

ハイパースペクトル画像から sRGB 画像へのレンダリング

足立 秀雄

May 31, 2020

1 sRGB 画像へとレンダリング

ハイパースペクトル画像を sRGB 画像へレンダリングします。

1.1 レンダリング方法

sRGB 画像へのレンダリング方法を説明します。CIE 1931 XYZ 色空間の値を次式で求めます。

$$\begin{cases} X = K \int_{400}^{780} E(\lambda) S(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y = K \int_{400}^{780} E(\lambda) S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z = K \int_{400}^{780} E(\lambda) S(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{cases} \quad (1)$$

式 (1) の各変数を説明します。 K は正規化定数で

$$K = \frac{100}{\int_{400}^{780} E(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda} \quad (2)$$

です。 K は物体が完全拡散反射物、つまり全ての波長で分光反射率が 1 のとき、刺激値 Y の値が 100 となるよう正規化しています。 $E(\lambda)$ は光源の分光分布です。 $S(\lambda)$ は物体の分光反射率であり、ハイパースペクトル画像により得られた値を分光反射率と考えて、RGB 画像をレンダリングします。 $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ は CIE 等色関数で人間が光の波長を知覚したとき、XYZ の各刺激値がどれだけ得られるかを示した値である。この等色関数には CIE 1931 2° 測色標準観察者と CIE 1964 10° 測色標準観察者の二つがあります。今回の実装では CIE 1931 10° 測色標準観察者によって得られた値を採用しました。

式 (1) により得られた XYZ 空間の値から sRGB 画像への変換は次式です。

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.2406 & -1.5372 & -0.4986 \\ -0.9689 & 1.8758 & 0.0415 \\ 0.0557 & -0.2040 & 1.0570 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (3)$$

以上の計算を行うことにより，光源の分光分布，物体の分光反射率，等色関数から RGB 画像を生成することができます．

1.2 疑問

正規化定数 K に関する疑問があります．過去に XYZ 色空間を利用時には Y の値は 1 付近でした．そのため， Y の最大値の最大値は 100 ではなく 1 に制限した方が良いのではないかと考えました．実装では 1 となるように実装しました．彩色工学では 100 となっています．