ストロークと色調により遠近表現する絵画風 CG 生成に関する研究

Generate give perspective to pictorial CG
by storoke and tone of color

松井将　　剣持雪子　　小谷一孔
MATSUI Masaru　KENMOCHI Yukiko　KOTANI Kazunori

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
School of Information Science ,JAIST

Abstract: This paper describes method of give perspective to pictorial CG. This method is based on Depth perception. A ray from distant object is changed by particles in the atmosphere . 1:fade object outline,2:lower contrast lightness and chroma. We construct model of it phenomenon. And, we generate give perspective to pictorial CG by decide stroke parameter by it model.

1 はじめに

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・配置などの検討を行っている。これまで 2 次元画像を多重解像度解析してストロークで絵画風 CG を生成する方法について検討してきた。

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。原因として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し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のモデル化の検討を行う。そして、自然画像と距離情報を入力して、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により自然な遠近感を表現する。

2 奥行き知覚要因と遠近表現技法

遠近感とは平面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遠近感を表現しようとしている。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 [1][2][3]。

(1) 相対的大きさ … 対象が遠くにある程小さく見える
(2) 遠近法 … 視線と平行な線は離れると焦点に集まる
(3) 対象の重なり … 対象の重なりにより奥行きを感じる
(4) 大気遠近法 … 空気中の微粒子による光の吸収・散乱
(5) 色彩 … 対象の色調により進出や後退して見える

これらの奥行き知覚要因の内、実際の絵画に多く用いられている、原画像のオブジェクトの形状を大きく変形しない、等の理由により大気遠近法を用いた遠近表現技法をモデル化の対象とする。

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 [2][7]。

2.1 大気遠近法を用いた遠近表現

絵画では大気遠近法を利用した遠近表現技法として、遠くの対象は大まかな輪郭のみを描きディティールは描かない、筆跡を大きく長く、色調は穏やかに描いている (表 1) [5][6]。

表 1: 大気遠近法を用いた絵画の遠近表現技法

主な描く要素	対象の距離	
	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	明るい、鮮やか	暗い、くすんでいる

本研究での絵画風 CG 生成システムでは、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。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描くことにより、大気遠近法の『細部がぼやける』という現象を再現する。更に、ストロークの大きさを変えることにより距離による解像度の変化を再現することを試みる [8]。

また、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。

対象の遠近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。

表 2: 距離情報に基づいたストロークの決定

ストロークを決定する要素	距離情報	
	近距離	遠距離
ストローク形状	短く、幅は狭く	長く、幅は広く
輪郭方向特徴	高解像度	低解像度
ストロークの色	高明度、高彩度	低明度、低彩度

3 絵画風 CG 表現

本研究の絵画風 CG 表現の処理過程を図 1 に示す。

これらの処理のうち、ストローク生成時に、距離値に基づいてストロークパラメータを決定することにより遠近表現技法のモデル化を検討する。また用いる輪郭方向特徴の解像度を距離情報により変化させて大まかな輪郭のみを描く、などの遠近表現技法のモデル化を検討する。

3.1 ストロークの生成

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 (図 2)[4]。まず、ストロークの中心点列を決定し、それからストローク幅のアウトライン点を決定する。最後にストローク内部を着色してストロークを生成する。

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 (xC_n, yC_n) とすると、点 C_{n+1} の座標は式 1 で表される。

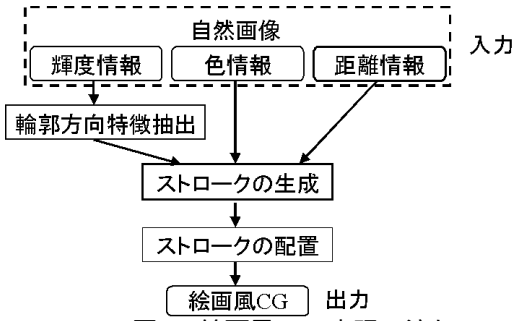

図 1: 絵画風 CG 表現の流れ

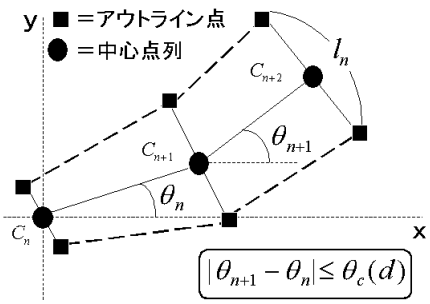

図 2: ストロークの生成過程

$$\begin{aligned} xC_{n+1} &= xC_n + l_c cos\theta_n \\ yC_{n+1} &= yC_n + l_c sin\theta_n \end{aligned} \tag{1}$$

ここで、l_c は次の中心点までの距離 (8pixel)、θ_n は点 C_n の輪郭特徴の方向 (rad) である。

式 2 の条件を満たす間、式 1 を計算する。

$$|\theta_{n+1} - \theta_n| \le \theta_c(d) \tag{2}$$

ここで $\theta_c(d)$ は $0 \le \theta_c(d) \le \pi$ であり、値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 $\theta_c(d)$ の値を変化させて、ストロークの長さを変化させる。

ストロークの幅 l_n は式 3 により決定する。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。

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

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

b_w は筆の太さ、$b_l(d)$ は筆の毛の長さ、 α_n は筆を動かす方向の差である。

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。

アウトライン内の色は最初に決定した中心点 C_n の色 (r,g,b) を用いる。

$$\begin{aligned} r' &= r + c(d) \\ g' &= g + c(d) \\ b' &= b + c(d) \end{aligned} \tag{5}$$

c(d) は距離値により変化させる値である。また、色の決定に揺らぎを与えることにより色の変化が緩やかな位置でもストローク形状が見えるようになる。

4 絵画風 CG 生成

4.1 ストロークパラメータの値

距離情報の値を閾値によりいくつかの段階に分離し、それに従いパラメータを決定する。今回は遠近の 2 段階により $\theta_c(d), b_l(d)$ の値を以下のように決定しストローク形状を決定した。値は実験により経験的に定めた (表 3)。

表 3: ストロークパラメータの値

変化させるパラメータ	対象の距離	
	近距離	遠距離
$\theta_c(d)$	$\pi/16$	$\pi/8$
$b_l(d)$	3	2

4.2 生成したストローク形状

上記のモデルとパラメータによって距離画像を入力としストロークを生成した。図 3 に遠距離と近距離でのストローク形状の違いを例示する。

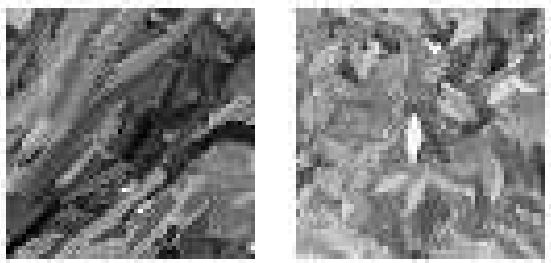
図 3: ストローク形状 (a) 遠距離の場合 (b) 近距離の場合

4.3 絵画風 CG の生成例

実際に距離画像を入力して絵画風 CG を生成した。

図 4: (左) 遠近表現した画像,(右) 遠近表現していない画像

5 まとめ

絵画風 CG 生成において奥行き知覚要因と遠近表現技法との関係に基づいて輪郭方向特徴の解像度、ストローク形状、色のパラメータを変化させることにより遠近表現する手法について検討した。距離情報に基づいて、ストローク形状を変化させることにより良好な遠近表現が行えた。

参考文献

[1] 田崎 京二, 大山 正, 樋渡 涓二 “視覚情報処理”, 浅倉書店,1992.
[2]J.J. ギブソン “生態学的視覚論”, サイエンス社,1997.
[3] 八木 昭宏 “知覚と認知”, 培風館,1997.
[4] 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.
[5] 視覚デザイン研究所 “油絵ノート・風景画”, 視覚デザイン研究所,1992.
[6] 視覚デザイン研究所 “巨匠に教わる絵画の技法”, 視覚デザイン研究所,1998.
[7] 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.
[8] 日本視覚学会編 “視覚情報処理ハンドブック”, 朝倉書店,2000.

〒 923–1292 石川県 能美郡 辰口町 旭台 1–1
北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Phone 0761–51–1231　E-mail mmasaru@jaist.ac.jp