

2X-7

計算機上での油絵の具の物性再現に関する研究

窪田 潤¹ 齋藤 豪¹ 中嶋 正之^{1,2}

¹ 東京工業大学 大学院 情報理工学研究科 ² 国立情報学研究所

1 はじめに

計算機上の描画作品はデジタルメディアとの親和性があり、今後も描画創作活動の道具としての利用は増加されると予想される。

一方、画材の持つ特性を計算機上でモデル化するには複雑な計算が必要であり、従来の取り組みの多くでは画材の特性を単純にモデル化するか、もしくは大胆に無視することが多かった。本稿では油絵の具と筆とのインタラクション、油絵の具の粘性のモデル化を行うことで、油絵の具の物性の再現をより豊かにを行うことを目的とする。

2 キャンバス・筆間の油絵の具の配分に関するモデルの構築

油絵の具は、筆圧や含まれる油の比率、キャンバスの摩擦などの影響により多様なストロークが描かれる。本モデルで利用するパラメタとそれがストロークに及ぼす影響について以下に挙げる（括弧内の数字は提案モデル内での値の範囲）。

キャンバスの摩擦 $fric(0 \sim 1)$ キャンバスの摩擦が小さいと絵の具がキャンバスに付着しにくく、一度ついた絵の具が取れやすい。

筆圧 $press(0 \sim 1)$ 筆圧が低いとキャンバスの凹凸の凹んだ部分に絵の具が入りにくく、また絵の具がキャンバス付着しにくい。

油の比率 $oil(0 \sim 1)$ 油の比率が低いとキャンバスの凹凸の凹んだ部分に絵の具が入りにくく、また分厚くキャンバスに付着する。

キャンバス上の絵の具の高さ $a_c(0 \sim 1)$ キャンバスに絵の具が高く盛られるほど、キャンバスの凹凸が目立たなくなる。

キャンバス上の任意の画素の高さと、その周辺画素の高さのガウス分布を用いた加重平均との差を $diff$ とし、 $diff < 0$ のとき周辺の平均の高さから $-diff$ 凹んでいる、 $diff \geq 0$ のときはその逆とする。

上記の絵の具の特徴を考慮した以下の式を用いて絵の具のキャンバスとブラシへの分配量を決定する。式中の大文字から始まる変数は定数項、ブラシについての絵

の具の量を a_v 、キャンバスについての絵の具の量を a_c 、その合計を a_{total} とする。

$$b_{absp} = (A_{oil} \times oil + 1) \times \frac{(1 - press)}{A_{press}} \quad (1)$$

$$c_{absp} = A_{fric} * fric \quad (2)$$

$$a_c = a_{total} * \frac{c_{absp}}{b_{absp} + c_{absp}} \quad (3)$$

$$a_c = \begin{cases} 0 & (if \ a_c < \\ -diff * (\frac{1}{press^2 + C_{press}} + \frac{C_{press}}{1 + C_{press}})) & \\ a_c & (otherwise) \end{cases} \quad (4)$$

$$a_c = a_c - diff \times clamp(\frac{a_c}{C_{diff}}, 0, 1) \quad (5)$$

$$a_{min} = \frac{MIN \times (M_{oil} \times oil + M_{fric} \times fric)}{1 + M_{press} \times press} \quad (6)$$

式 (1) の b_{absp} は絵の具が筆につく度合い、式 (2) の c_{absp} は絵の具がキャンバスにつく度合いを表しており、式 (3) によりキャンバスと筆についた絵の具の合計 (a_{total}) の内、キャンバスに配分する量 (a_c) を決定する。次に式 (4) によりキャンバスの凹みに入るかどうかを決める。そして、式 (5) により、厚く塗られたときにキャンバスの凹凸を目立たなくする。式 (6) の $minHeight$ はキャンバスに付着する最低限の量であり、既に絵の具がキャンバスに付着している場合は a_c の下限を a_{min} に、新たにキャンバスに絵の具を盛るとき $a_c < a_{min}$ のときは、 $a_{total} \geq a_{min}$ 且つ $diff > 0$ の場合 $a_c = a_{min}$ 、それ以外の場合は $a_c = 0$ とする。

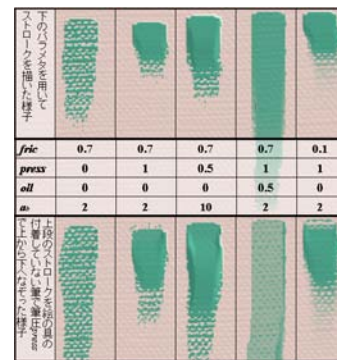


図 1: 分配モデルの実行結果

図 1 に結果を示す。摩擦・筆圧・油の比率を考慮することにより多様なストロークの再現ができています。

A study on the reproduction of physical properties for oil paints on computer

Jun KUBOTA¹, Suguru SAITO¹, and Masayuki NAKAJIMA^{1,2}

¹ Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

² National Institute of Informatics

¹ kuborta@img.cs.titech.ac.jp

3 筆と油絵の具とのインタラクションの再現

絵の具を多く筆につけたり、油の比率が高いと筆の両側に絵の具が盛り上がる。Baxter ら [1] の手法では絵の具を筆の外に移流させることは出来るが、非常に油が多いときに筆の外に盛り上がった絵の具が内側に移流する現象を再現できていない。そこで本稿では 4 節で流体計算を利用してその現象を再現する。その初期形状として、図 2 の様に、筆の外側に絵の具が盛り上がった状態を与える。その手法として Onoue ら [2] の硬い物体が砂に沈み込んだときに砂を物体の回りに盛り上げる手法を利用する。

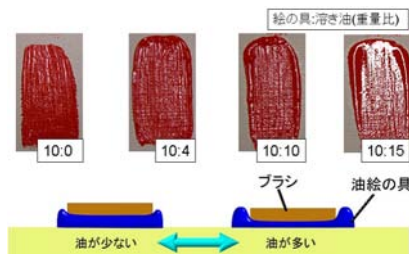


図 2: 実際の油絵の具の特徴

図 2 のように、油の比率により筆の両側に盛り上がる絵の具の量と筆の下の絵の具の厚さが増える。また、筆圧が大きい、キャンパスの摩擦が小さい方が筆の両サイドに絵の具が出やすい。その特徴を考慮し、筆とキャンパスの間に存在することができる最大の量 (a_{max}) を以下の式 (7) により決定する。パラメタ名は 2 節と同様であるとする。

$$a_{max} = \begin{cases} \frac{E_{oil} \times oil + E_{fric} \times fric}{E_{press} \times press} - diff & (if \ press > 0) \\ (otherwise) \end{cases} \quad (7)$$

a_{total} が a_{max} を超えている分を Onoue ら [2] の手法を用いて筆の外側へ盛り。ただし傾斜をなだらかにする処理は 4 節の手法を用いる。この処理を行った後に、筆とキャンパス間に残っている絵の具を新たな a_{total} として、2 節の手法を実行する。

<i>fric</i>	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7
<i>press</i>	1	0	1	1	1
<i>oil</i>	0	0	0	0.5	0.8
<i>a₀</i>	5	5	5	5	5

図 3: 筆と絵の具のインタラクションモデルの実行結果

図 3 に結果を示す。図 2 の油絵の具の特徴を再現できている。

4 油絵の具の粘性モデルの構築

格子ボルツマン法 (薦原ら [3] 参照, 以下 LBM) の流体計算の式を利用した [4] の油絵の具の粘性モデルを 3

で作成された初期形状に適用することで油絵の具の凹凸がなだらかになる現象を再現する。しかし、[4] の手法ではキャンパスの凹凸が考慮されていないため、本稿ではキャンパスの凹凸を考慮したモデルに変更する。

LBM では、正方形格子状の計算領域の各格子点に速度を持った粒子が存在している。[4] では格子点の粒子の合計の速度がしきい値以下になったとき、一定の割合の粒子を LBM の計算に関与しない $height$ という変数に移動する。

本手法では、キャンパスの凹みに入った粒子を固定するために、 $diff < 0$ の場合、LBM の計算の前に $a_c \geq -diff$ の場合 $-diff$ 、それ以外の場合 a_c の高さに相当する粒子を $height$ へ移動する処理を加えた。

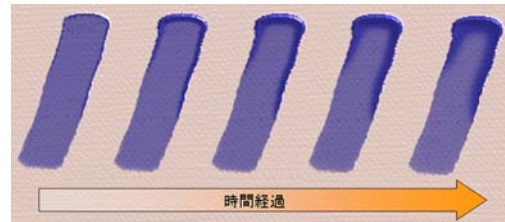


図 4: 粘性モデルの実行結果

図 4 に結果を示す。時間経過と共に油絵の具が盛り上がっている部分が周辺に移流している。本手法によりキャンパスが凹んでいる部分の絵の具が流れ出さずに凹みにとどまることが実現できた。

5 まとめと今後の課題

本稿で述べたモデルを油絵の具のデジタルペインティングツールに適用することで現実的な見た目のストロークを再現できた。

4 節の、油絵の具の盛り上がった状態を再現するための手法は表面張力などの物理法則を考慮していないので、さらに物理法則を取り入れることで、より再現性が増すと考えられる。

また、今後は、筆のフットプリントの大きさに応じたキャンパスの凹凸の判別や、実際の油絵の具との比較方法の検討などを行う必要がある。

本研究は、JST CREST(メディア芸術の創造の高度化を支える先進的科学研究の創出) 採択研究「デジタルメディアを基盤とした 21 世紀の芸術創造」の一部として行っている。

参考文献

- [1] W. V. Baxter, J. Wendt and M. C. Lin: "IMPASTo: A realistic model for paint", Proceedings of the 3rd International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering, pp. 45-56 (2004).
- [2] K. Onoue and T. Nishita: "Virtual sandbox", PG '03: Proceedings of the 11th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications, Washington, DC, USA, IEEE Computer Society, p. 252 (2003).
- [3] 薦原道久, 高田尚樹, 片岡武: "格子気体法・格子ボルツマン法-新しい数値流体力学の手法-", コロナ社 (1998).
- [4] 窪田潤, 齋藤豪, 中嶋正之: "油絵の具の粘性モデルに関する研究", グラフィックスとキャド 合同シンポジウム 2006, pp. 211-214 (2006).