

毛筆文字におけるくりこみ群を用いた

2H-5

かすれ表現の一手法

真野 淳治

中村 剛士

世木 博久

伊藤 英則

名古屋工業大学

1 はじめに

筆者らは、これまでユーザの個性が反映した毛筆文字を生成することを目的とした毛筆文字出力システムを研究、開発してきた。その研究のひとつに、かすれの表現がある。毛筆文字におけるかすれは、個性を表現するための重要な要素の一つであり、芸術的な視点からもその表現は批評の対象となる。筆者らはフラクタル（アフィン変換）を用いることにより、毛筆文字のかすれ表現を実現している [1]。

本研究では、筆の墨の量の変化に着目し、墨が筆に染み込む様子をくりこみ群 [3] を用いてモデル化することを行なった。このことにより毛筆文字におけるかすれの表現を試みた。

なお、書体の輪郭には従来のシステム [1][2] と同様のものを用いている。

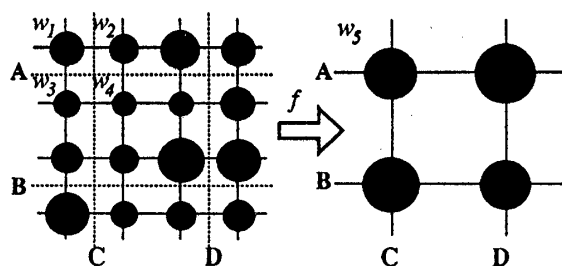
2 かすれ表現

本システムでは、以下に述べる筆モデルで求められた墨量を用い、疑似的に墨を紙に染み込ませることでかすれを表現する。

2.1 くりこみ関数

本システムで用いるくりこみ関数 f を以下のように定義する。またそのイメージ図を図1に示す。

$$\begin{aligned} w_5 &= f(w_1, w_2, w_3, w_4) \\ &= w_1 + w_2 + w_3 + w_4 \end{aligned} \quad (1)$$

図1: くりこみ関数 f のイメージ図

2.2 筆モデル

まず筆のモデル化の方法を示す（図2参照）。

- 筆を階層的に n 層に区切る ($L^i: i = 1, 2, 3, \dots$)。

A Scratch-Expression of Calligraphy Characters Using Renormalization Group

Junji Mano, Tsuyoshi Nakamura, Hirohisa Seki and Hidenori Itoh.

Nagoya Institute of Technology.

Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya 466, Japan

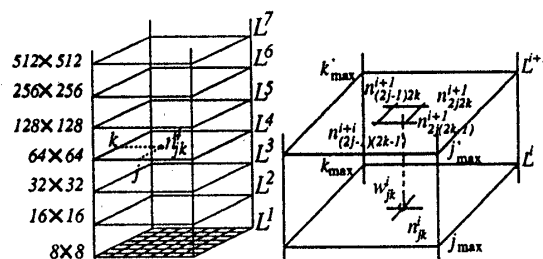


図2: 筆のモデル

- 各層を格子状とし、 L^i の格子点を n_{jk}^i とする。
- L^{i+1} の格子点数は L^i の格子点数の4倍とする。
- n_{jk}^i に付けた重み (w_{jk}^i) で墨量を表現する。

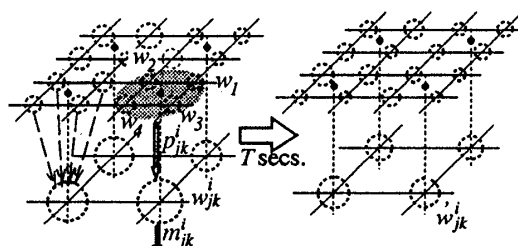
次に墨が徐々に下層に染み込む処理を図3に示す。墨の流動性を表すために流動指数 α を用いる。ここで流動指数 α は T 秒間に L^{i+1} から L^i に染み込む墨量の L^{i+1} の総墨量に対する割合とする。 w_{jk}^i を時刻 t での n_{jk}^i の墨量、 p_{jk}^i 、 m_{jk}^i それぞれを T 秒間に n_{jk}^i に染み込む墨量、 n_{jk}^i から流れ落ちる墨量とする。 T 秒後の時刻 $t+T$ での n_{jk}^i の墨量 w_{jk}^{i+1} は次式で表される。

$$w_{jk}^{i+1} = w_{jk}^i - m_{jk}^i + p_{jk}^i \quad (2)$$

ここで p_{jk}^i は流動指数 α とくりこみ関数 f を用いて決定する。

$$\begin{aligned} p_{jk}^i &= \alpha f(w_{J_1 K_1}^{i+1}, w_{J_2 K_1}^{i+1}, w_{J_1 K_2}^{i+1}, w_{J_2 K_2}^{i+1}) \\ &= \alpha (w_{J_1 K_1}^{i+1} + w_{J_2 K_1}^{i+1} + w_{J_1 K_2}^{i+1} + w_{J_2 K_2}^{i+1}) \\ (J_1 = 2j, J_2 = 2j-1, K_1 = 2k, K_2 = 2k-1) \end{aligned} \quad (3)$$

$$m_{jk}^i = \alpha w_{jk}^i \quad (4)$$



$$\begin{aligned} w_1 &= w_{2j2k}^{i+1}, \quad w_2 = w_{(2j-1)2k}^{i+1}, \\ w_3 &= w_{2j(2k-1)}^{i+1}, \quad w_4 = w_{(2j-1)(2k-1)}^{i+1} \end{aligned}$$

図3: 墨の染み込む様子

図 4: α および階層数を変えた時の出力例

以上が筆をモデル化する方法である。この筆モデルを用いて紙に染み込む墨量を決定するが、本システムでは最下層 L^1 の各格子点 n_{jk}^1 からのみ墨が紙に染み込むものとする。入力されたストロークに沿って筆モデルを動かしていき、 n_{jk}^1 が輪郭内にある場合のみ、 n_{jk}^1 から墨を染み込ませる。本システムでは筆モデルが1ピクセル移動した時点で墨を染み込ませる処理を実行する。その時の n_{jk}^1 から紙に染み込む墨量 q_{jk} は次のように決定する。

$$q_{jk} = \frac{\beta}{\log(d_t + 1) + 1} \left(w_{jk}^1 + \frac{p_{jk}^1}{d_t} \right) \quad (5)$$

ここで β は、T 秒間に L^1 から紙に染み込む墨量の L^1 の総墨量に対する割合を表し、 d_t は、時刻 t から T 秒間の筆の移動距離を表す。式 5 によって求められた墨量 q_{jk} に応じて n_{jk}^1 の位置の周囲に黒点をプロット、すなわち紙に墨を染み込ませていく。

本システムでは n_{jk}^1 がある位置を中心として同心円状に墨が広がっていくものとし、その半径 r_{jk} を q_{jk} を用いて次のように決定する。

$$r_{jk} = \log_a(q_{jk} + 1) \quad (6)$$

また q_{jk} がある一定値 c を越える場合には、大量のじみ表現するため墨の色を薄くしてさらに半径を大きくする。その半径 $\hat{r}_{jk}$ は次式で決定する。

$$\hat{r}_{jk} = r_{jk} + \log_b(q_{jk} - c + 1) \quad (7)$$

3 出力例と評価

前述の α , β および階層数を変えることにより、墨の染み込み方が変化し、それによってかすれの度合も変化する。図 5 は、 β (式 5) の値を 0.05 に固定し、 α および階層数を変えて毛筆文字「春」を書いた時の最下層 L^1 の総墨量 ($\sum_{j,k} w_{jk}^1$) の変化である。その中のいくつかの出力例を図 4 に示す。なお、これらの出力例では式 6 および式 7 の各パラメータを $a = 2$ (式 6), $b = 2, c = 15$ (式 7) としている。

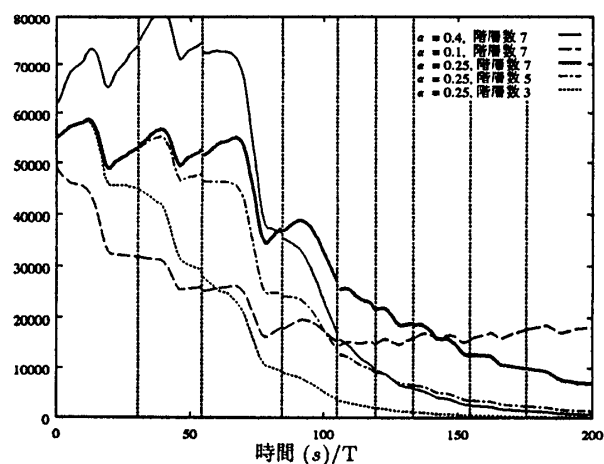
最下層 L^1 の墨の総量 ($\sum_{j,k} w_{jk}^1$)

図 5: 最下層の総墨量の変化

4 おわりに

本システムは、筆における墨量の変化をモデル化することで毛筆書体におけるかすれを疑似的に表現した。これによりユーザはかすれ度合の異なる様々な毛筆漢字を書くことができる。今後は墨を紙に染み込ませるための評価式を再検討し、より自然なかすれに近付けていく予定である。

参考文献

- [1] 中村 他：毛筆書体におけるフラクタルを用いたかすれ表現, 第 11 回ファジィ・システム・シンポジウム講演論文集, pp.756-757, 1995.
- [2] T. Nakamura et al: Fuzzy-Based Writing System for Acquiring Good Writing Skill of Brush Characters Based on the Analysis of Writing Speed, Proc. of THE 3rd Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI '94), Vol.2, pp.822-827, 1994.
- [3] K.G.Wilson and J.Kogut: Renormalization group and ϵ -expansion, Phys. Repts. C12(1974)75.