

# デザイン書道のためのウェーブテーブル方式シンセサイザ

内平 博貴 宮下 芳明

## Wavetable Synthesizer for Design Calligraphy

HIROKI UCHIHIRA

HOMEI MIYASHITA

### 1. はじめに

今日、新聞や雑誌、チラシ等の題字として書のデザインが取り入れられることは珍しくない。日本デザイン書道作家協会<sup>1)</sup>では、このような広告に用いる『デザイン化された書き文字』のことを商業書道や、デザイン書道と位置付け、デザインとしての書を専門にした書家を多く擁して活動している。このように従来の古典書道とは異なる価値観の下で、書の持つ純粹造形の美しさに注目し、斬新なデザインとして表現した例も多くみられる。また、近年は情報技術の発達により誰もがコンテンツを容易に制作・発表できる環境が整ってきており、自分で書をデザインしたいという創作意欲がより一層高まることも予想される。しかし、筆を自分の思い通りに操ることは難しい。著者らはこのような背景から、デザイン書道を支援するシステム、サンプリング書道<sup>2) 3) 4)</sup>を開発してきた。このシステムでは困難な筆の操作を描画行為から切り離し、モデルとする書の画像から好みの筆跡をそのまま取得し利用することで、書家のような筆跡を容易に表現することができるようになった。

しかし、このシステムは特性上「モデル画像がある」前提の上でしか機能しない。思い通りのモデル画像が見つからない場合や、著作権によりモデル画像が使用できない事態も想定される。

このようなことから、著者らはモデル画像を利用するサンプリング手法とは別に、自分が描きたい筆跡を創造する手法を本稿で提案する。特に、通常のペイントツールでも制御が難しい掠れや滲みまでを制御できるようにすることを目的とした。ウェーブテーブル方式シンセサイザと同様の枠組みでストロークを生成す

るインタフェースを開発し、デザイン書道における新しい表現手法の可能性を検討した。

### 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 Painter<sup>5)</sup>や Illustrator<sup>6)</sup>の様に市販されているものも多い。これらの研究の多くは筆の挙動のシミュレーションによってリアリティの高い表現を探求してきた。早期にこのテーマに取り組んだ Strassmann<sup>7)</sup>は筆跡を一次元配列によって表現した。掠れや滲みに着目した研究ではフラクタル計算法<sup>8)</sup>、ファジィ計算法<sup>9)</sup>、くりこみ群計算法<sup>10)</sup>を用いたものなどがある。Nelson S.H. Chu<sup>11)</sup>らは高度なシミュレーションによる筆先の形状モデリング<sup>11)</sup>や、墨の流れを表現した MoXi<sup>12)</sup>によってリアリティの高い描画表現を可能にした。

### 3. ウェーブテーブル方式シンセサイザ

シンセサイザは、正弦波や矩形波などの波形を合成・加工することで自由な音作りを可能にした電子楽器である。シンセサイザの登場によって、自分でパラメータを設定して音を創り出すことが可能になり、既存楽器に類似した音を作り出すことや、それまでの楽器にはなかった種の音を表現するにまで至り、音楽の可能性は大きく広がったといえる。

シンセサイザの方式の中でも、ウェーブテーブル方式は多くの短い波形（ウェーブデータ）をプリセットとして保持し、それらの波形を読み込み編集することで音作りを行う。生の楽器音をサンプリングした波形や、合成されたシンセ波形などのウェーブデータがウェーブテーブルと呼ばれるメモリに格納されている。読み込んだ波形はさらにフィルタやエンベロープを使って加工される。こうした経路における様々なパラメータを操作することによって、高い自由度と容易な操作性を両立している。生の楽器音のウェーブデータと

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

デジタル的に合成されたウェーブデータを区別なく組み合わせることができるため、アコースティックとエレクトリックの間ともいえる斬新な質感の音色も生み出せる。

本稿では、ストロークの生成にこのウェーブテーブル方式シンセサイザの枠組みを取り入れることとした。

#### 4. システム

本システムではシンセサイザの様に波形を生成・加工することで、書のストロークを生成する。書のストロークのある時点での濃度変化のグラフをウェーブデータとして取得したウェーブテーブルを用意し、ここから読み込んだウェーブデータを接続することでストロークを生成する。(図1)

このような手法により掠れや滲みなど、これまで表現が困難であった要素の自由なデザインを可能にすることを旨とする。特に掠れについては、図1のようにストロークの太さが変化するだけでなく、ウェーブデータの複雑な変化がみられるが、本システムでは複数のウェーブデータを接合することによって多様な表現が可能である。

本システムではまずオシレータによって波形を発生させ、波形のパラメータである周波数、振幅、位相を操作して好きな形状のウェーブデータを生成する。こ



図1 ストロークのウェーブデータ

の時、生成されたウェーブデータの振幅に対応した濃度値をもつ二次元画像のサンプルが生成される。また発生したウェーブデータにフィルタをかけることで、波形を加工することができる。最後に生成したサンプルを、エンベロープにかけストロークにおける濃度値の減衰を設定することでストロークを生成する。システム構成は図2に示す通りである。

##### 4.1 オシレータ

シンセサイザにおいて、オシレータは波形を発生させる音作りの根幹を担う機構である。本システムでも同様に、このオシレータ部では単純な波形のみならず、ウェーブデータを自由に生成する機構を設けた。

本システムのオシレータは、書のごく短いストロークデータであるウェーブデータをプリセットとして多数格納しているウェーブテーブルから読み込むことで、ウェーブデータを生成する(メモリ・プレイバック・オシレータ)。プリセットには実際の書のストロークから取得されたウェーブデータが格納されており、掠れや滲みのあるウェーブデータなど様々なプリセットを選択することができる。またこれらのプリセットは、プロのデザイン書道家から提供されたサンプルをもとに作り出した本格的なものとなっている。

また、これとは別に自分でパラメータを操作しウェーブデータを生成する純粋な波形生成機能も備えている。今回は対象とする波形を矩形波としているが、ストロークを生成するという目的では、正負成分を持つ波を周期的に出力する必要がないため、矩形波の中でも正成分、半周期のみを出力の対象とした。

オシレータで生成されたウェーブテーブルは周波数、振幅、位相のパラメータを操作することで思い通りの形状へと変形することができる。本システムにおけるこれらのパラメータは周波数がストロークの太さ、振幅が濃度値、位相が位置という具合に置き換えられる。

(図3)

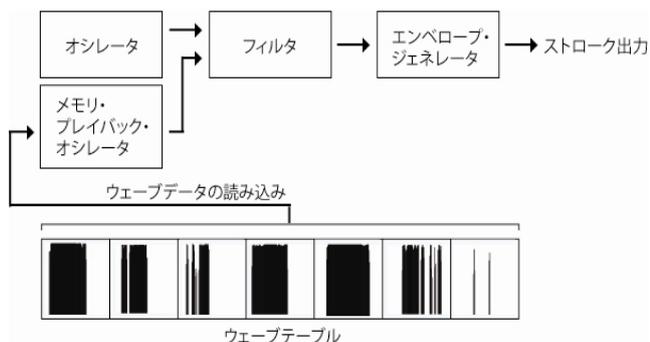


図2 システム構成

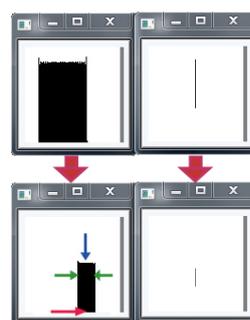


図3 ウェーブデータの変形と対応するサンプル  
(右: ウェーブデータ, 左: サンプル)

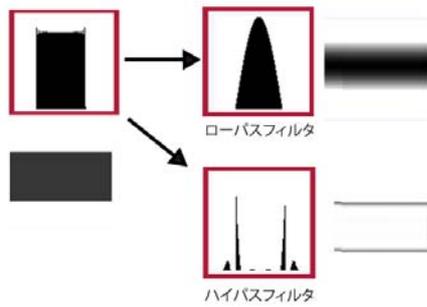


図4 フィルタ

#### 4.2 フィルタ

減算方式シンセサイザは、倍音を多く含んだ波形から、フィルタによって倍音成分を削っていくことで音作りをする。本システムでもこのようにオシレータで生成したウェーブデータにフィルタをかけることで加工を行える機構を搭載している。

現時点ではローパスフィルタ、ハイパスフィルタが実装されている。それぞれのカットオフ周波数を設定でき、削る度合いを調整可能である。ローパスフィルタを適用すると高周波数成分が取り除かれ、滑らかなウェーブデータになる。例えば矩形波に適用すると、徐々に正弦波に近い形状になっていく。一方、ハイパスフィルタを適用すると低周波数成分が取り除かれ、エッジの効いたウェーブデータを作り出すことができる。(図4)

#### 4.3 エンベロープ・ジェネレータ

シンセサイザにおけるエンベロープ・ジェネレータは音の時間的変化の制御を行う機構である。ここでは音の立ち上がりから減衰までのダイナミクスの変化をコントロールできる。本システムではそれぞれの濃度値を持ったサンプルを並べ、補間することでストロークにおける「濃度値の時間的変化」の制御を可能にしている。複数のサンプルを配置した後で、それらを左から順番に補間してつないでいき、最終的にストロークとして出力する。(図5)

2つの隣り合ったサンプルの補間時には、手前のサンプルから次のサンプルまでモーフィングをさせながら補間していく。このとき全体のストロークのアウトラインはスプライン補完によって求められるため、滑らかなアウトラインを持ったストロークとして出力される。これにより実際には連続していないウェーブデータ同士を連続的につなぐことが可能となった。

アウトラインについては、上側の曲線と下側の曲線を別々に求めたのちに、サンプルの上端点同士、下端点同士をそのアウトラインに沿ってつなぐことで生成している。左端のサンプルのみ常に上端点と中間点、

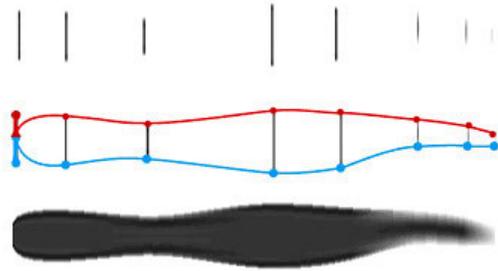


図5 エンベロープ・ジェネレータ

または下端点と中間点の2点を対象とすることで、上側の曲線と下側の曲線が自然な丸みを持った状態で交わるようになる。左端サンプルの中間点は、マウスポインタによって上端点と下端点の間の任意の位置に設定できる。

本システムによって生成されたストロークはサンプリング書道システムの描画機能によって自由な形状に描画することができる。

#### 4.4 サンプリング

ウェーブテーブルに格納されるウェーブデータはプリセットとして用意しているものの他に、モデルとする書の画像からサンプリングすることで容易に生成できる。

これには前掲のサンプリング書道システム<sup>2) 3) 4)</sup>のサンプリング機能を利用する。サンプリング書道システムでは、モデルとする書の画像をマウスポインタに対応して移動・回転するスキャンラインでなぞることで、書のストロークをスキャンし取得できる。本システムでも同様にモデルとする書の画像のストロークをスキャンラインでなぞることで、そのストロークのウェーブデータを順次取得していくことができる。(図6) これにより一つのストロークに対するサンプリングだけでも大量のウェーブデータを容易に収集することが可能となり、さらに掠れや滲みなど特徴的なウェーブデータを部分的に取得することも可能となる。

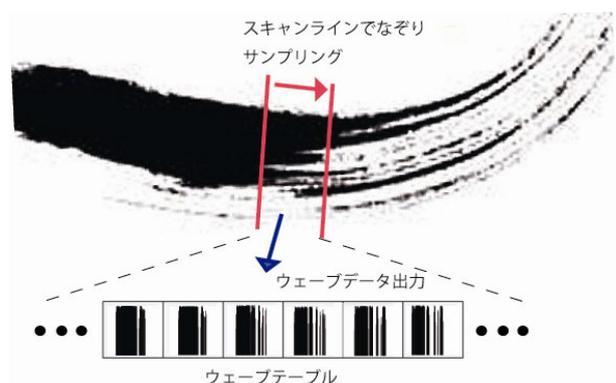


図6 ウェーブデータのサンプリング



図7 生成ストローク



図8 描画例

図7は本システムによって生成したストロークであり、図8はそれによって描かれた作例である。

## 5. まとめと考察

本稿では、ウェブテーブル方式シンセサイザの枠組みを取り入れたストローク生成システムを開発した。

これまでの「サンプリング書道システム」ではモデル画像のストロークをそのまま取得し出力していたが、本システムではモデル画像のストロークのウェブデータという、ごく短いストロークのデータを扱うことで、元のストロークとは別のストロークの生成を可能にした。サンプリング書道システムでは一回のサンプリングから一つのストロークしか得られなかったが、本システムでは一回のサンプリングからでも実に多様なストロークを生成することができる。

また実際の書の画像から得られたウェブデータを利用していることから、生成されるストロークにはリアリティを持たせることができる。例えば掠れていないストロークの途中から、掠れているストロークのウェブデータを用いることで掠れを表現することなどが可能となる。また、矩形波のパラメータを操作し合成した人工のウェブデータや、書以外の画像から得られたウェブデータと、実際の書から得られたウェブデータを併用することで新しいタイプのストロークを生成することもできる。スプライン補間によるアウトラインも配置するサンプルの数を増やすなど、作りこむことで複雑なアウトラインのデザインを実現することが可能である。

今回、本システムで採用したストローク生成手法では、筆で線をひくように流れを持ってストロークを生成している。これは実際の書道でストロークが生成される過程と同様であり、自然な流れをもった概形を生

成することができる。本システムを使えば、書道で制御の困難な掠れや滲み、ストロークの概形などを、自分で制御しデザインするということができるのである。

音楽史を振り返ると、現代音楽はシンセサイザの出現によって全く新しい概念と表現を獲得し、大きくその表現能力を高めた<sup>13)</sup>。我々も本研究がデザイン書道の描画表現に新しい概念と表現をもたらすことを期待する。

**謝辞** 本研究は、独立行政法人情報処理推進機構 (IPA)、未踏ソフトウェア創造事業における採択の支援により行っている。

## 参 考 文 献

- 1) デザイン書道作家協会:  
<http://www.j-d-c-a.com/>
- 2) 内平博貴, 宮下芳明. サンプリング書道: 書の取得と再描画による芸術表現の提案, 第 8 回 NICOGRAPH 春季大会 CD-ROM 予稿集, 2009.
- 3) 内平博貴, 宮下芳明. 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. 情報研報 2009-HCI-133, Vol.2009, 2009.
- 4) 内平博貴, 宮下芳明. 参照元閲覧機能によるユーザエクスペリエンス変化の観察, 第 17 回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(WISS2009), (発表予定), 2009.
- 5) Corel.Painter:  
<http://www.corel.com/international.html>
- 6) Illustrator:  
<http://www.adobe.com/products/illustrator/>
- 7) S. Strassmann. Hairy Brushes, Comp. Graph., Vol.20, No.4, pp.225-232, 1986.
- 8) 中村剛士, 松下政親, 野崎勝彦, 世木博久, 伊藤英則. フラクタルを用いた毛筆文字の掠れ表現について, 日本ファジィ学会論文誌, Vol.8, No.3, pp.558-566, 1996.
- 9) 中村剛士, 黒田崇, 伊藤英則, 世木博久. 筆記速度のファジィ評価方法を導入した毛筆文字生成システムについて, 日本ファジィ学会誌, Vol.17, No.2, pp.371-379, 1995.
- 10) 真野淳治, 中村剛士, 世木博久, 伊藤英則. 毛筆書体におけるくりこみ群を用いた掠れ・滲み表現, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.4, pp.806-814, 1997.
- 11) Nelson S.-H. Chu 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.
- 12) Nelson S.-H. Chu and Tai, C.-L. MoXi: Real-Time Ink Dispersion in Absorbent Paper, ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH 2005 issue), Vol. 24, No. 3, 2005.
- 13) 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. 26-29, 1980.