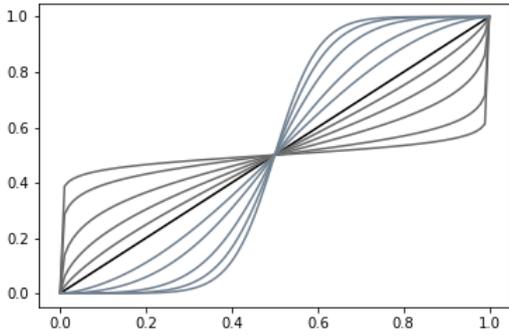


図 2: SN 関数.

4.3.3 再構成

符号を戻した分解詳細係数フィルタと近似フィルタをもとに、逆双直交ウェーブレットを用いて色データ画像を再構成する。また色データを合成し、元の色彩の画像を再構成する。この際に再構成される画像を錯視加味画像とする。

4.4 錯視量の算出と合成

元画像の錯視加味画像と合成先画像の錯視加味画像から前景を切り出し、その画素値に対してクラスタリングを適用する。これにより、前景内の色の種類とその面積比を求める。切り出した2つの前景と元の前景を図3に示す。図3の錯視加味の前景画像を見ると、もとの前景に含まれていない色領域が一部発生していることがわかる。このことから、画像内において色領域の比率の小さい色が錯視に影響している色と考え、割合の低い色から順に n_c 個の色を選び、重み付き平均を求める。この工程を色選択と呼ぶ。この求めた色を元画像と合成先画像内の色錯視を加味した前景とし、2つの画像の色の差分を求める。この値を元画像と合成先画像における前景の色の錯視量とする。この錯視量を元に前景に色補正を施し、合成先画像に合成する。



図 3: 錯視加味の前景と元の前景。(左)元画像の錯視加味前景画像、(中央)元の前景画像、(右)合成先画像の錯視加味前景画像。

ここで、元画像と合成先画像における前景の色に変化が見られない、あるいは主観的に満足できない結果になった場合は、クラスタ数などの設定を変えて再度クラスタリングを実行するか、あるいは色の個数 n_c を調節するなどして、合成結果の改善を試みる。

5 実行結果

以上の手法を Python を使用し実装した結果を図3に示す。画像は単純画像のみに焦点を当て、クラスタ数を10、色数 n_c は3とする。

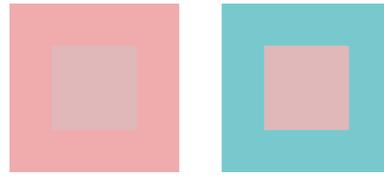


図 4: 実行前 (左)R:218 G:186 B:187 (右)R:218 G:186 B:187

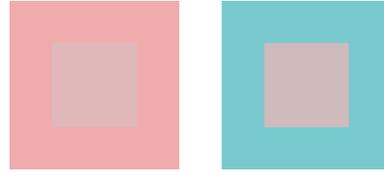


図 5: 実行後 (左)R:218 G:186 B:187 (右)R:208 G:187 B:188

実行前の図4の時点では、右図、左図の中心色が等しいにもかかわらず、見かけの色に違いが発生している。それに対して、図5は右図、左図の中心色が異なるにもかかわらず、見かけの色は図4と比べて近くなっている。

また、クラスタ数や色数 n_c の調節によって色の変動に違いを出すことが可能であることを確認できた。

6 まとめと今後の課題

本研究では、背景色の違いによって発生した前景の色錯視を考慮した画像合成処理手法を提案した。これにより、発生した色錯視を錯視量として数値化することで色補正量を算出することを可能にした。

今後の課題として、新井ら[2]の提案する「かざぐるまフレームレット」を導入し、方位選択性の幅を広げることで、より精密な錯視量の算出を可能にしたい。

また、自然画像に適用するために、背景の代表色取得手法を再検討する必要がある。加えて、現段階では前景全体に同一の色補正を施しているのに対して、前景を色領域ごとに色補正することで、元画像との印象の乖離を減らせると考えられる。

参考文献

- [1] A. Song, O. Faugeras, R. Veltz, "A neural field model for color perception unifying assimilation and contrast", PLoS computational biology, 2019.
- [2] 日本特許, 新井仁之, 新井しのぶ, "錯視の分析装置, 原画像のとおり近くさせるように錯視を加味した錯視加味画像生成装置, 錯視の分析方法, 原画像のとおり近くさせるように錯視を加味した錯視加味画像生成方法, 及び, プログラム", 特許第5622971号, 2014-11-12.
- [3] 新井仁之, "ウェーブレット・フレームとその錯視研究への応用", 可視化情報学会誌, Vol.29, No.115, pp.10-17, 2009.