

# 絵具の透過特性を考慮した薄塗り技法の表現による 絵画風CG画像生成に関する研究

北陸先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科  
西出 諭二 剣持 雪子 小谷 一孔



## はじめに

### 背景

- ノンフォトリアリスティックCG
- 自由な画像表現
- 効率的な情報の伝達

### 絵画風CG画像生成

- アウトライン筆モデルによるストローク生成
- 筆の特性とキャンパスのモデル化
- ストロークによる遠近表現



図1 入力画像



図2 生成画像



図3 入力画像



図4 生成画像

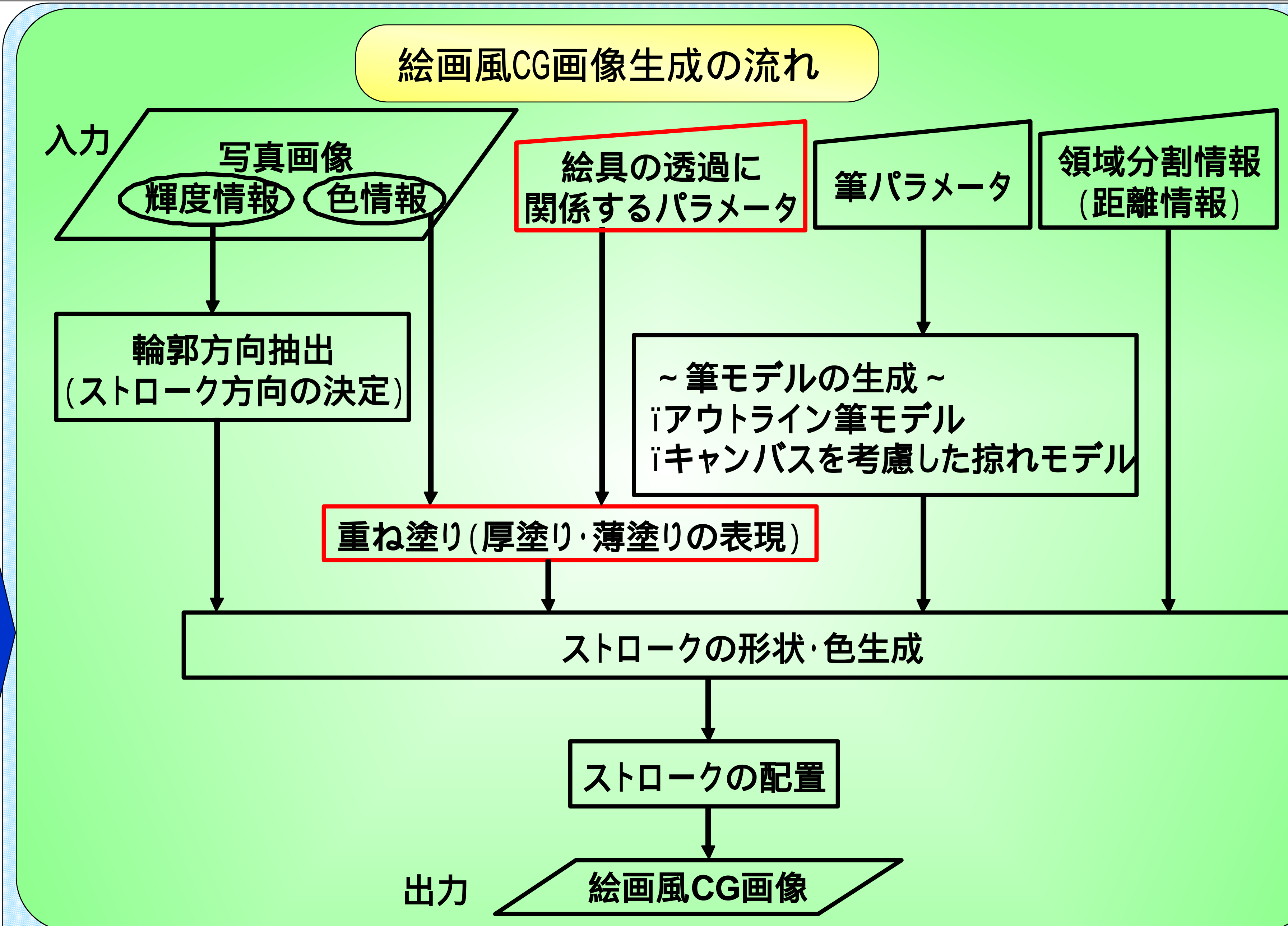
これらは、描画技法表現において厚塗りにより表現する絵画風CG画像生成に取り組んできた。しかし、絵画の主要な描画技法の重ね塗りと薄塗りがある。そこで、残された薄塗り技法による表現について検討する。

### 目的

薄塗り技法を考慮し、より広範囲な絵画の質感を表現することに取り組む。  
また、厚塗り・薄塗りによる表現が可能な、絵画風CG画像自動生成アプリケーションを開発する。

### まとめ

ストロークの重なり領域に簡易的に算出した重色を配置することで、ストロークの重なり・透過を表現した。厚塗り表現による質感表現と、本手法による薄塗りの表現が可能なアプリケーションを開発した。



## ストロークの形状生成

ストローク形状の中心点として入力画像内の一点  $C_n(x, y)$  を選択する。

$C_{n+1}$  は式(1)で表される。

ここで  $\theta_n$  は点  $C_n$  の輪郭方向

$$C_{n+1}(x, y) = C_n(x + l_n \cos \theta_n, y + l_n \sin \theta_n) \quad (1)$$

式(2)の条件を満たす間、式(1)を計算する。

$$|\theta_{n+1} - \theta_n| < \theta_c \quad (2)$$

ストローク幅  $l_n$  を求める。

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

$$m_n = \begin{cases} -\frac{4b}{\sqrt{h}} \alpha_n + 2b_l + b_w & \text{if } 0 \leq \alpha_n < \frac{\pi}{2}, \\ \frac{4b}{\sqrt{h}} \alpha_n - 2b_l + b_w & \text{if } \frac{\pi}{2} \leq \alpha_n < \pi, \\ -\frac{4b}{\sqrt{h}} (\alpha_n - \pi) + 2b_l + b_w & \text{if } \pi \leq \alpha_n < \frac{3\pi}{2}, \\ \frac{4b}{\sqrt{h}} (\alpha_n - \pi) - 2b_l + b_w & \text{if } \frac{3\pi}{2} \leq \alpha_n < 2\pi \end{cases} \quad (4)$$

このようにストロークの形状が決定され配置される。

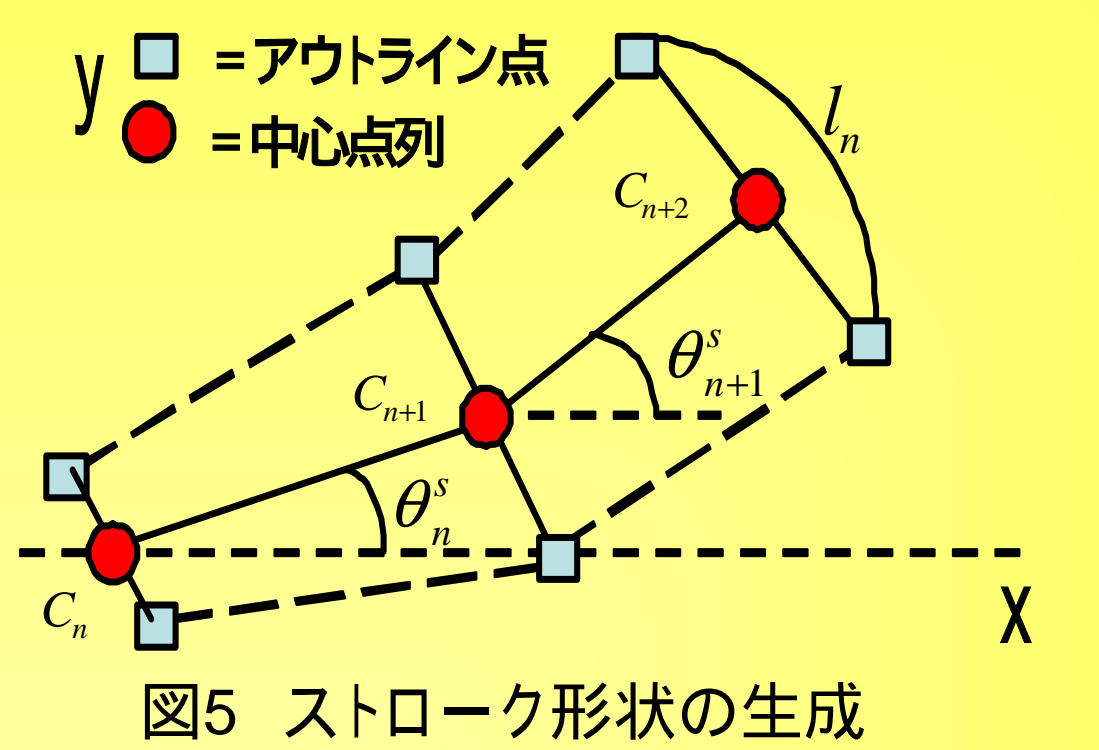


図5 ストローク形状の生成

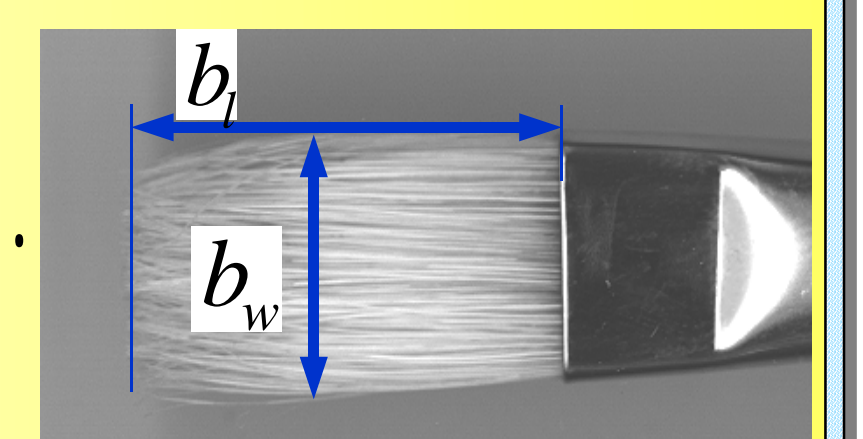


図6 筆, およびそのパラメータ

- $n$ : ストロークの中心点のindex
- $l_n$ : ストローク幅
- $h$ : 筆の長さ
- $p_n$ : 筆圧
- $m_n$ : ストローク幅の最大値
- $\alpha_n$ : 筆先と筆の進行方向との角度差

## 薄塗り表現のためのストロークの色決定

実際の絵画の描画において薄塗りを行った場合、顔料は図7のように配置される。

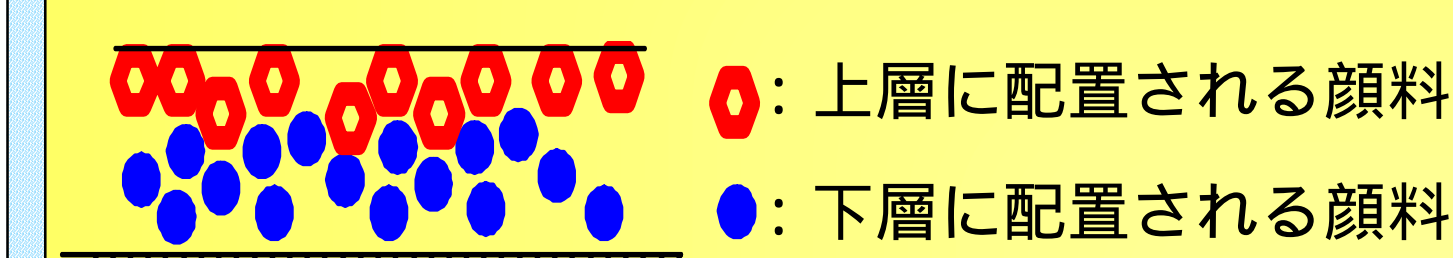


図7 薄塗りされた絵具の顔料の状態



図8 薄塗りによるストローク

### 重色の決定方法

- 自動描画の実現
- 処理コストの低減

視覚特性を利用し、薄塗り技法を表現するのに十分な結果が得られる簡易モデルを用いる。

### 視覚特性 透明視

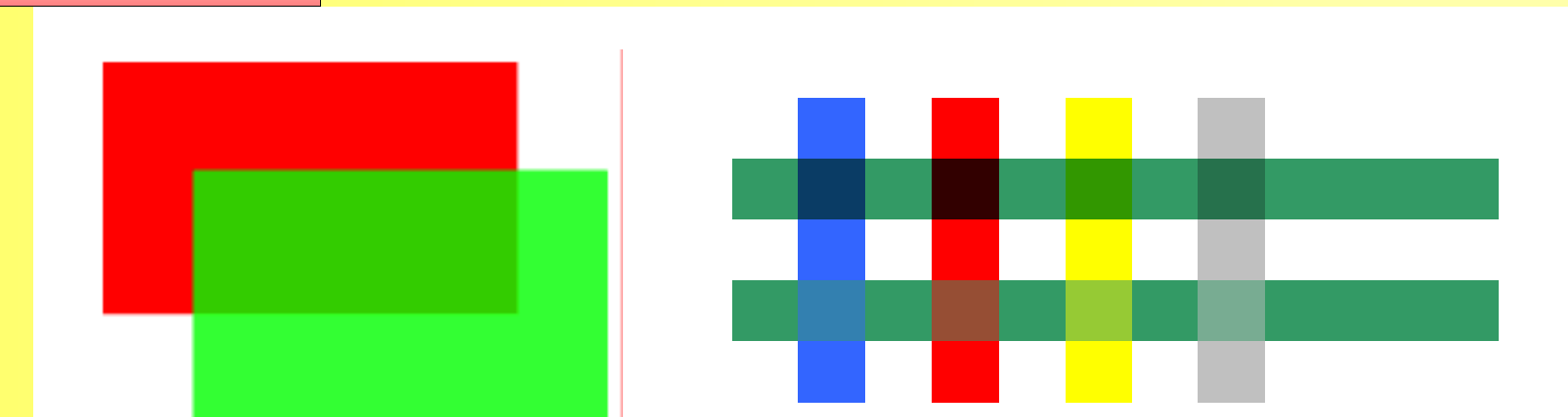


図9 透明視

重なり領域に2つの面の色の加法混色線上の色度を呈示すると、重なり領域の色は2つの面の色に分離して知覚され、透明視が成立する。

## 重色の簡易計算

重色は光が絵具層を透過することにより起こる現象である。光の透過率を式(5)のように表す。

$$a(d) = \frac{I}{I_0} = e^{-kcd} \quad (5)$$

$I_0$ : 入射光強度  
 $I$ : 透過光強度  
 $c$ : 絵の具の顔料濃度  
 $k$ : 材質により決定される係数  
 $d$ : 透過率

上式の透過率により重色は中間混色を用いて式(6)のように与える。

$$C = \begin{cases} (1-a(d))C_1 + a(d)C_2 & \text{if } 0 \leq d < d_{\max} \\ C_1 & \text{if } d \geq d_{\max} \end{cases} \quad (6)$$

- $C = (R, G, B)$ : 重なり部分の色
- $C_1 = (R_1, G_1, B_1)$ : 上の絵具層の色
- $C_2 = (R_2, G_2, B_2)$ : 下に配置された絵具の色
- $d$ : 絵具層の厚さ
- $d_{\max}$ : 下層を隠蔽するのに十分な絵具層の厚さ
- $a(d)$ : 絵具層の透過率 ( $0 \leq a(d) \leq 1$ )

本研究では透過率を変化させて重色を決定し、絵画風CG画像を生成する。

## 結果 (出力画像)



図10 厚塗りによる生成画像

図11 薄塗りによる生成画像



図12 厚塗りによる生成画像

図13 薄塗りによる生成画像