

2 次元画像から水墨画風画像の生成

前川 尚美[†] 西尾 孝治[‡] 小堀 研一[‡]

[†]大阪工業大学 大学院 情報科学研究科

[‡]大阪工業大学 情報科学部 情報メディア学科

1. はじめに

近年、CG 技術の発展により、CG オブジェクトを写実的に表現するフォトリアリスティックレンダリングが研究されているが、CG オブジェクトや写真を絵画やイラストといった非写実的な表現に変換した画像を生成するノンフォトリアリスティックレンダリング(以下、NPR)も研究されている。NPR の手法は大きく情報伝達を目的とした手法と既存の絵画技法を表現することを目的とした手法の 2 種類に分類することができる。

本研究では、2 次元画像に対して東洋の絵画技法である水墨画風に表現した画像を生成する手法を提案する。水墨画には物体の輪郭線のみを描く線描法、面のみを描く没骨法、輪郭線と面を描く渲染法が存在する^[1]。提案手法ではその中でも渲染法を対象とし、画像内に存在する対象物体を渲染法で描いたような画像を生成する手法を提案する。

2. 水墨画風画像の生成

提案手法では入力された画像内に存在する対象物体に対して渲染法で描画したような水墨画風画像を生成する。そのため、図 1 に示すように、提案手法では入力画像に対して平滑化を行った後、輪郭線を求める処理、面を求める処理に分けて画像の輪郭線と面を表現し、それらの結果を統合することで水墨画風画像を生成する。

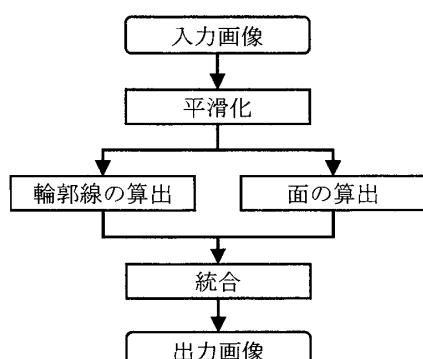


図 1 処理手順

Generation of Ink Painting Image from Two-Dimensional Image

[†]Naomi Maekawa, Koji Nishio[‡], and Ken-ich Kobori[‡]

[‡]Graduate School of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

[‡]Department of Media Science, Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

2.1 平滑化

対象物体を水墨画で描くとき、対象物体の境界に沿って描くことが多く、また、線に沿って濃淡が滑らかに変化している。このことから、提案手法ではエッジに沿ってバイラテラルフィルタ^[2]を適用することで平滑化を行う。

まず、グレースケール変換した入力画像に対して、ソーベルフィルタを用いて画素ごとに勾配ベクトルと、勾配ベクトルを 90 度回転させた接線ベクトルを算出する。次に、求めた勾配ベクトルと接線ベクトルを用いて、勾配方向と接線方向にガウス分布を重みづけるバイラテラルフィルタを適用する。ここで、画像空間において接線方向のガウス分布の重みづけを σ_t とすると、各画素における勾配方向のガウス分布の重みづけ σ_g は勾配ベクトル \mathbf{g} を用いて式(1)から求める。

$$\sigma_g(x, y) = (1 - \mathbf{g}(x, y))\sigma_t \quad (1)$$

2.2 輪郭線の算出

輪郭線の算出では、平滑化処理の結果を用いて、水墨画で描く輪郭線のような表現を行う。

まず、平滑化処理の結果に対してラプラシアンフィルタを適用し、輪郭線となるエッジを抽出する。提案手法では閾値以上の画素から線幅が 1 になるようにエッジを伸ばしていくように探索する。ラプラシアンフィルタ適用した結果をラスクスキャンし、閾値 g_h 以上の画素を探索する。注目画素が閾値 g_h 以上であるとき、注目画素を開始点とし、近傍画素の中からラプラシアンフィルタ適用結果の値を降順にエッジの探索範囲を広げていき、閾値 g_l 以上の画素をエッジと判定することで図 2 に示すような結果を求める。

次に、抽出したエッジをベクトルトレーサー法を用いてストロークに変換する。求めたストロークに対して筆で描いたような質感を表現したテクスチャを貼りつけることで、輪郭線の結果を得る。

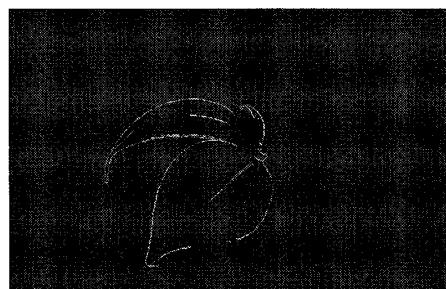


図 2 エッジ抽出

2.3 面の算出

面の算出では、平滑化処理の結果を用いて塗りつぶす領域を算出することで、墨で面を描いたような表現を行う。また、階調変換の処理を行うことで面の部分を異なる濃淡の墨で塗り重ねたときの表現を行う。

まず、平滑化処理の結果画像に対してフーリエ変換を用いて画像空間領域から周波数領域に変換する。水墨画で面を描いたとき、面の境界付近の濃淡が内部の濃淡よりも濃いことから、周波数領域に変換した結果に対して式(2)～(5)に示す中間の周波数を強調するフィルタを適用する。ここで、X 軸方向の周波数成分を u 、Y 軸方向の周波数成分を v 、閾数の値の範囲を[0-1]に正規化する閾数を N とする。

$$H(u, v) = H_{high}(u, v) + H_{b-emp}(u, v) \quad (2)$$

$$H_{high}(u, v) = 1 - G(u, v, \sigma_1) \quad (3)$$

$$H_{b-emp}(u, v) = N\{G(u, v, \sigma_2)G(u, v, \sigma_3)\} \quad (4)$$

$$G(u, v, \sigma) = \exp\left(-\frac{u^2 + v^2}{2\sigma^2}\right) \quad (5)$$

水墨画では明度が低い部分に墨で塗りつぶす特徴がある。そのため、フィルタを適用した後、周波数の符号を反転し、逆フーリエ変換を行うことで図 3 に示すような明度が低い領域を抽出する。逆フーリエ変換の結果の階調を反転することで物体の面を塗りつぶしたような表現を実現する。

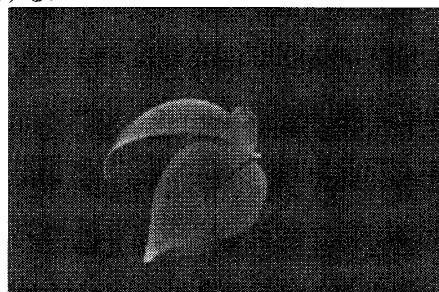


図 3 逆フーリエ変換の結果

次に、塗りつぶす領域の算出結果に対して Winnemöller らの階調変換関数^[3]を用いて階調を調整することで異なる濃淡で塗り重ねたような結果を求める。

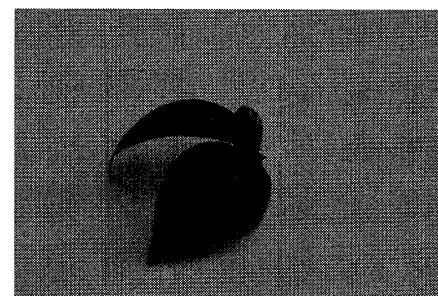
2.4 統合

輪郭線の算出、面の算出の処理で得られた結果を統合することで水墨画風画像として出力する。

まず、輪郭線の算出結果の階調を反転した画像を輪郭線の算出結果のアルファチャネルとして求める。次に、アルファブレンディングを用いて面の算出結果の上に輪郭線の算出結果を重ね合わせる。以上の処理で得られた結果を提案手法の出力結果とする。

3. 結果

図 4(a)に示す入力画像に対して提案手法における輪郭線の算出結果、面の算出結果をそれぞれ同図(b), (c)に示し、出力結果として得られる水墨画風画像の生成結果を同図(d)に示す。



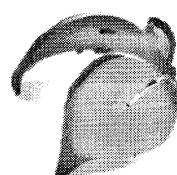
(a) 入力画像



(b) 輪郭線の算出結果



(c) 面の算出結果



(d) 統合処理の結果

図 4 水墨画風画像の生成結果

同図(b)に示すように、対象物体の特徴のある境界部分に線が描かれ、また、同図(c)に示すように、面の境界付近の濃淡が濃くなっていることがわかる。

4. おわりに

本研究では 2 次元画像に対して水墨画風画像に変換した画像を生成する手法を提案した。水墨画の表現方法の中の渲染法を対象とし、入力画像内の対象物体に対して水墨画で描く輪郭線、面を算出し、それらを重ね合わせることで水墨画風画像を生成した。

今後の課題として、輪郭線の対象物体の内部に存在する特徴のある境界線を抽出する方法の改善が挙げられる。

参考文献

- [1] 山田玉雲：“誰れでも描ける水墨画入門”，路傍社,pp.4-14, pp.40-51 (2001)
- [2] Carlo Tomasi, Roberto Manduchi : “Bilateral Filtering for Gray and Color Images”, International Conference on Computer Vision,pp.839-846(1998)
- [3] Holger Winnemöller,Sven C. Olsen,Bruce Gooch : “Real - Time Video Abstraction”, Proceedings of SIGGRAPH 2006,pp.1221-1226(2006)