

# サンプラーのメタファーを取り入れた 書道表現システム

内平博貴<sup>†</sup> 宮下芳明<sup>†</sup>

本稿では、電子楽器であるサンプラーのメタファーを取り入れる事による書道の新しい表現手法を提案する。目的は描画ツールで困難であった筆のかすれなどの表現を容易にする事と、楽器としてのサンプラーのメタファーを取り入れる事により書道の新しい表現方法を提案する事である。本システムはモデルとなる書をマウスポインタでなぞる事によってスキャニングし、描画画面でサンプル群を出力する事により描画を行う。本研究はさらにミキサーやエンベロープ・ジェネレータといった機能を導入し、出力画像の編集を行えるように改良している。

## Sampling Calligraphy : The Calligraphy Drawing System taking after the Sampler Metaphor

Hiroki Uchihira<sup>†</sup> and Homei Miyashita<sup>†</sup>

In this paper, we propose a new calligraphy drawing system based on the principles behind the electronic music sampler. Our purpose is to render the traditional expression of calligraphy brushstrokes digitally and to propose a new mode of expression by taking after the sampler metaphor. By this system, the user scans over reference calligraphy images by tracing the stroke with a mouse-pointer, and rewrites a calligraphy by outputting sampled images on the drawing window. We designed the system with the idea of a music sampler device in mind, and built on this metaphor by adding further editing functions; envelope generator and mixer.

## 1. はじめに

今日、書家による書が雑誌や広告の題字として表紙を飾る事も珍しくなく、そのデザインが紙以外の媒体に取り入れられる事も多い。字本来の形に囚われずに新しいデザインとして表現するもの、アルファベットを組み合わせる事で漢字のように表現するものなど新しい表現も多く見られる。デザインとしての書は日々の生活のいたる所で広く親しまれている。また近年は情報技術の発達により、誰もが自作の画像・映像や音楽を容易に発表できる環境が整ってきた。イラストに特化した SNS である pixiv は開始 1 年半で会員数が 70 万人を超える<sup>1)</sup> など人々の創作意欲の高まりもみられる。このような背景から、書をデザインとして取り入れ創作活動を行う機会も増えつつあると考えられる。

しかし、書をデザインとして取り入れる事は容易ではない。力強さや擦れ具合など、思いのままの線を再現するための技術習得は極めて困難である。現に、今日題字として見られる書の多くは著名な書家によるものであり、書道に精通したごく一部の人のしか書のデザインに携われないのが現状である。筆は鉛筆やペンなどと比べ、線の太さや、かすれ、にじみ等形状を決定する際さまざまな要素が必要になるため、それらを意のままに表現し書く事が困難なのである。

それならば、むしろ自分の意図に近い書を利用する事ができればよいのではないだろうか。そこで筆者らはモデルとなる書の画像における特徴をそのまま取り入れる事により、意図に近い表現を実現し、完成度の高い書の表現を容易に行える事を目指すこととした。

本稿はモデルとなる書を一筆ごとにサンプリングして加工・出力するインタフェースを提案し、書道における新しい表現手法の可能性を考察するものである。

## 2. 関連研究

筆を用いた描画についてはこれまで多様な研究がなされており、ペイントソフトとして販売されているものも多い。筆先の触覚を再現した DAB[1]や視覚的に筆先を表現した味ペン[2]は筆を使って描画している感覚を疑似体験できるようにしたものであり、リアルな操作性を研究している。Nelson S.H. Chu らは高度なシミュレーションにより筆先の形状をモデリングした Chinese Brush[3]や、墨の流れを表現した MoXi[4]により極めてリアリティの高い描画表現を可能にした。これらの研究はデジタル環境における書の表現の可能性を広げてきたが、どれも身体と画面の中での筆先の動きを

<sup>†</sup>明治大学大学院 理工学研究科 新領域創造専攻 デジタルコンテンツ系

Program in Digital Contents Studies, Program in Frontier Science and Innovation, Graduate School of Science and Technology, Meiji University

1) pixiv.Inc <http://www.pixiv.co.jp> (2009/04/08)

完璧に再現できてはいなく、未だ意のままの結果を得られるほどの段階には到達していない。

また、既存の描画表現とは異なる新手法を提案したものもある。Ryokai らによる I/O Brush[5]はカメラと一体化したブラシ型インタフェースを用い、実世界にあるあらゆる物を画像として取り込み、さながらインクとして使うという今までにない表現を開拓した。I/O Brush は動画の取り込みにも対応し、これによって描画に動きを与え、新しい表現の幅を広げたといっても過言ではない。また Sequential Graphics[6]も一筆ごとの動きをそのまま作品に取り入れる事によって絵に動きを与えるという新しい表現を提案し、躍動感のある作品制作を可能としている。

### 3. システム

#### 3.1 メタファー

本稿での提案システムは、電子楽器であるサンプラーのメタファーを母体として設計されている。サンプラーは、録音された音波形を元にした自由な音作りを可能にし、20 世紀後半の音楽表現に大きな影響を与えた。既存楽曲から印象的な音をサンプリングして、その音源を用いて全く異なる楽曲を作ると、その楽曲は原曲のエッセンスを受け継ぎながらも、文脈や意味は全く新しい価値を持つものとなる。本研究も同様に既存の書の画像から気に入った一筆をサンプリングして、元の書とは異なる形状に再描画するという手法をとる。また、楽器のサンプラーは現在、大容量のメモリによって現存する楽器を高精度に再現する方向のものと、既存の音を加工・合成することによってこれまでにない新しい音を生み出す方向という 2 方向への発展を見せているが、本稿における書道表現システムも同様に、(1)リアリティの高い描画表現を実現する事と、(2)これまでにない新しい表現を提案する事という二つの目的の実現を課題と考えている。中小路の分類[7]に従えば、モノをつくるツールとしての側面と、コトを可能にするツールとしての側面を両方持っていると考えられる。後述する評価においてもこの両面にて考察を行う。

#### 3.2 画面構成

本システムの表示画面はモデルとする書を表示するモデル画面、描画画面、エンベロープ・ジェネレータとミキサーで編集を行う編集画面、モデル画像のプレビューを表示し選択する選択画面の 4 つで構成される (図 1)。

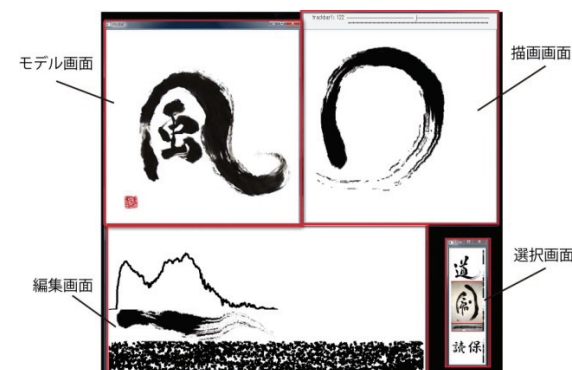


図 1 画面構成

#### 3.3 手順

本システムではまず、モデルとする書をマウスポインタでなぞってスキャンする事によりサンプリングを行う。サンプリング後、描画画面でドラッグ操作を行うことでサンプル群を好きな形状に再出力することができる。また、取得したサンプル群は、エンベロープ・ジェネレータとミキサーによって変形及び合成を行うことができる。以下、その機能とプロセスについて述べる。

#### 3.4 サンプリング

サンプリングではスキャンした線状の画像を、順に配列に格納していく。まずサンプリングしたい書の画像を用意してシステムに読み込み、描画したい箇所をマウスポインタでなぞってサンプリングを行う。

##### 3.4.1 スキャンラインの回転

ドラッグ時に表示されるスキャンラインはマウスポインタの座標を中心とし、進行方向に対して垂直を維持するように、マウスポインタの軌跡から求めた移動方向に応じて回転させる (図 2)。スキャンしたサンプルは、角度を 0 度にリセットした状態 (まっすぐに伸ばされた状態) で格納していく。これにより出力時は再び移動方向に応じて回転させることで自由な形状に描画する事が可能となる。

##### 3.4.2 スキャンラインの伸縮

書はひとつの字の中でも線の太さがまちまちであるため、サンプリングする対象によってスキャンラインの長さを伸縮させる必要がある。このため、設定したキーボードのキーを押す事によって随時スキャンラインの伸縮を制御できるようにした。これにより様々な太さの線に対応する事が可能となり、スキャンしたい線と隣り合った別の線を誤ってスキャンしてしまう事なども防げ、サンプリングの自由度、精度が上げる事ができる。



図 2 サンプル時のスキャンライン  
(左：サンプル時 右：格納時)

### 3.5 描画

#### 3.5.1 出力

このモードでは描画面でドラッグする事によりサンプル群を出力できる。角度をリセットしたサンプル群をマウスポインタの進行方向に応じて回転させながら出力している。これにより直線を曲線として描画したり、逆に曲線を直線として描画する事が可能となっている。なお、サンプル時よりも出力時のストロークが短い場合は、全体像を損なわないようデータを圧縮して出力している。

#### 3.5.2 補完アルゴリズム

出力はスキャンラインと同型の一次元のサンプル群であるため、曲線だと離散してしまう (図 3 左)。このため、それらの間を補間する必要がある。隣り合った二つの画像の補間は中心点を結ぶ直線を求め、その直線上に先に出力した方のサンプルを並べていく事により行う。並べる際、先のサンプルの角度から後のサンプルの角度へなめらかにシフトするように回転して出力している (図 3 右)。



図 3 補間アルゴリズム  
(左：補間前 右：補間後)

### 3.6 エンベロープ・ジェネレータ

#### 3.6.1 時間的変化の制御

エンベロープ・ジェネレータは時間的変化の制御を行う機構であり、電子楽器ではシンセサイザやサンプラーに搭載されている。音の立ち上がりから減衰までのダイナミクスの変化を主にスライダやつまみでコントロールするものである。本システムでは同じメタファーを用いたインターフェースデザインにより、サンプルの時間的変化 (墨の時間的変化) を制御する機能を実装している。これにより「一度描画した字のかすれている部分をもう少し長くする」など、希望に近い出力結果を得るような編集を可能にしている。

視覚化手法としては、サンプルの全画素から輝度値を求め、グラフとして出力する事によりエンベロープを生成している (図 4)。輝度値の低い個所は黒く多く墨を含んだ部分であり、輝度値が高い個所はかすれている部分とみなすことができ、グラフから濃淡の時間的変化を見ることができる。このエンベロープのグラフをマウス操作により伸縮して編集する事が可能であり、描画済みの画像もこの変化に合わせて変化する。

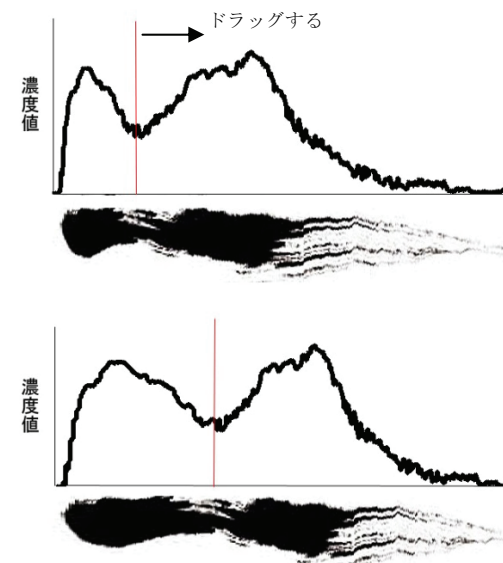


図 4 エンベロープ・ジェネレータと対応する出力  
(上：編集前 下：編集後)

### 3.6.2 濃度値の制御

電子楽器におけるエンベロープ・ジェネレータは音量の時間的変化を制御する事に加え、全体の音量の大小も制御できる。本システムではこのメタファーも取り入れ、出力した線全体の輝度値を制御できるインタフェースデザインにした。実装はエンベロープ全体の輝度値に対して、任意の割合を掛け合わせる事により行っている。この割合もマウス操作により調整することができ、その結果によりエンベロープを修正し、画像もエンベロープの変化に合わせて再描画させている。これにより描画画像の濃淡を制御できるようになり、墨の濃い画像を墨の薄い画像として表現するなど、元の画像とは印象の違う結果を得る事ができる。

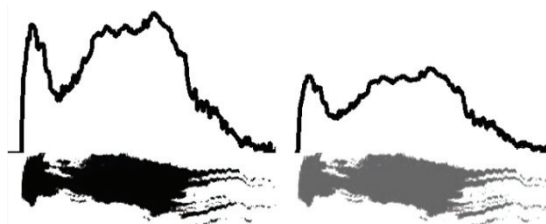


図 5 濃度値変化に対応する出力  
(左：編集前 右：編集後)

### 3.7 ミキサー

ミキサーでは、サンプル群と任意の画像の画素値を、自由な割合で足し合わせる事ができる。効果的な足し合わせを行うことで、墨を多く含んだ箇所にかすれや筆割れのような効果を与えたりと、様々な表現が可能となる。

また、ランダムドットによるノイズと混合したり、書道における線とは異質の線、たとえば明朝体フォントの線と合成したりすることもでき、筆による書道表現では実現できない線のデザインが行える。前掲の I/O Brush では、身の回りの実物体を撮影した画像を素材として用いることが可能であったが、本システムにおいても同様に身の回りの物体の写真を「なぞって」線として取得し、それらを合成して摩訶不思議なアート作品を制作することもできる。



図 6 ミキサーによる任意の画像との合成  
(上：合成前 中：合成対象 下：合成後)

### 3.8 読み込み・保存

本システムでは新たな画像の読み込みと描画画像の保存の機能を用意した。本システム上、満足のいく描画をするには複数のモデル画像が必要であり、それらを手間かけることなくスムーズに随時呼び出せる必要がある。そこで読み込んだ画像をすべてプレビューとして小さく表示し、そのプレビュー上でクリックするだけで、モデル画面に選択画像が表示されるインタフェースデザインとした。プレビューで選択した画像がモデル画面で表示されたら、それまでモデル画面に表示されていた画像はプレビュー画面に小さく表示されるので、画像の行き来をスムーズに行うことが可能である。

モデル画像はサンプリングする対象として用いるものであり、主に白地に黒字という一般的な書に見られる色の組み合わせを想定している。これはサンプル群を出力する際の合成時、画像の輝度値に対する閾値により透明部分を決定しているためであり、輝度の低い部分を出力し、輝度の高い部分を透明化するようにしている。

閾値は随時変更でき、様々な画像に対応できる仕様であるが、こうした理由から以下のような画像はモデル画像としてあまり好ましくない。

- ・文字部分の輝度値が背景の輝度値よりも高いもの。
- ・文字部分の輝度値と同等の輝度値のノイズが混じっているもの。
- ・文字が背景色と徐々に同化していくもの。

## 4. 評価実験と考察

3.1.節で述べたとおり、本システムには二つの目的があり、その両面において評価を行う必要があると考えられる。一つは「他の手法に対して本システムがより良い体



験を提供できているか」(モノをつくるツールにおける評価)であり、性能比較対象をおこなう。これを調べるために、本システム使用時の操作性と、描かれた作品に対する満足度を従来のペイントツールと比較してインタビューした。そしてもう一つは「本システムが全く新しい体験を提案できているか」(コトを可能とするツールの評価)を考察する。今回、被験者になったのは特別な書道経験を持たない20代から50代の男女合わせて10人である。簡単な使用方法を説明したあとは、こちらで用意した画像が数枚あるほかは、各自で画像を用意してもらうなど自由にシステムを使ってもらったようにした。

#### 4.1 操作性

実験を行った結果、操作性については次のような感想があがった。

- ・「初心者でも扱いやすい」
- ・「シンプルなインタフェースデザインで直感的に操作できた」
- ・「サンプリング時のスキャンラインの操作で、慣れるのに少し時間を要した」

多くが好意的な意見であり、全体的に使いやすいという意見をいただく事ができた。これはほとんどがマウスのみの操作であり、サンプリングもなぞるという単純な作業だけなので多くの人から良い評価を得られたのだと考えられる。指定するパラメータが少なく、ドラッグ操作により指定できる点が直感性の評価につながったようだ。パラメータ変更後はすぐに再描画が行われ視覚的なフィードバックが得られるため、数値によるパラメータの感覚がわからない人でも操作できていた。

スキャンラインの操作で慣れが必要だという意見は、主にスキャンラインの回転ルールに起因すると考えられる。現在スキャンラインの回転は、画面上のマウスの位置座標を収集し、ポインティングした最新の座標数十個から進行方向を求め回転させている。そのため、求められた進行方向は直前の動きに大きく反映され、スキャンする直前で急な方向転換をすると、意図しない向きでスキャンラインが出現する事がある。これに対しては、進行方向の決定でより即時的でぶれの少ない方法を検討する他、スキャン時以外でも常にスキャンラインを表示するようにするという対応策が考えられる。いずれにせよ、この場合の慣れに要する時間も数分というレベルであった。このため、誰でも容易に扱う事ができるという結果を得ることができた。

#### 4.2 満足度

描いた作品に対する満足度については次のような感想が得られた。

- ・「意図通りの結果が得られた」
- ・「実際の書道では表現できない結果を得られた」
- ・「ほしいサンプルがない時や、サンプリングの手間を考えると実際の書道の方が楽だと感じた」
- ・「繰り返しや交差のサンプリングがうまくできないのが不満であった」

本システムによる描画では、意図通りの結果が得られたという意見が多く、困難で

あった書の表現をより容易にする事に成功したと言える。一方、満足度が低い意見からは、サンプラーという特性上の欠点がかえり、独立した書道描画ツールとしてはまだ汎用性を実現していないと考えられる。また繰り返しなどの表現には現時点で対応できていないため、今後はそれらの表現に対応する必要がある。

本システムで描画した書のクオリティを実際の書道で表現する事は困難である。これは被験者皆が認めた事実であるため、目的に応じて使用する場合は、各々の実力以上の書の表現を実現でき、高い満足度が得られたと考えられる。

#### 4.3 作例・新しい体験

この節では実験により得られた作例と感想・意見から、書道におけるサンプリングや編集機能による新しい体験について考察する。



図 7 作例 1:「心」



図 8 作例 2:「群」



図 9 作例 3 : 「Go」  
(上 : 描画後 下 : モデル画像)

図 10 作例 4 : 「う」  
(上 : 描画後 下 : モデル画像)

図 7 は、「道」と「創」という二つの書をモデルデータとして「心」という書を表現した作例である。図 8 は、ミキサーを使用し、ランダムドットと入り混じった線を生成して描いた「群」という書である。図 9 上は、腕の写真(図 9 下)を一種のストロークとみなし、スキャニングして描いた作品である。図 10 上は、同様にうなぎの魚拓(図 10 下)をスキャニングして、「う」という文字を描いたものである。

本システムでは書の描画に加え、ミキサーによる画像合成も可能であり、書道の実体験または既存の書道の描画ソフトではできない表現を実現できていると考えられる。一般のペイントソフトと比較しても、本システムのように画像の任意の部位を縦横無尽に取得・出力する事はできない。I/O Brush にしても本システムのような線の取得・描画は表現できない。図 10 のようにうなぎの魚拓をサンプリングした作品などは、本システムならではのものと考えられ、他のシステムではできない体験を提案できると言える。

実験の際「左向きの“はらい”を右向きであるかのように出力する事ができるが、それは厳密には不可能なのではないか」という指摘があった。確かにそれらしく見せていても実際の筆先の動きを考えると違和感のある事もある。しかし実際には表現できない“はらい”を本システムによって表現できたのであれば、それはむしろ表現の可能性を広げられたと考えることもできよう。その他の感想・意見では「出力時に線の太さを変える事ができると良い」という表現の幅を広げるものや、「書以外の画像を出力する際、思いがけぬ結果が出力されたのが面白かった」、「サンプリングした画像を繰り返してつなげた画像を生成して出力できるようにしたら良い」(サンプルにおけるループ設定) など新しい表現に興味を持ったものもあった。

## 5. まとめと展望

本来、書道表現においては筆の挙動が予測できないのに対し、本システムは、レファレンスとしたい書の画像さえあればかなり意図通りの表現を実現している。操作も簡単であり、誰でも容易に扱う事ができる。書をサンプリングし再描画・加工するという手段は伝統的な技法と大きく異なるアプローチではあるが、これは決して伝統的な書道を否定するものではなく、むしろそれらの書の一画一画を観察する学習効果につながるものであると考えている。そもそも書道学習における「お手本」は、まさにサンプリング作業に他ならないのだ。

またモデル画像をスキャニングして利用すると言うと、創造性が制限されているようなある種の不自由さを感じるが、実際は同じモデル画像に対してもサンプリングの仕方、描画の仕方でいくらか異なる表現が可能であり、その描画結果に様々な編集を施す事で、自由に創造的な描画が実現できている。

今回は満足度の高い書の表現を実現するだけでなく、新しい書の表現の可能性まで提示する事ができた。今後もこのまま二つの目的を維持したまま本研究を深めていきたい。

完成度の高い書の表現をするという目的からすると、文字の交差している部分や、文字の切り替え部分のサンプリング方法に課題があり、描画時の切り替えしの表現も改善していきたい。

新しい書の表現を提案する目的からすれば、オシレータやフィルタ、LFO などの概念を取り入れ「書道シンセサイザ」として拡張し、編集・加工のためのツールの拡充に努めたい。また今回、マウスやペンタブレットなど描画に用いる入力デバイスの他に、キーボードなど他の入力によってスキャンラインの伸縮を操作するインタフェースにした。これにより「両手を使って書く書道」という、身体性を取り入れた新しいスタイルを提案できた。今後はさらにサンプリング・描画中にスキャンラインを伸縮させるなど、より動的な操作を提案していきたい。

ハードウェアについても、シンセサイザと同様のインタフェースを取り入れ、つまみやスライダによってパラメータを調整できるようなデザインを検討中である。また将来的には、電子楽器のメタファーを取り入れるだけでなく、シンセサイザで実際に音作りをして、その波形から書の一筆を生成するなど、音楽と画像が融合した新しい創造環境を作っていきたい。

現代音楽はサンプラーの前身にあたるミュージック・コンクレートの出現により全く新しい概念と表現を獲得した[8]。我々も本研究が描画表現に新しい概念と表現をもたらす事を期待する。

## 6. 参考文献

- [1] W. V. Baxter, V. Scheib, and M. C. Lin. DAB: Interactive Haptic Painting with 3D Virtual Brushes. In SIGGRAPH 2001, Computer Graphics Proceedings, pp. 461-468, 2001.
- [2] 渡邊恵太, 安村通晃. 味ペン: 仮想筆先による触覚的「書き味」感覚提示の提案と試作 インタラクシオン 2007 予稿集, pp.183-184, 2007
- [3] Chu, N. S.H. and Tai, C.-L.: Real-time Painting with an Expressive Virtual Chinese Brush, IEEE Computer Graphics and Applications, Vol.24, No.5, pp.76-85, 2004.
- [4] Nelson S.-H. Chu and C.-L. Tai, MoXi: Real-Time Ink Dispersion in Absorbent paper. *ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH 2005 issue)*. Vol. 24. No. 3, 2005.
- [5] K. Ryokai, S. Marti, and H. Ishii. I/O Brush: Drawing with Everyday Objects as Ink. In *CHI'04*, pp. 303-310, 2004.
- [6] 櫻井稔, 江渡浩一郎. Sequential Graphics: 描画時の臨場感を再現するペイントソフト, WISS (インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ)2008, pp.29-34, 2008.
- [7] 中小路久美代. 「ツール」による「支援」とそれを「使う」ということ. エンターテインメントコンピューティング 2006, EC2006. pp. 3-4, 2006.
- [8] Herbert A. Deutsch (梯郁太郎訳). シンセサイザ その革命と歴史と理論. パイパーズ. pp. 30-31, 1980.