

4Q-6 輪郭情報による色度データの生成と描出

松本 正宏 鴨志田 稔 櫻本 肇
芝浦工業大学

1. はじめに

カラー画像において色度をより自然に表現することは極めて重要である。そのために本論文では、色度をベクトル空間で表現していく。また色度はベクトルの本質的な特性を持ち、色度変化の様相は、輝度特性では抽出できないエッジ特性をも表現する。これらの特性を利用し、より少ない色度情報からヘルムホルツの定理を応用して領域指向の補間を行い自然に近い色度変化表現方式を検討していく。色相図を用いて十分な色度情報を提供する。

この部門では、輪郭部で生成されたエッジ・主要点情報をウインド間インターフェースを通して受け取り領域内外の色度変化を表現していく。同時に輝度情報と共に合成部に送られる。

システムの構築にはカラー画像処理・描画用ウインド型言語「WELL-PPP」^[2]を使用している。

2. 色度生成

このシステムで採用した色相図は、図2.1のような六角形のものである。これは、図2.2の色立体の中心六角面の部分に相当している。中心に輝度の軸があり、その周りに色度が存在している。各色は、Red, Green, Blue 各8bitのデータの強さの関係で表されており、64×64×6色表示している。

全色について肉眼で調整することは非常に困難であるため各色のR, G, Bの成分についてはNTSC方式の受像三原色に対するスペクトル三刺激値曲(標準の光C)のデータをXYZ系に変換してR, G, Bデータを求めている。ただし、色というものは人それぞれ感じ方が違う。更に、このシステムでは自然色表示(Natural Color Display)をするために、細部については我々の肉眼で微調整してある。

この色相図は、ベクトルという概念をユーザーに意識させ与えない点で非常に有効であり、希望する色度の選択が容易にできる。

また、色度のみを扱うために中心は、「色無し」状態を表示してある。しかし、この色相図は色立体の中の一平面であると考えると中心はもっと灰色がかっているはずである。また、色度部では「白」という概念はなく「色無し」と呼ぶ。これは、輝度部において「純白色」

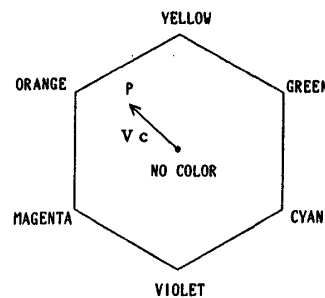


図2.1 色相図

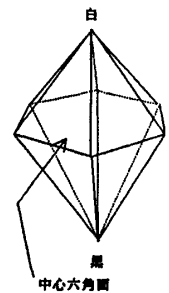


図2.2 色立体

から「純黒色」を扱うからである。ただし、合成表示で「純白色」や「純黒色」を表示できるのは、色度部で「色無し」、輝度部で「純白色」または「純黒色」を選択したときである。つまり、輝度と色度は一体化して考えている。

3. 色度描画

人間が領域に色を塗るときは、まずエッジに沿って色を塗った後に領域内を色付けていくのが普通である。このシステムでは、このような人間の動きのように色度を表現していく。

輪郭で生成されたエッジ・主要点情報を参照しながら輪郭内外に色度ベクトルを与え、以下のようなプロセスで領域内外の色度データを求める。そのプロセスは、次のようになる。

- (1) まずエッジで分けられる内部領域と外部領域において、主要点と隣接する点上に色度データを与える(図3.1)。それには図2.1に示したように色相図内の任意の点の色度をマウスによって選択する。
- (2) その後、最初にエッジに沿って主要点間を補間する。この時、スプライン補間を用いる。実際多くの場合、一次補間でも十分なことが多い。これは、人間が塗り絵をする時と同じ様なものである(図3.2)。
- (3) 第2プロセスまでに求めた色度データをもとに全領域の色度データを求めていく。

(3)-1 水平走査線に着目し、求められたデータ間を固定し、その中を一次補間する(図3.3)。

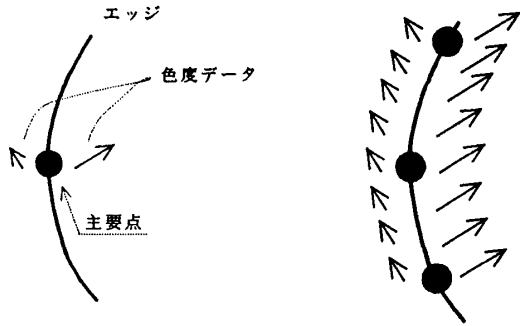


図3.1 主要点データ付与 図3.2 エッジの補間

(3)-2 一次補間で求めたデータを縦二本の水平走査線に関してヘルムホルツの定理を応用して補間する^[4]。

ヘルムホルツの定理

ベクトル $V = (\xi, \eta)$ は、層流と渦流に分けられる。

$$V = \text{grad } L + \text{rot } R \cdot k \quad \dots (1)$$

$$V = (L_x, L_y) + (R_y, -R_x)$$

$L(x, y)$: スカラーポテンシャル

$R(x, y)$: Z軸を指すベクトルポテンシャル

$$\text{div } V = \text{div}(\text{grad } L + \text{rot } R \cdot k) = \text{div} \cdot \text{grad } L$$

$$\xi_x + \eta_y = L_{xx} + L_{yy}$$

$$\text{rot } V = \text{rot} \cdot \text{rot } R \cdot k$$

$$\eta_x - \xi_y = R_{xx} + R_{yy}$$

この時、 $\text{div } V_c = \text{rot } V_c = 0$ として差分方程式を解く。これによって求められたベクトル $V_2(\xi_2, \eta_2)$

より一次補間で求めたベクトル $V_1(\xi_1, \eta_1)$ の誤差を逐次補正していく。この処理を固定されたデータ間で2~3往復する。これは、人間が筆で色を塗るとき筆の運びによく似ている。

ヘルムホルツの定理がベクトル空間で幾何学特性を抽出できるのは、上記のようにベクトル V を層流と渦流に表現できるからである。

<ウインド操作>

「WELL-PPP」により色度部門は、オペレーションウインドとデータウインドに分けられる。主要点に色度データを与えたり、色度補間などの色度描画のオペレーションが、オペレーションウインドにありデータウインドでは、実際に画像を表示し、コントロールデータウインドでプロセスを制御する。

4. 表色

このシステムでは、自然色表示を目指し、かつ、色度をベクトルとして扱っているため、これらの表示・処理を満足する表色系が必要になる。現在さまざまな色立体が存在するが、各々特徴がある。例えば、マンセル表色系では^[5]、

- 色信号を量子化しても、輝度には影響を与えない。

- 隣り合う全ての量子化代表色2色について、量子化による色差を均一化することができる。

- 物理的には存在し得ない色は除去、または修正することができる。

などの特徴がある。

今回採用したHLS色立体では、色度・輝度が規則正しく並んでいる。これによって合成表示が非常に容易になる。また、六角錐のみの色立体より色数が多いので、色度・輝度描出が滑らかになる。

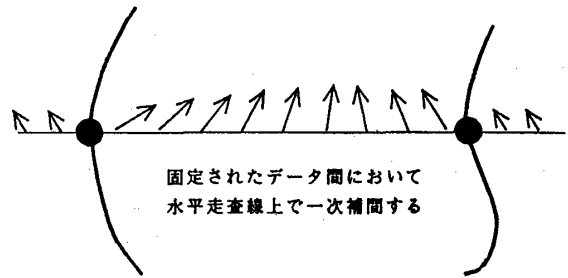


図3.3 水平走査線上での補間

5. まとめ

本論文では画像の中の色度と輝度を独立させて色度ベクトルの生成、描画を行った。このような自然カラー画像処理・描出において自然色表示は重要である。ここで述べた色度描画では、滑らかな色度変化が容易に表現できる。また、主要点間及び領域内外の補間は、一次補間のみでも色数がこの程度あれば遜色のない画像が表示可能であることもわかった。

色度生成では色相図内の色度を数学的に求め、かつ肉眼での微調整も行ったが、ある程度確実な自然色が求められたと思われる。色に関しては人それぞれ感じ方が違うので完全な色というものはつかめないだろう。

今後は、立体画像や動画にもこれらの描画方法は有効と思われるので応用していきたい。

文献

[1]榎本, 鴨志田, 宮村「カラー画像処理・描画システムの開発」情報処理学会第42回全国大会 1991.3
 [2]鴨志田, 榎本「カラー画像処理・描画用ウインド型言語「WELL-PPP」」情報処理学会第42回全国大会 1991.3
 [3]Enomoto H., Yonezaki Y., Watanabe Y. and Saeki M. 「Towards Evolutional Structure for Data base of Image and object Body」1st Australasian C. on CG., 1983
 [4]Enomoto H., and Miyamura I. 「Vector Representation Scheme of High Quality Picture」Signal Processing of HDTV II, 1990, Elsevier.
 [5]宮原「系統的画像符号化」アイピーシー 1990
 [6]日本放送協会編「カラーテレビジョン」放送技術双書 1965
 [7]金子「色彩の科学」岩波新書 1988