ストロークの形状と色調により遠近表現する絵画風 CG 生成に関する研究

松井 将　剣持 雪子　小谷 一孔
北陸先端科学技術大学院大学　情報科学研究科
E-mail: {*mmasaru,kenmochi,ikko*}*@jaist.ac.jp*

概要　自然画像を入力して絵画風 CG を生成する手法について、画材のモデル化、ストロークの形状・色・配置などの検討をしてきた。これは入力画像を多重解像度解析してストロークで絵画風 CG を生成するもので、生成した画像は絵筆の筆跡を良く表せたが、遠近感に乏しいものであった。この原因はストロークの生成・配置の決定に輪郭方向特徴のみを用いており、対象の奥行き位置による描き分けを行っていないためである。本研究では、人が画像から奥行きを得る要因を挙げ、その要因から絵画における遠近表現技法を検討する。そして、自然画像と距離情報を入力として、距離と輪郭方向特徴を利用してストローク形状と色を決定することで自然な遠近感を表現することを試みる。

Generate painting style CG with the distance feeling by shape and color of the stroke

MATSUI Masaru　KENMOCHI Yukiko　KOTANI Kazunori
Graduate School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
E-mail: {*mmasaru,kenmochi,ikko*}*@jaist.ac.jp*

Abstract　This paper describes the generated technique a painting style CG by which the distance feeling is given by changing shape and the tone of the stroke. As for the technique by which painting style CG is generated, painting materials and the stroke are the shape, are the color, and have been arranged. has been examining it. As a result, the handwriting of the brush was able to be expressed excellently. However, the distance was not able to be expressed. Then, referring to the depth perception factor and the technique of painting The parameter of shape and the color of the stroke is changed based on distance information. Painting style CG by which the distance feeling is given is generated.

1　はじめに

ゲーム・TV・映画・個人ユースなどのエンターテインメントの分野からノンフォトリアルな CG 表現に対するデマンドがある。

我々は自然画像を入力して絵画風 CG を生成する手法について、画材のモデル化、ストローク（筆跡）の形状・色・配置の決定方法について検討をしている。

これまで 2 次元画像を多重解像度解析して輪郭方向特徴を抽出し、得られた輪郭方向に沿ってストロークを配置して絵画風 CG を生成する方法について検討してきた [1]。

生成した画像は絵筆の筆跡を良く表せたが、遠近感に乏しいものであった (図 1)。これはストロークの生成・配置の決定に輪郭方向特徴のみを用いており、対象の奥行き位置による描き分けを行っていなかったためである。

本研究では、人が画像から奥行きを得る要因を挙げ、その要因から絵画における遠近表現技法を検討する。そして、自然画像と距離情報を入力として、距離と輪郭方向特徴を利用してストローク形状と色を決定することで自然な遠近感を表現することを試みる。

図 1: (上) 入力画像 (下) 輪郭方向特徴のみによりストローク生成した絵画風 CG

2　奥行き知覚要因と遠近表現技法

遠近感とは 2 次元の画像から奥行きを感じることである。絵画では様々な技法を用いて遠近

感を表現している、絵画の遠近表現技法と認知心理学の奥行き知覚要因との関係により、どのようにストロークを変化させれば自然な遠近感が得られるかを考察した。実際の絵画に多く用いられている代表的な奥行き知覚要因の名称とその現象を以下に挙げる [2][3][4]。

1. 相対的大きさ … 遠くにある対象程小さく見える
2. 線遠近法 … 視線と平行な線は視点から離れるにつれ焦点に集まる
3. 対象の重なり … 対象の重なり合いにより相対的な奥行きを感じる
4. 大気遠近法 … 空気中の微粒子により遠方の光が吸収・散乱を受ける
5. 色彩 … 対象の色調により知覚する奥行き感が異なる

これらの奥行き知覚要因のうち、絵画に多く用いられていること、原画像のオブジェクトの形状を大きく変形しないこと、ストロークによる遠近表現が可能なこと、などの理由により 4. 大気遠近法と 5. 色彩を考える。

2.1 大気遠近法と色彩

大気遠近法とは、遠方にある対象からの光が空気中の微粒子により散乱吸収を受け、細部がぼやける、コントラストが減少する、色の彩度・明度が低下する、などの変化を起こす現象を指す (図 2)[5][6]。

例えば進出色、後退色のように色の明度、彩度、色相によって遠近感を感じることがあるし、暖色系で高明度高彩度の色ほど手前に知覚される傾向がある [7][8][9]。

絵画では大気遠近法を利用した遠近表現技法として、それぞれの対象の遠近によって表 1 のような描き分けがされている [10][11][12][13]。

これらの描き分けを参考にした遠近表現を試みる。

3 絵画風 CG 表現

本研究で用いる絵画風 CG 表現アルゴリズムでは、多重解像度解析して得られた輪郭方向特徴に沿ってストロークを描いている [1]。ストローク生成に用いる輪郭方向特徴を低解像度にすると大きな輪郭に沿って描くようになる。これを利用して遠くの対象は低解像度の輪郭方向特徴を用いて大まかな輪郭のみを描き細部は描かない。また、ストローク形状を変化させることによっても距離による解像度の変化を試みる。

また、色彩の奥行き知覚や空気中の微粒子により『色の彩度・明度が低下』『コントラストが減少』という現象をストロークの色調を変化させることにより再現することを試みる。

対象までの距離により輪郭方向特徴の解像度、ストローク形状、色をどのように変化させるかを表 2 にまとめる。

図 2: 大気遠近法が表れている画像

表 1: 大気遠近法を用いた絵画の遠近表現技法

	対象までの距離	
	近距離	遠距離
ストローク	小さい	大きい
描き方	荒らい、密	穏やか、粗
色調	鮮やかな	くすんだ

表 2: 距離情報に基づいたストロークの決定

ストロークを	距離情報	
決定する要素	近距離	遠距離
ストローク形状	短く小さい	長く大きい
輪郭方向特徴	高解像度	低解像度
ストロークの色	高明彩度	低明彩度

3.1 絵画風 CG 表現の処理過程

本研究の絵画風 CG 表現の処理過程を図 3 に示す。

まず、自然画像とその各画素に対応した距離情報を入力とし、次に自然画像の輝度情報を多重解像度解析し輪郭方向特徴を抽出する。

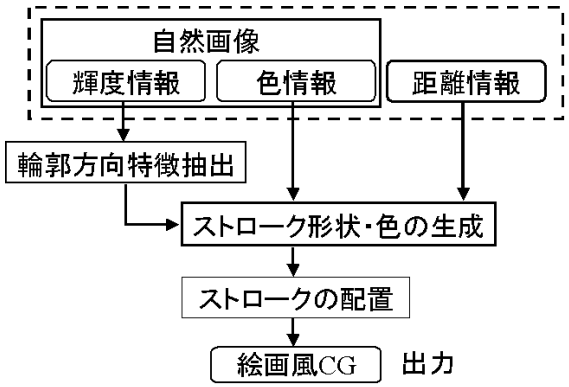

図 3: 絵画風 CG 表現の流れ

得られた輪郭方向特徴と色情報、距離情報によりストロークの形状・色を生成・配置し絵画風 CG を生成する。

これらの処理のうち、ストローク生成時に距離情報に基づいてストロークの形状と色調を変化させる。

また、用いる輪郭方向特徴の解像度も距離情報により変化させる。

3.2 ストローク形状の変化による遠近表現

ストロークの生成手順は、まず中心点列を輪郭方向特徴により生成し、それからストローク幅 l_n を求めアウトライン点を決定する (図 4)。そしてアウトライン内部を着色してストロークを生成する。

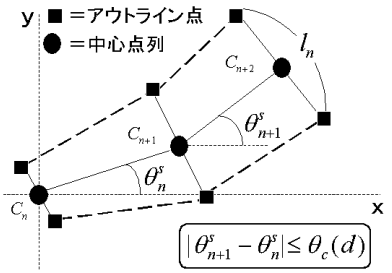

図 4: ストローク形状の生成過程

対象の遠近によって生成するストローク形状を変化させる。ストローク形状は、筆の形状の種類、硬さ、太さ、長さ、筆圧、筆を動かす方向と筆先の方向の差、から決定する。

まず、ストローク形状の中心点として、入力画像内の一点 C_n の座標をランダムに選択する。点 C_n の座標を $Cn(x, y)$ とすると、点 C_{n+1} の座標は (1) 式で表される。

$$C_{n+1}(x, y) = C_n(x + l_c cos\theta^s_n, y + l_c sin\theta^s_n) \quad (1)$$

ここで、l_c は次の中心点までの距離 (現時点では 8pixel で固定)、θ^s_n は点 C_n の輪郭特徴の方向であり、距離情報により多重解像度解析のスケールパラメータを変化させた解像度の異なる輪郭方向特徴を用いる。

(2) 式の条件を満たす間、(1) 式を計算する。

$$|\theta^s_{n+1} - \theta^s_n| < \theta_c(d) \quad (2)$$

ここで $0 \le \theta_c(d) \le \pi$ であり、 $\theta_c(d)$ が大きい程ストロークが長くなる。この為、距離情報により $\theta_c(d)$ を与えることで、ストロークの長さを変化させることができる。

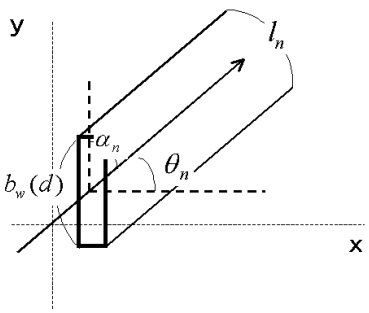

図 5: ストローク幅の決定

ストロークの幅 l_n は (3) 式により決定する (図 5)。p_n は筆圧、h は筆の毛の硬さ、m_n はストロークの幅の最大値を示す。

$$l_n = \begin{cases} \frac{m_n}{\sqrt{h}}\sqrt{p_n}, & (0 \le p_n < h) \\ m_n, & (h \le p_n) \end{cases} \quad (3)$$

$$m_n = \begin{cases} -\frac{4b_l(d)}{\pi}\alpha_n + 2b_l(d) + b_w \\ (0 \le \alpha_n < \frac{\pi}{2}) \\ \frac{4b_l(d)}{\pi}\alpha_n - 2b_l(d) + b_w \\ (\frac{\pi}{2} \le \alpha_n < \pi) \\ -\frac{4b_l(d)}{\pi}(\alpha_n - \pi) + 2b_l(d) + b_w \\ (\pi \le \alpha_n < \frac{3\pi}{2}) \\ \frac{4b_l(d)}{\pi}(\alpha_n - \pi) - 2b_l(d) + b_w \\ (\frac{3\pi}{2} \le \alpha_n < \pi) \end{cases} \quad (4)$$

b_w は筆の太さ、$b_l(d)$ は筆の毛の長さ、 α_n は筆の進行方向と筆の先端の向きとの差である。

ここで、ストロークの幅を変化させるパラメータとして $h, p_n, b_w, b_l(d), \alpha_n$ がある。

そのうち $b_l(d)$ を距離情報により変化させて、ストローク幅を変化させる。

実際に $b_l(d)$ の値を変化させて生成したストローク形状を図 6??に示す。

図 6: ストローク生成例

3.3 色調の変化による遠近表現

遠距離の対象からの光は空気中の微粒子により散乱して、彩度・明度が低下しコントラストが減少する。今回は対象の遠近によってストロークの彩度を変化させることを試みる。

色情報は RGB 表色系で与えられているので彩度だけを変化できるように $L^*a^*b^*$ 表色系に変換し、(5) 式のように距離によって彩度を変化させる [7][8][9]。

ここで $p(d)$ は距離によって変化させる係数である。

$$\begin{aligned} a' &= ap(d) \\ b' &= bp(d) \end{aligned} \tag{5}$$

4 絵画風 CG 生成実験

距離情報の値により入力画像の各領域を遠距離・近距離に分離し、各領域のストローク生成のパラメータ $\theta_c(d)$, $b_l(d)$,$p(d)$ それぞれに表 3 のように与えた。これらの値は実験的に選んだ。

表 3: ストロークパラメータの値

変化させる	対象までの距離	
パラメータ	近距離	遠距離
$\theta_c(d)$	$\pi/16$	$\pi/8$
$b_l(d)$	3.0	2.0
$p(d)$	1.0	0.8

4.1 入力画像

入力画像として 512x512[pixel] の自然画像 (図 7) と遠近の距離情報 (図 8) を用いた。

距離情報は白い領域が手前で黒い領域が奥にある事を示す (図 8)。

図 7: 自然画像

図 8: 距離情報

4.2 出力画像

輪郭方向特徴のみを用いてストロークを生成した画像 (図 9) と、ストロークを変化させた画像 (図 10) と、色調を変化させた画像 (図 11) 及び、それぞれの画像の 1 部を拡大した画像を示す (図 12)(図 13)(図 14)。

図 9: 輪郭方向特徴のみによりストロークを生成した絵画風 CG

図 10: 距離情報によりストローク形状を変化させた絵画風 CG

図 11: 距離情報により彩度を変化させた絵画風 CG

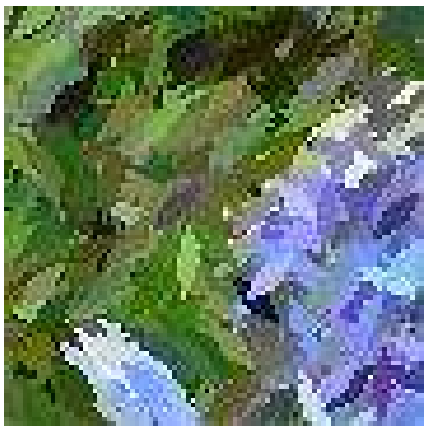

図 12: 図 9 の一部の拡大図

図 13: 図 10 の一部の拡大図

図 14: 図 11 の一部の拡大図

輪郭方向特徴のみを用いてストロークを生成した画像と比較して、距離情報によりストロークの形状を変化させた画像のほうが遠距離の対象を描くストロークが大きく、遠距離によりぼやける現象を再現している。

また、距離情報により彩度を変化させた画像は遠距離の対象の彩度が低下する現象の再現を試みたものであるが、主観的な評価では効果について意見が分かれた。

5 まとめ

本研究では遠近感のある絵画風 CG 生成のために奥行き知覚要因と絵画の技法との関係からストローク形状と色調を変化させる遠近表現について検討した。

奥行き知覚要因と絵画の遠近表現技法との関係からストロークをどのように変化させれば自

然な遠近感のある画像を生成できるかを検討した。距離情報によって、ストローク形状と色調を変化させて遠近表現を行った絵画風 CG を生成した。今後の課題は、明度、コントラストの変化や補色などの技法の検討と、生成した画像の評価方法について検討する。

参考文献

[1] 福島 範幸, 小谷 一孔 “手書き風グラフィックス生成におけるアウトライン筆モデルの構築”, 情報処理学会研究報告,98-CVIM-109,pp.125-132,1998.

[2] 田崎 京二, 大山 正, 樋渡 涓二 “視覚情報処理”, 浅倉書店,1992.

[3] J.J. ギブソン “生態学的視覚論”, サイエンス社,1997.

[4] 八木 昭宏 “知覚と認知”, 培風館,1997.

[5] ロバート・L・ソルソ “脳は絵をどのように理解するか ”, 新曜社,1998.

[6] 日本視覚学会編 “視覚情報処理ハンドブック”, 朝倉書店,2000.

[7] 山中 俊夫 “色彩学の基礎”, 文化書房博文社,1997.

[8] 納谷 嘉伸 “産業色彩学”, 朝倉書店,1994.

[9] 太田 登 “色彩工学”, 東京電機大学出版局,1994.

[10] 視覚デザイン研究所 “油絵ノート・風景画”, 視覚デザイン研究書,1992.

[11] 視覚デザイン研究所 “巨匠に教わる絵画の技法”, 視覚デザイン研究書,1998.

[12] 斎藤雅之 “油絵入門”, 梧桐書院, 1994.

[13] ジェレミー・ゴードン著、水沢 勉訳 “油彩の技法百科”, グラフィック社, 1994.