

空間分割によるRGB/マンセル変換の一手法

7C-4

本多庸悟, 西川 滋, 金子俊一

東京農工大学

1. 目的

カラー画像解析などを行う場合, 3管式ビデオカメラの出力形式であるRGB表現は色の直観的把握に適さず, 通常の色表現に近いマンセル表色表現へ変換することが望ましい。すでに線形変換方式¹⁾などの提案がある。本報告では, 色空間の非線形性を保持するため, 部分空間における区分的線形変換と表引きを併用した表色法変換手法について述べる。

2. 変換方法

RGB測色表現からマンセル表色表現への一連の変換手順を図1に示す。

(1) 対象物を撮像しRGB値を得る。

(2) 撮像系の特性の偏りを補正するために色補正変換を施す。変換行列は各等明度平面ごとに交換誤差が一定限度以下になるように複数個設定し, 予め計算しておく。

(3) 次の変換式²⁾を用いてxyY値を算出する。

$$X = 0.6067R + 0.1736G + 0.2001B$$

$$Y = 0.2988R + 0.5868G + 0.1144B$$

$$Z = \quad \quad \quad + 0.0661G + 1.1150B$$

$$x = X / (X + Y + Z)$$

$$y = Y / (X + Y + Z)$$

(4) 最後に, 得られたxyY値による変換表引きと双1次曲面による内挿計算によってマンセル値を算出する。なお, 実験データから得た次式を用いて, Y値から明度Vを求め変換表を選択する。

$$V = (Y^{1/3} - 2.297) / 0.483$$

3. 変換表作成について

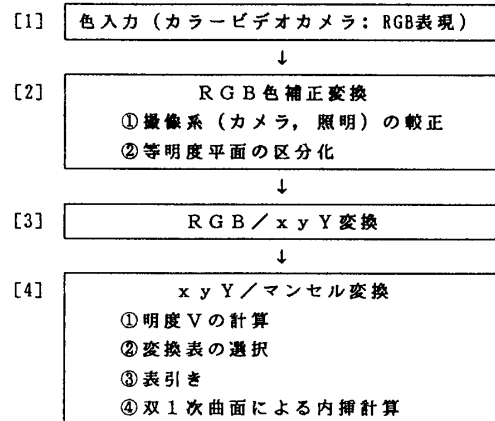


図1 変換手続きの流れ

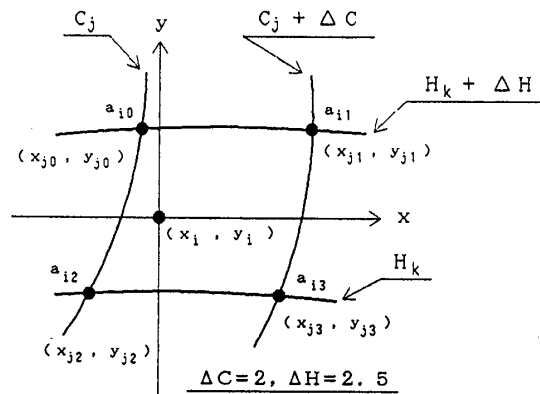


図2 色度図上での双1次曲面に計算

上に構成した一連の変換手続きにおいて特徴的なのは, 項目(4)の変換表を引いて最も近いマンセル値が得られることである。JIS z 8721(1977)³⁾は, マンセル値に対応するxyY値が登録されている。この表を用いて, xyY値からマンセル値を逆向きに表引きするJISでは, 9レベルの明度ごとに対応表が定義されており, それぞれについて以下の手ための変換表を以下に示す手順で作成する。

続きを行う。

0.01刻みで増加させたxy値に対して、次の計算を行なう。

a) JIS変換表には、互いに交差する等C(飽和度)曲線及び等H(色相)曲線が定義されている。図2に示すように点 (x_i, y_i) を取り囲む4つの交点が存在するとき、その4交点の値(HまたはC)を、それぞれ a_{ik} ($k=0, 1, 2, 3$)とする。点 (x_i, y_i) における値 a_j を、双1次曲面表現におけるパラメタ u, v ($0 \leq u, v \leq 1$)を用いて次のように求められる。

$$a_j = (1-u)(1-v)a_{j0} + (1-u)v a_{j1} + u(1-v)a_{j2} + uv a_{j3}$$

ただし、

$$a_{j0} = a_{j1}, a_{j2} = a_{j3} \quad (a \text{ が色相の場合})$$

$$a_{j0} = a_{j2}, a_{j1} = a_{j3} \quad (a \text{ が飽和度の場合})$$

ここで、パラメタ u, v は次の2次方程式の解で上の条件を満たすものとする。

$$\alpha u^2 + \beta u + \gamma = 0$$

ここで、

$$\alpha = (x_{i0} - x_{i3} - x_{i1} + x_{i2}) \times (y_{i3} - y_{i0}) - (y_{i0} - y_{i3} - y_{i1} + y_{i2}) \times (x_{i3} - x_{i0})$$

$$\beta = (y_{i0} - y_{i3} - y_{i1} + y_{i2}) \times (x_i - x_{i0}) + (x_{i0} - x_{i3} - x_{i1} + x_{i2}) \times (y_{i0} - y_i) - (x_{i3} - x_{i0}) \times (y_{i1} - y_{i0}) + (y_{i3} - y_{i0}) \times (x_{i1} - x_{i0})$$

$$\gamma = (x_i - x_{i0}) \times (y_{i1} - y_{i0}) + (y_{i0} - y_i) \times (x_{i1} - x_{i0})$$

b) 上記以外の場合、すなわち4つの交点がなく、双1次曲面が使えないときには次の処理を施す。

① 3点のみが存在する場合は、それらによる線形の内挿により点 (x_i, y_i) のマンセル値を算出する。

② 2点のみが存在する場合は、2点に色度図上の白色点を加え、線形の内挿により算出する。

4. 実験

本変換システムの変換精度の評価を次に示す手順で行う。

(1) 196枚の色票⁴⁾について、RGB各色の画像を撮像する。このとき、撮像時のノイズを除去するために、各色4枚ずつの画像を撮像し、それらの画像から平均画像を作成する。次に、各平均画像の画素の灰色度

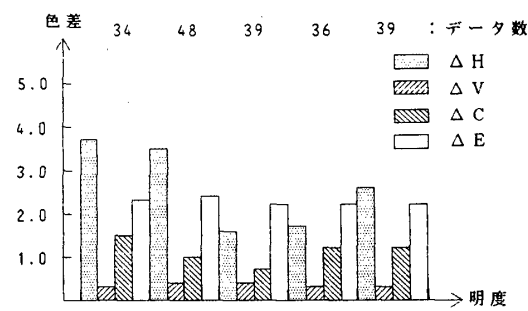


図3 色差の分布

(0~255)の平均値を求め、その値を測定RGB値とする。

(2) これらの値を入力RGB値とし、3節で述べた変換を行う。その結果得られたマンセル値と色票に示されているマンセル値との色差を算出する。なお、色差の算出にはGodloveの色差公式⁵⁾を用いた。得られた結果を図3に示す。

5. まとめ

(1) RGB/マンセル変換のための逆引き表を作成した。

(2) RGB/マンセル表色変換を実現する手法を提案し、実験により確認した。

(3) 撮像環境による影響を補正するための色補正変換を導入し、有効性を確認した。

参考文献

- 1) 富永昌治: ドラムスキャナの色信号特性とその表色系との対応について, 情報処理学会論文誌, Vol.25, No.4, pp.655-664 (1984)
- 2) 千々岩英彰: 色彩学, 福村出版 (1983)
- 3) JIS z8721 三属性による色の表示方法 (1977)
- 4) 色の手帖, 小学館 (1988)
- 5) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会 (1982)