5ZB-7

CGによるフロッタージュの再現方法の基礎検討

鈴木啓太 †　　澤野弘明 ††　　水野慎士 †††
愛知工業大学

1　はじめに

本稿では，写真や二次元画像からマウスやペンタブレットを用いてフロッタージュ(frottage: 仏)[1] 風 CG 画像を対話的に生成するシステムを提案する．フロッタージュとは，硬貨などの上に紙を置いて，鉛筆などで擦ることによって模様として表面の凹凸を写し取る技法のことである．10 円玉を対象としたフロッタージュの例を図 1 に示す．関連研究として，画像から鉛筆画を自動的に生成する方法 [2] が茅らによって提案されている．この手法では，輝度ヒストグラムに基づいて画像を分割し，分割した領域毎に異なるストロークの方向を与え，LIC(Line Integral Convolution) 法によって鉛筆画を自動生成している．しかし，この手法では元画像の輝度値によって生成画像の濃度値を決定しており，フロッタージュの特徴である模様として対象の凹凸部分に基づく濃度値の変化とは異なるものである．

そこで本研究では，フロッタージュの特徴である凹凸の模様を画像から検出されるエッジに置き換え，フロッタージュを再現する方法を提案する．さらに，フロッタージュの「擦る」という動作も再現するため，描画用インタフェースを構築し，実験を行った．

2　提案手法

ユーザが画像を選択し，マウスやペンタブレットで擦ることで，その画像からフロッタージュ画像を生成する．本システムの処理の流れを以下に示す．

1. 画像の選択，取得
2. 取得画像のグレースケール化
3. グレースケール画像のエッジ検出
4. エッジに基づいて二値画像 ***A*** の生成
5. 画像 ***A*** に膨張処理を施して画像 ***B*** の生成
6. テクスチャ画像 (図 2) の濃度値，画像 ***A***, ***B*** の濃度値，マウスの軌跡の通過回数に応じたルックアップテーブルの値により，各画素の濃度値の決定

ここで画像の選択は，カメラから取得する画像とファイルから指定した画像を対象としている． また処理手順 4 で得られる二値画像は検出したエッジには 255，それ以外には 0 の値を持つ．

図 1: 実際のフロッタージュ画像

図 2: 鉛筆特有のテクスチャ画像の一部

図 1 に示すように，フロッタージュの作風では，凸だけでなく凹凸の境目の色も若干濃くなっている．そのため，検出したエッジ付近を強調するために処理手順 5 においてエッジ画像に膨張処理を加えた画像を生成する．本システムでは，画材を鉛筆に限定し，鉛筆特有のテクスチャを表現するため，実際に鉛筆で擦った紙をスキャンし，テクスチャ画像として使用する．

フロッタージュCG 画像の各画素の濃度値 $G(i, j)$ は，テクスチャ画像の画素値 $T(i, j)$ と生成した二値画像の画素値 $A(i, j)$, $B(i, j)$，及びマウスの軌跡の通過回数に基づいたルックアップテーブルの値 L_{kl}（k: ルックアップテーブルの番号，l: 通過回数）から成る次式により算出する．

$$G(i,j) = \begin{cases} T(i,j) + L_{1l} + 2L_{2l} & (A(i,j) = 255) \\ T(i,j) + L_{1l} + L_{2l} & (A(i,j) = 0 \& B(i,j) = 255) \\ T(i,j) + L_{1l} & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

ここで使用するルックアップテーブルを表 1 に示す．濃度値算出式，及びルックアップテーブルは，実験的に決定した．

3　実験と考察

本システムを用いて，入力画像からフロッタージュ画像を生成する実験を行った．実装は，2.4[GHz] Intel Core 2 Duo CPU，Memory 2[GB] の PC 上に行い，画像処理ライブラリに OpenCV を使用した．

A Method for Making CG Images of Frottage
†Keita SUZUKI　††Hiroaki SAWANO　†††Sinji MIZUNO
Aichi Institute of Technology

図 3: 入力画像

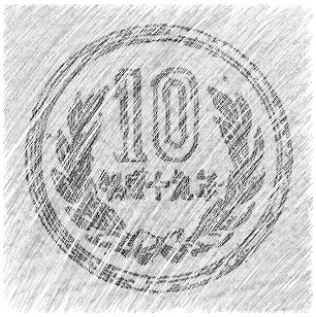

図 4: 結果画像

図 5: 実際のフロッタージュ画像 (再掲)

図 6: 描画中の画像

表 1: 付与する色の濃度値のルックアップテーブル

k \ l	1	2	3	4	5〜
1	0	10	20	30	40
2	40	80	110	140	160

入力画像を図 3 に示す．画像は 300 × 300[pixel] である．処理手順 3 のエッジ検出では，Canny フィルタを使用した．処理手順 5 の膨張処理には，3 × 3 の矩形形状の構造要素を用いて一度だけ行った．処理速度は，対話操作にとって充分であった．

図 3 に本システムを適用した結果画像が図 4 である．図 5 は実際のフロッタージュ画像 (再掲) である．図 6 は本システムを使用している画像である．操作手順と生成された画像は，実際のフロッタージュに近い雰囲気を持つものであった．ただし，いくつかの違いも見られた．図 5 の実際のフロッタージュ画像では，硬貨の縁から内側の方が外側より色が薄くなっており，また硬貨の縁の周りの色が濃くなっていることが確認された．それに対し図 4 の CG フロッタージュ画像では，内部の文字及び縁や模様の色は一定であるという違いが確認された．また，図 4 では，擦った方向とは異なるストロークが浮かび上がったが，これは図 2 に示されるように，使用したテクスチャ画像にストロークの方向が含まれているためであると考えられる．フロッタージュでは凹凸の境目から少し離れた部分では，色が濃くなる現象が見られるが，現状の CG フロッタージュでは再現できていないため，今後の課題である．

硬貨以外の実験として，風景画像 [3] を使用した．画像は 400 × 300[pixel] である．図 7 に結果画像を示す．図 7 の実験では，入力画像として硬貨を用いた場合に比べて描画速度が遅く感じられた．これは画像が大きいほど各画素値の計算量が増えるためであると考えられる．400 × 300[pixel] 程度では，対話操作については大きな問題とはならなかったが，これよりも大きい画像では困難となった．

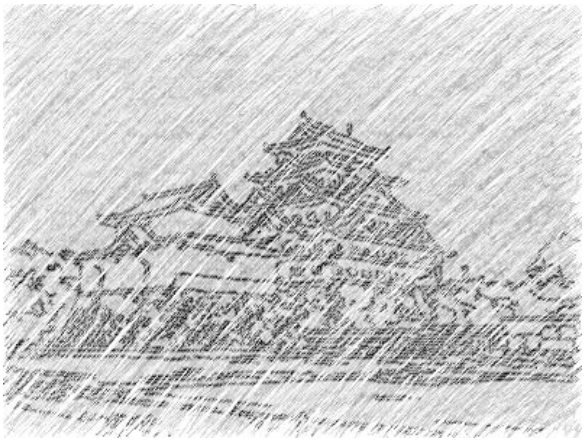

図 7: 風景画像 [3] の結果画像

4 おわりに

本稿では，CG によるフロッタージュの再現方法の基礎検討を行った．研究の結果，凹凸をエッジに置き換えることで，フロッタージュの特徴を表現できることが確認できた．今後の課題として，実験では凹凸の境目の色の濃度値が一定であるため，濃度値の変化の考慮が挙げられる．また，画像が大きくなると処理が遅くなるため，処理の高速化が挙げられる．

参考文献

[1] フロッタージュの概要: http://zokeifile.musabi.ac.jp/

[2] 茅暁陽, 長坂好恭, 山本茂文, 今宮淳美: “LIC 法を利用した鉛筆画の自動生成法”, 芸術科学会論文誌, Vol. 1, No. 3, pp. 147–159 (2002)

[3] 名古屋城の画像: http://toured.jp/