

# 毛筆シミュレーションシステムの開発

## A Simulation of Japanese Calligraphy Using Leap Motion

小林 享生<sup>†</sup>  
Makoto Kobayashi<sup>†</sup>

齊藤 剛<sup>†</sup>  
Tsuyoshi Saitoh<sup>†</sup>

### 1. はじめに

毛筆を行う際には、筆・硯・墨など多くの道具と用紙、そしてこれらを置くための十分な広さの空間が必要であり、これらを満たさなければ毛筆を気軽に楽しむことは難しい。

毛筆を仮想的に実現する研究は多く存在 [1][2] するが、特殊なハードウェア環境や大掛かりな装置となるため、手軽さに欠ける。一方、専用のペンを持つペンタブレットを用いる場合は、毛筆としての3次元的な筆の動きが損なわれるという問題がある。

そこで本研究では、毛筆本来の筆の動かし方を損ねずに、少ないデバイスでより気軽に書を楽しむことを目的とし、コンピュータ上で仮想的に毛筆を実現する手法・システムの開発を行う。本稿ではシステムの実装方法と使用例を示す。

### 2. システム概要

実際の毛筆・書では、3次元空間中での筆の動きを2次元の紙面上に表現することで、毛筆特有の筆跡を作り出している。本研究では、筆に見立てた棒の先端の3次元空間上の座標と傾きを、LeapMotionのツールトラッキング機能を用いて取得し、画面上にそれに基づいた筆跡を描画することで仮想的に毛筆を再現する方式を取った。また、正面の画面を見ながら手元の机上に文字を書くのでは現実性が損なわれるため、机と水平にディスプレイを設置し、その上で筆の代わりとなる棒を動かすこととした。これにより、簡易筆の先端と描かれる位置が一致し、実体感が得られる。本システムはProcessingを使用する。また、Leap Motionとの連携のために、Processingのライブラリ LeapMotionForProcessing を用いる。

### 3. 実装方法

本システムでは机に対し水平に設置したディスプレイの画面上を紙面とし、ディスプレイ上部に取り付けた Leap Motion で簡易筆の情報を取得する。これらの情報をもとに画面上へリアルタイムで筆跡を表示させ、毛筆を仮想的に再現する。

システムの全体像を図1に示す。本システムでは

画面の大きさが約 29cm\*36cm のディスプレイを用いる。理由は後述する。

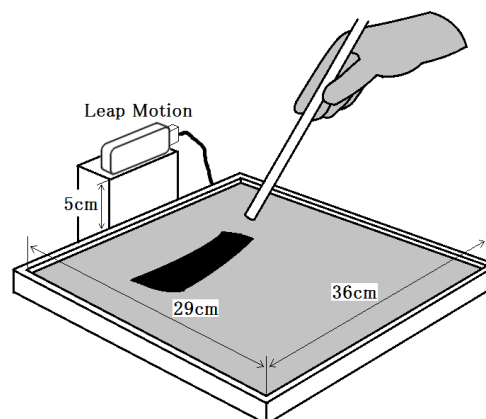


図 1: システムの全体像

#### 3.1 Leap Motion の設置と画面の大きさの決定

Leap Motion は水平な場所にセンサ面を上向きに設置して使用することが多いが、本システムでは簡易筆となる棒の認識精度を高めるため、前方に置いて使用する。また、Leap Motion 本体はディスプレイから 5cm の高さに固定した。これは、実測の結果、この状態がより画面上を動く棒の動きを捉え易かったからである。また、この状態で Leap Motion が精度の高いまま棒を認識できる範囲は、実測値として約 30cm\*45cm であったため、前述の通りのディスプレイ画面の大きさに決定した。

#### 3.2 簡易筆の構造

本システムでは棒を仮定の筆とし、それを Leap Motion のツールトラッキング機能でキャプチャし、入力を行う。Leap Motion は赤外線センサを採用しているため、色により認識精度が変わる。例えば、白は認識しやすく、黒や透明は認識しにくい。また、Leap Motion のツールトラッキングでは棒の先端を持つことが想定されており、筆のように棒の中腹を持つと、認識精度が低下する。そこで、透明アクリル棒に白紙を巻き、中央部から半分ずつ色分けをすることで棒の認識精度を高めた。

<sup>†</sup>東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科  
Tokyo Denki University, School of Science and Technology  
for Future Life, Department of Information Systems and  
Multimedia Design

### 3.3 筆跡の描画

筆跡を描画するアルゴリズムは大きく分けて二つの要素で構成される。まず筆の形状をした図形(以下基本図形)を指定した座標に描画し、次に1フレーム前と現在のフレームの基本図形を繋ぐ図形を描画する。その際 Leap Motion で取得した棒の先端の3次元座標の値と、向きベクトルを使用する。ディスプレイからの棒の先端の高さにより筆跡の太さが変化し、基本図形が棒の傾いた向きを追従して回転する。基本図形の輪郭には3次 Bezier 曲線を使用している。また、描画される全ての図形を黒で塗りつぶす。実行時のフレームレートは、Leap Motion のトラッキングの速度を考慮して、100fps に設定する。

本システムの用途は毛筆であるため、激しい動きを入力することは無いと想定し、フレームレートは十分であると判断した。基本図形を図2に示す。また、筆跡を黒に塗りつぶさずにワイヤフレームの状態を描画したものを図3に示す。図3は、結果を分かりやすくするためにフレームレートを10fps に下げて実行したものである。

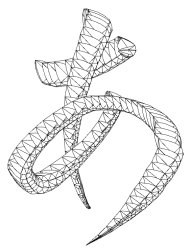
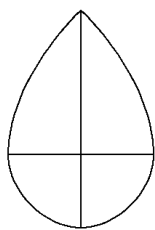


図 2: 基本図形 図 3: ワイヤフレームの筆跡

## 4. 実行結果

本システムの使用の様子と実行結果を図4及び図5に示す。毛筆の基本となる「とめ、はね、はらい」は表現できており、毛筆らしい筆跡が描画できた。十分なフレームレートが確保できており、筆跡の輪郭が滑らかに描画されている。

実際の筆による書を図6に示す。図5と図6を比較すると、始筆終筆や「はらい」は実際の書に近いことが分かる。穂先を使った細かい表現は実際の筆には劣る部分があるが、筆跡全体としては毛筆らしさを表現することができた。

## 5. まとめと今後の展望

本稿では LeapMotion を入力デバイスとした毛筆シミュレーションシステムを提案した。本手法は以下二つの特徴を持つ。

一つは、毛筆本来の筆の動きをそのまま取り込むことができることである。空間中の座標を取得する

ことにより、体を使った書特有の動作が可能である。

もう一つは、少ないデバイスでシステムが動作することである。Leap Motion を用いることで、筆に物理的なセンサなどを取り付けることなく情報を取得することができる。

今後の課題として、筆跡のリアリティの向上が挙げられる。現在描画される筆跡は、「にじみ」や「かすれ」といった墨独特の表現が考慮されていない。「にじみ」や「かすれ」表現方法の一つであり、書を楽しむ要素でもある。

また、簡易筆となる棒の改良も課題である。本システムの棒は筆のような穂が無いので、ユーザは棒を宙に浮かせた状態で書くことになり、感覚のフィードバックに乏しい。そこで穂の代わりとなるものを棒の先端に追加することでそれを解消する方策を考える。しかし、棒の先端に物体が追加されると Leap Motion の認識精度が大きく低下するため、赤外線に影響を及ぼしにくい素材を使用するなどの工夫が必要となる。



図 4: 使用の様子



図 5: 実行結果



図 6: 実際の筆による書

## 参考文献

- [1] 島田英之, 島田恭宏, 大倉充, “毛筆で筆記可能な仮想書道システムの開発”, 情報処理学会論文誌 47(12), pp3392-3401, 2006-12-15.
- [2] 村中徳明, 山本隆史, 今西茂, “VR 技術を用いた書道学習支援システムとその学習効果”, 電気学会論文誌. A, 基礎・材料・共通部門誌 123(12), pp1206-1216, 2003-12-01.