

4Q-5

輪郭情報による輝度データの
生成と描出関 太郎 鴨志田 稔 榎本 肇
芝浦工業大学

1. はじめに

現在、パソコン・ワークステーションを中心としてさまざまなペインティングシステムが存在する。これらのシステムは、ある領域内に絵素単位で輝度・色度を与える方法が多い。しかしこれらは、ある領域内に滑らかな輝度・色度変化を付けるのには向いていない。ある領域にグラディエーションを付けることは、画像を自然な形で表現するためには必要である。輝度描出の目的は、これを簡単に表現することにある。

カラー画像描画システムの輝度部門では、輝度情報としてベクトルを用いる。これによって輝度の変化方向とその変化率を指定することが可能となる。これらの輝度情報を主要点という、輝度の特徴点に与える。そしてこのより少ない輝度情報から、ヘルムホルツの定理を応用した領域指向の補間を行うものである。

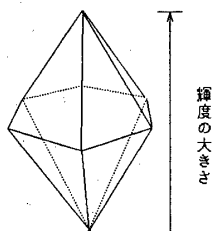


図2.1 色立体

2. 輝度生成

輝度は物体の明暗を表現するもので、色立体(図2.1)の縦軸方向にあたる。(なお水平方向の6角形は色相図にあたる。)この縦軸にあたる値を輝度部門で生成し、色度部門と共に合成部門へ送るものである。

主要点とはエッジの特徴部であり、これを輝度の特徴的な部分に設定し、輝度情報を与える。輝度情報は、その点自身の輝度値を輝度バー図(図2.2)から、そしてその点からの輝度変化方向とその変化率を輝度ベクトル図(図2.2)から与える。(例えば、点Pのように与える。)輝度ベクトル図は、図の

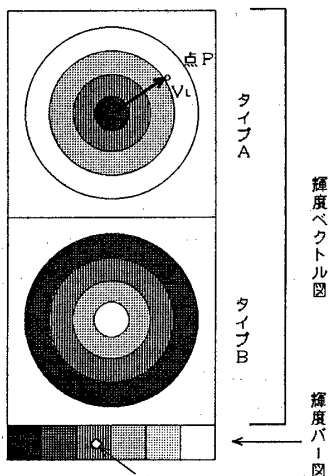


図2.2 輝度値と輝度ベクトルの表現図

ようにタイプAとタイプBの二つがある。タイプAの方は、主要点からベクトル方向へ輝度が大きくなっていく時に。タイプBは、輝度が小さくなる時に用いる。一つの主要点に対しては、AかBどちらかの輝度ベクトル図を使用する。

輪郭部門で生成された図形は、エッジによって内部領域と外部領域に分けられる。よってエッジ上の点が、二つの輝度情報を持つ必要が生じてくる。しかしこれは、水平走査線上での補間を考えると、一つの点が一つの輝度情報を持つことが望ましい。そこで輝度部門では、輪郭部門から送られてきたエッジのすぐ内側に補助線を生成し、(図2.3)外部領域の情報をエッジ上の主要点に、内部領域の情報を、この補助線上の主要点に与えることによって、この問題を回避している。

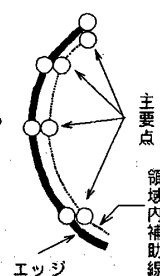


図2.3 輪郭補助線と補間

現在輝度バーによって、128階調、輝度ベクトルにおいては±100段階の設定が可能である。

3. ウインド環境と操作手順

輝度部門はカラー画像用言語「WELL-PPP」^[2]によって、オペレーションウインドとデータウインドから構成されている。データウインドはさらに図形ウインドと輝度バーウインド、輝度ベクトルウインド(×2)から成り立っている。(図3.1)オペレーションウイン

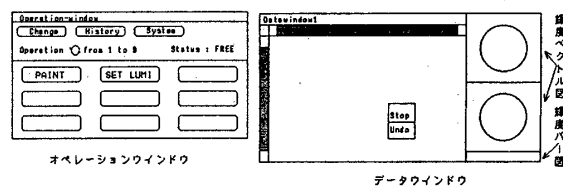
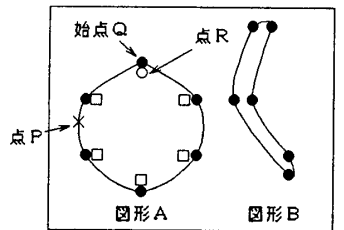


図3.1 ウインド環境

ドでは、SET LUMI、PAINT 等全てのオペレーションが定義されている。データウインドのうち図形ウインドには、コントロールデータメニューが定義されている。(図3.1)

例えば、図のような(図3.2)二本のエッジ情報が輪郭部門から送られてきたときには、まずオペレーションウインドの SET LUMI をクリックする。そして図形Aを操作対象にするために、図形Aの一部(例えばP点)をマウスでクリックする。続いて図形Aの内部領域を指定するために、始点となる主要点(Q点)から見て内側にあたる部分をクリックする。(この場合R点)そして輝

度バー、輝度ベクトルウィンドで輝度をマウスで指定し、それを主要点に設定していく。この操作を図形Aのすべての主要点に対して行う。同様にして図形Bについても行う。そしてオペレーションウィンドの PAINT を選択することによって、領域内全点の輝度を生成する。



- 主要点(エッジ上の外部領域用)
- 主要点(内部領域指示用)
- 主要点(補助線上の内部領域用)

図3.2 操作手順

ところで、エッジ全周に沿って輝度値と輝度ベクトルが与えられると、水平走査線上では三次元曲線となってしまう、輝度表現にうねりが生じてしまう可能性がある。そこで一部の輝度ベクトルについては DON'T CARE を可能とすることによって、うねりのない2次曲線の生成を可能にする。これは同時に、与えるデータの最小化にも貢献する。

なお PAINT 終了後、修正作業を円滑に行えるよう、修正箇所以外の輝度情報はそのまま保持されている。

4. 輝度描画

PAINT オペレーションによる輝度生成は、以下の手順によって行われる。

[1] エッジ上の補間

まずエッジに沿って主要点間を補間する。これは、人間が塗り絵をする時にエッジから塗っていきこうとするのと同じである。この時(図4.1)、輝度バーでの値を横軸にとると、輝度ベクトルの値のY軸成分が傾きに当たる。これによって、二つの主要点から3次曲線を生成し、その間のエッジ上の点の輝度を生成する。この処理を内部領域、外部領域のエッジについて行う。そして同様の処理を全てのエッジについて行う。なお、3次曲線の生成には二つの主要点の輝度とその点の微分値を用い、ガウスの消去法を利用して連立方程式を解いている。

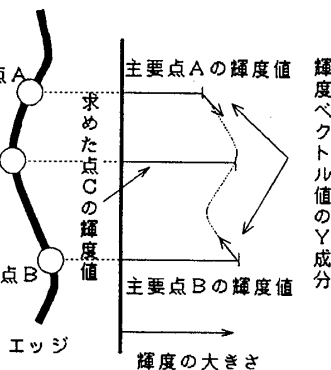


図4.1 エッジ上の補間

[2] 水平走査線上の補間

上のようにして生成したエッジ上の輝度データをもとに、全領域の輝度データを水平走査線に着目して生成する。

(1) 最上部の水平走査線から、エッジ上の輝度情報を利用して3次曲線を用いた補間を行う。

(図4.2)

(2) (1)で求めたデータを縦三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。

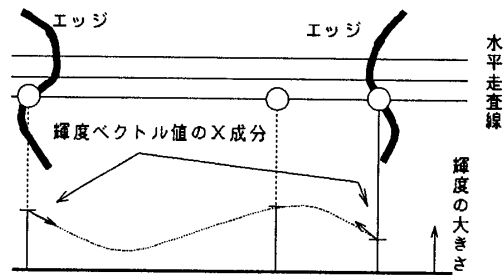


図4.2 水平走査線上での補間

ここで用いられるヘルムホルツの定理とは、以下の通りである。

ヘルムホルツの定理より
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軸を指すベクターポテンシャル

$$\begin{aligned} \text{div} V &= \text{div}((1)) = \text{div} \cdot \text{grad} L \\ \xi x + \eta y &= L_{xx} + L_{yy} \\ \text{rot} V &= \text{rot} \cdot \text{rot} R \cdot k \\ \eta x - \xi y &= R_{xx} + R_{yy} \end{aligned}$$

この時、 $\text{rot} V_L = 0$ であり、(V_L は、(図2.2)で指定したベクトル) $\text{div} V_L = \Delta V_L$ (ΔV_L はゼロでない値。これは輝度の吹き出し口が存在するためである。)となり、この ΔV_L を近似していく。これによって求められたベクトル $V_2(\xi_2, \eta_2)$ より2次または3次曲線を用いて補間したベクトル $V_1(\xi_1, \eta_1)$ の誤差を逐次補正していく。この操作をすべての水平操作線について行う。

5. まとめ

本論文では、画像中の明暗情報を表現している輝度値と輝度ベクトル値をエッジ上で与え、領域における輝度描画を行った。

今後は、よりユーザーフレンドリーな輝度描画環境を確立をしていきたい。また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, 嶋志田, 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] 嶋志田, 榎本「カラー画像処理・描画用ウィンド型言語「WELL-PPP」」情報処理学会第42回全国大会 1991.3
- [3] Enomoto H., Yonezaki N., Watanabe Y. and Saeki M.: Towards Evolutional Structure for Database 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, 1980, Elsevier
- [5] 春木 良且 「オブジェクト指向への招待」啓学出版
- [6] 日本放送協会編「カラーテレビジョン」放送技術双書 1985
- [7] 「計算機による数値計算法」共立出版