

実測値に基づく絵の具の混色モデルを用いたインタラクティブペインティングツールの提案

恒次 創[†] 宮田 一乗[†] 大淵 竜太郎[‡]

[†]北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 〒923-1211 石川県能美郡辰口町旭台 1-1

[‡]山梨大学工学部コンピュータ・メディア工学科 〒400-8510 山梨県甲府市武田 4-4-37

E-mail: tunetugu@jaist.ac.jp, miyata@jaist.ac.jp, ohbuchi@cs.yamanashi.ac.jp

1. はじめに

コンピュータによる映像表現の手法の多くは画像の持つ情報としては色情報が主で、平坦な紙の上に描画した印象しか与えない。我々は、絵具の色および光学属性以外に、そのボリュームデータを考慮し、量感のある絵具の持つ微妙な陰影を絵画表現にもたらし新たなデジタル絵画の表現および鑑賞環境に関する研究を進めている。

本報告では、まず、市販の透明水彩絵の具の物体色を測定し、得られた実測値に基づいた絵の具の混色モデル、すなわちデジタル絵の具の関数化について述べる。つづいて、インタラクティブペインティングツールの第一段階として試作した混色ツールについて報告する。

2. 研究の背景

本手法では、混色された透明水彩絵の具に対する反射率の実測値から絵の具の混合比率を割り出すと共に、絵の具に対する感覚的な混合比率と実際の混合比率との対応も可能である。本章では、研究の背景となる混色モデルについて述べる。

2.1 提案手法の理論式

はじめに、混色の基本理論である Kubelka-Munk の理論[1]、及び Duncan の理論[1]を応用した提案手法の理論式について述べる。

2色の絵の具の混色に限定し、一方の絵の具の吸収係数および散乱係数をそれぞれ K_1, S_1 、もう一方の絵の具の吸収係数および散乱係数を K_2, S_2 、混色された絵の具の吸収係数および散乱係数を K, S 、基材となる紙の吸収係数および散乱係数を K_0, S_0 とすると Duncan の理論式は式(1)で表される。

$$\frac{K}{S} = \frac{K_0 + C_1 K_1 + C_2 K_2}{S_0 + C_1 S_1 + C_2 S_2} \quad (1)$$

式(1)において、高濃度でない透明水彩絵の具の場合、 S_1, S_2 は S_0 と比較して無視しうるものと仮定すると、式(1)は式(2)のように変形される。

$$\frac{K}{S} = \frac{K_0}{S_0} + C_1 \frac{K_1}{S_0} + C_2 \frac{K_2}{S_0} \quad (2)$$

式(2)において、 K_0/S_0 は紙自体の反射率を測定することで Kubelka-Munk の理論を用いて得られる。また、 K_1/S_0 および K_2/S_0 は、求められた K_0/S_0 に加えて、それぞれ対応する単色の絵の具を紙に塗布し、その反射率を測定することで得られる。

3. 絵の具の混色モデルの構築

本章では、測定した反射率から絵の具の混色を PC 上でシミュレーションするための手法を述べる。

3.1 絵の具の反射率測定、

まず混色の基となる絵の具、及び感覚的に混色した絵の具の反射率を図1に示す測定環境で測定する。使用した分光測定器(図中)は朝日分光社の HSU-100S、光源(図中)はメジロプレジション社の PHL-150、ラプスフェア(LabSphere)社の白色



Fig.1 測定環境

基準板(図中)を使用した。測定に際し、媒体に市販の白色ケント紙を用いて試料を作成する。使用した絵の具はサクラクレパス社のサクラマット水彩絵の具を用いた。

3.2 デジタル絵の具の混色

3.1 で求められたデジタル絵の具を用いて、混色のシミュレーションを行う。すなわち、式(2)のうち、 K_0/S_0 , K_1/S_0 , K_2/S_0 は 3.1 ですでに求められているため、2色の絵の具の混合比率 C_1, C_2 を定めて、予測反射率を波長ごとに算出する。 C_1, C_2 の値は、式(5)で求められる Δ の値が最小になるように求める。

$$\Delta = \sum |Rm_{\lambda} - Rp_{\lambda}|^2 \quad (3)$$

ただし、 Rm は混色した絵の具を実測した波長における反射率、 Rp は波長における予測反射率である。波長ごとの反射率から、10度視野 CIE1964 等色関数を用いて3刺激値 XYZ を求め[1]、色の特定および視覚的な評価を行う。

4. デジタル絵の具の混色実験の結果

実測した反射率、及び予測反射率の値を元に実際に目に見える形で表したサンプルを図2に示す。絵の具の混色シミュレーションはほぼ満足のいく結果となったが、明るさの再現性に若干の差異(例えば、赤青の混色#1, #2 など)を認めている。しかし、従来難しいとされていた黄色と青の混色結果においては実世界で行う混色に限りなく近い結果が得られた。

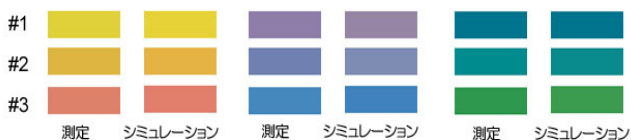


Fig.2 混色した色サンプル

5. 混色ツールの試作

以上で述べた絵の具の混色モデルを用いて、インタラクティブペインティングツールの作成を行う。本報告では、その第一段階として、タブレットからの入力情報を元に PC 上でインタラクティブ

に混色を行えるツールを試作した。

タブレットには WACOM 社の Cintiq タブレット、ディスプレイ一体型)を用い、ディスプレイに対して直接描画できるシステムを構築した。タブレットペンの位置座標と筆圧情報を取得し、筆圧に応じて筆の太さを変化させた。図3は、試作したツールのスクリーンショットであり、図中、の各色のパレットエリアにタブレットペンで直接

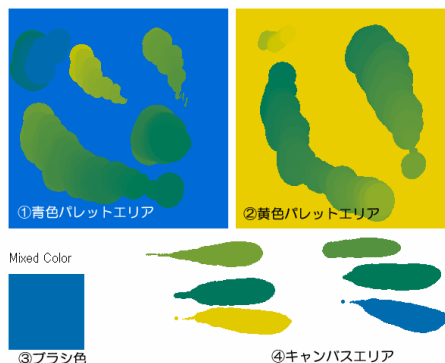


Fig.3 スクリーンショット

かつ、直感的な混色が行える。混色した現在の色は、図中のエリアで確認ができ、その色を用いて、図中のキャンバスエリアに描画できる。

6. まとめ

本報告では、水彩絵の具の実測値に基づく混色モデルを構築し、それを応用したインタラクティブペインティングツールの第一段階として試作した混色ツールについて述べた。今後はブラシストロークの表現や、マーブル状に混ざる混色シミュレーションの導入などを検討している。

謝辞

本研究の一部は、(財)コニカ画像科学振興財団および文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(c))の助成により行われた。

参考文献

- [1] 日本色彩学会編, “新編 色彩科学ハンドブック [第2版]”, 東京大学出版会, 1998
- [2] Haase, C.S. and Meyer, G.W., “Modeling Pigmented Materials for Realistic Image Synthesis,” ACM TOG, Vol.11, No.4, pp.305-335, 1992