

# 解像度変換と色空間

澤見研究室

1141064 中西 悠佑 1141085 本田 皓亮 1141100 山田 哲也

## 1 はじめに

RGB 色空間で構成された画像を他の色空間に変換し処理をすると、得られる画像に違いが出るということが知られている[1]. 我々は解像度変換ではどれくらい違いがあるのかを検証する.

解像度変換において補間法を用いて画像を拡大した際、元の画像にはなかった色が現れることがわかっており、この現象を色空間と補間法の組み合わせを変えて行った場合どのような差が現れるか、またどの色空間であれば色の変化が少ないのかを比較していく.

## 2 処理の流れ

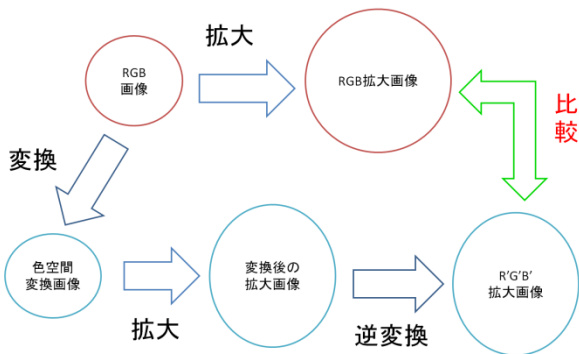


図 1 処理の流れ

本研究ではまず、原画像の RGB 色空間を XYZ 色空間, YUV 色空間に変換する. その後、補間法による拡大処理を行う. 拡大後の画像の色空間に逆変換を行い原画像と同じ RGB 色空間に戻す. RGB 色空間を使った拡大後の画像と別の色空間を使った拡大後の画像の違いを比較する(図 1). 補間法にはニアレストネイバー法, ラグランジェ法, sinc Lanzos 法の三つを用いて解像度変換をする.

## 3 色空間

色空間とは、色情報を 3 値の組み合わせで表現する方法、または表現可能な色域のことである. 色を数値的に表現するための体系を表色系と呼び、理論上三つの値があればすべての色を表現できるため、通常は 3 次元空間で表す. 色空間はこの表色系を使って表現されている.

我々が扱った色空間は以下の三つである.

- RGB 色空間
- XYZ 色空間
- YUV 色空間

## 4 RGB 色空間

この空間では実在している三原色の混合比によって、全ての色を表している. 加法混色で表した色光は RGB 色空間内の座標で定義され、この RGB は三刺激値、もしくは三原色と呼ばれる. R に波長 700nm, G は 546.1nm, B に 435.8nm との光を用いた表色系のことを RGB 表色系という.

RGB 表色系は、全ての色を表現する際に、R(赤)の値に負の値が出てしまい、一部の色を表現することができないことが知られている.

表色系とは、CIE(国際照明委員会)が定めたものであり、色光の混合比によって、全ての色を表すものである.

## 5 XYZ 色空間

XYZ 色空間とは、RGB 表色系では表現できなかった色を表すために、XYZ 表色系と呼ばれる色空間を使い色の表示をしている. RGB 表色系に現れる負の値がなくなっている. これは RGB 値を数学的な手法で変換したもので、得られた正值 XYZ を

用いて表す。XはR, YはG, ZはBに対応しており, Yは明度と対応している。

色空間をRGBからXYZに変更する際の変換式は以下ようになる。

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \dots (1)$$

具体的に表すと以下ようになる。

$$X = 0.412391 * R + 0.357584 * G + 0.180481 * B$$

$$Y = 0.212639 * R + 0.715169 * G + 0.072192 * B$$

$$Z = 0.019331 * R + 0.119195 * G + 0.950532 * B$$

色空間をXYZからRGBに変更する際の逆変換は以下ようになる。

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \dots (2)$$

具体的に表すと以下ようになる。

$$R = 3.240970 * X - 1.537383 * Y - 0.498611 * Z$$

$$G = -0.969244 * X + 1.875968 * Y - 0.041555 * Z$$

$$B = 0.055630 * X + 0.203977 * Y + 1.056972 * Z$$

最初に極端な色変化をしているテスト用色モデル画像(図2)を用い, 色空間の変換と解像度変換を行い, 得られた結果を比較していく。

次に原画像を用いて色空間の変換と解像度変換を行い, 色空間変換を経由した拡大画像と, 色空間変換なしの結果はどのように異なるかを検証する。

テスト画像は色空間と拡大方法を変えることにより得られる結果にどのような差が出るのか比較しやすいよう予め想定して作ったものである。

	R	G	B
Blue	0	0	255
	0	0	255
	0	0	255
Green	0	255	0
	0	255	0
	0	255	0

図2 テスト画像 RGB

	R	G	B
Blue	0	0	255
	0	0	255
	-84	103	244
Green	84	152	11.1
	-0	255	0
	-0	255	0

図3 テスト画像 XYZ (Yのみ1次補間)

XYZ色空間でYの値だけを1次補間し, 他はニアレストネイバー法により拡大した結果(図3), RGB値に差異があり, 特にRの値に大きい負の値が現れ, Bの値は微量ながら少し変化していることがわかる。数値上は激しい変化が見られ, 新しい色の出現を発見しやすいテスト画像(図3)を用い, 画像をXYZ色空間に変換した場合ではどのような差があるのかを調べる, また次の原画像(図4)を用いた比較も行う。

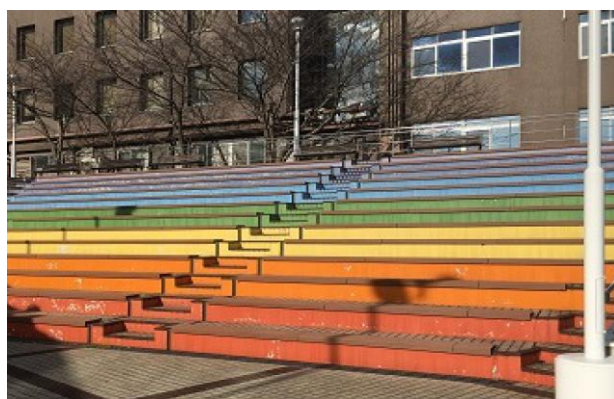


図4 原画像

XYZのYの値だけをラグランジェ法(Lg)で拡大し, 他はニアレストネイバー法(N)で拡大した結果(図5)とXYZのYの値だけをsinc Lanzas法

(sLn)で拡大し、他はニアレストネイバー法で拡大した結果(図 6)は原画像(図 4)の 3 値の内、明度に関する値に着目して比較した。

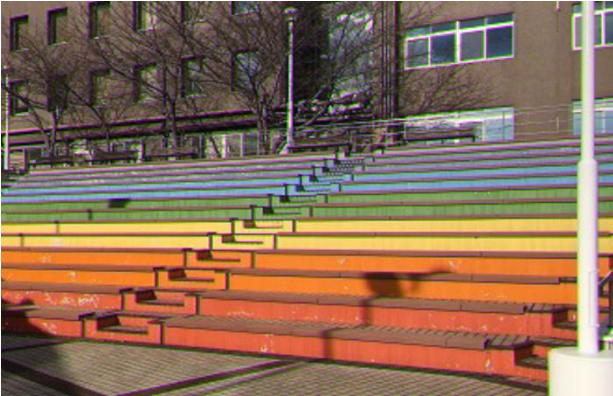


図 5 N, Lg, N

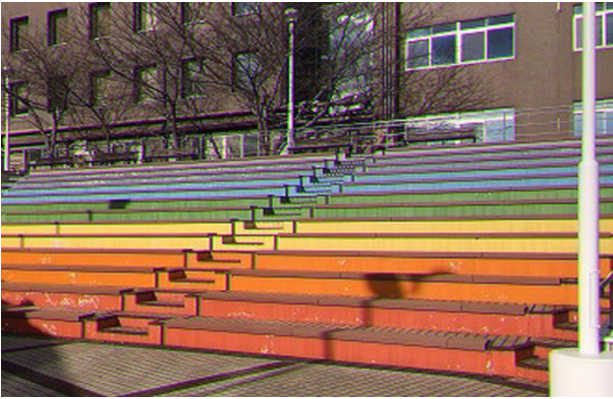


図 6 N, sLn, N

XYZ 色空間の Y 値だけをラグランジェ法で拡大し、他はニアレストネイバー法で拡大した結果(図 5)、全体を目視で比較すると画像の濃さが少し濃くなっていた。

XYZ 色空間の Y の値だけを sinc Lanzos 法で拡大し、他はニアレストネイバー法で拡大した結果(図 6)、XYZ 色空間の Y の値だけをラグランジェ法で拡大し、他はニアレストネイバー法で拡大した結果(図 5)よりも濃い色が現れている。

## 6 YUV 色空間

YUV 色空間では、輝度信号 Y と U(輝度と青信号との差) および V(輝度と赤信号との差)の二つの色差信号を使って表される色空間である。

次に色空間を RGB から YUV へと変更する際の変

換式は以下ようになる。

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \dots (3)$$

具体的に表すと以下ようになる。

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

$$U = -0.169 * R - 0.331 * G + 0.050 * B$$

$$V = 0.500 * R - 0.419 * G - 0.081 * B$$

色空間を YUV から RGB に変更する際の逆変換は以下ようになる。

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} \dots (4)$$

具体的に表すと以下ようになる。

$$R = 1.000 * Y + 0 * U + 1.420 * V$$

$$G = 1.000 * Y - 0.344 * U - 0.714 * V$$

$$B = 1.000 * Y + 1.772 * U + 0 * V$$

RGB 色空間から XYZ 色空間や YUV 色空間に変換する時、または XYZ 色空間や YUV 色空間から RGB 色空間への逆変換について、これらに使用している値については各種フォーマットが存在する。XYZ 色空間と YUV 色空間に関して試した所、変換・逆変換により元に戻る事を確認して使用している [3], [4].

XYZ 色空間で行った場合と同様に、YUV 色空間でテスト用色モデル画像(図 2)を使い、拡大方法を変えた場合に得られた結果を以下に示す。

	R	G	B
	0.11	-0	255
	0.11	-0	255
	40.3	40.2	295
	-40	215	-40
	-0.1	255	0.12
	-0.1	255	0.12

図7 テスト画像 YUV(Yのみ1次補間)

YUV 色空間で Y の値だけを 1 次補間し, 他をニアレストネイバー法により拡大した結果, 用いた色モデル(図 8)では, RGB 値に変化があり, 特に B の値が大きくなり 255 を超える結果となった, また R の値は微量ながら負の値が現れている. 数値上は大きな変化が見られ, 新しい色の出現を発見し易い色モデル(図 7)を用いて, 画像を YUV 色空間に変換してから処理した場合ではどのような変化があるのかを, 次の原画像 (図 4) を用いて比較する.

YUV 色空間の Y 値だけをラグランジェ法(Lg), 他はニアレストネイバー法(N)拡大した結果(図 8)と YUV の Y の値だけを sinc Lanzos 法(sLn)で拡大し, 他はニアレストネイバー法で拡大し (図 9), XYZ 色空間の場合と同様に原画像(図 4)の 3 値の内, 輝度に関する値に着目して比較した.



図 8 Lg, N, N



図 9 sLn, N, N

YUV 色空間の Y 値だけをラグランジェ法で拡大

し, 他はニアレストネイバー法で拡大した結果 (図 8), 目視では変化を感じることはなかった.

YUV の Y の値だけを sinc Lanzos 法で拡大し, 他はニアレストネイバー法で拡大した結果(図 9), 同様に目視では変化が感じられなかった.

なお原画像(図 4)と処理した画像(4, 5, 6, 8, 9)の各画素値は 8bit である.

## 7 まとめ

XYZ 色空間や YUV 色空間で実際に画像を使って, 原画像との変化について比較してきたが, どちらも同じアルゴリズムで処理をしていたにも関わらず, XYZ 色空間の方に若干ではあるが色が濃くなり, 暗くなったと捉えられる変化が見られた.

## 8 今後の課題

本研究では, すべての画素値が 8bit の画像で比較を行い, 色空間ごとにアルゴリズムを変えた場合どうなるのかを調べた. 今回は, 非線形の色空間は扱っていないため, 今後はこれらを含めての比較を行うことを課題としたい.

## 参考文献

- [1] 映像情報メディア学会誌, Vol71, No3, pp. 306 ~314 画増処理と色空間, 平井経太, 2017 年
- [2] 澤見研究室, 色温度について  
<http://cafe.mis.ous.ac.jp/sawami/>
- [3] 色空間の変換(2) RGB-XYZ 変換  
<http://w3.kcuu.ac.jp/~fujiwara/infosci/colorspace/colorspace2.html>
- [4] YUV フォーマット及び YUV と RGB の変換  
<http://vision.kuee.kyoto-u.ac.jp/~hiroaki/firewire/yuv.html>