



Title	筆順映像作成支援ソフトウェアの開発
Author(s)	並川, 青慈
Citation	大阪大学世界言語研究センター論集. 2011, 6, p. 123-142
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/11992">https://hdl.handle.net/11094/11992</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 筆順映像作成支援ソフトウェアの開発

並 川 青 慈\*  
NAMIKAWA Seiji

### Abstract :

### The Development of Stroke Order Movie Making Support Software

Some language-teaching materials show stroke-order images to the learner of a certain foreign language to demonstrate the right stroke orders of the characters used in that language. These images provide a model that helps beginners to learn how to write certain letters.

There are various ways to create the stroke-order images. For example, the Development of Learning Software and an Advanced Language Learning Management System for Nation-Wide Service Deployment program at Research Institute for World Languages, Osaka University, is currently making its own stroke-order images according to the following three methods:

1. Screen capture: The character written on the computer screen (using a pen tablet, for instance) is recorded with screen-capture software.
2. Animation: The creation of animated video images that show, stroke by stroke, how to write characters.
3. Video shooting: The making of video images of characters being handwritten on a blackboard.

In this paper, we illustrate the characteristics of the three methods of stroke-order image creation listed above, and consider how we can create useful stroke-order images. Then we move on to describe the process of our software development aimed at the creation of more efficient stroke-order images, the problems we had to face in the process, and the work to be done in the future.

**Keywords :** software, interface, animation, stroke order, development

**キーワード :** ソフトウェア, インターフェイス, アニメーション, 筆順, 開発

---

\* 大阪大学世界言語研究センター・特任研究員

## 1. はじめに

語学の学習教材に文字の筆順を映像（筆順映像）で学習者へ示すものがある。初学者が未知の文字を学ぶとき、文字を書く手本が参考になる。

筆順映像には様々な作成方法がある。大阪大学世界言語研究センターの高度外国語教育全国配信システムの構築プロジェクト（高度配信プロジェクト）での例を挙げると、以下の3種類の方法で筆順映像の作成を行っている。

- （1）画面キャプチャ：ペンタブレットなどを用いてコンピュータ画面上へ文字を書き、文字が書かれる様子を画面キャプチャソフトウェアを用いて録画する。アラビア語のアラビア文字の筆順映像作成をこの方法で行った。



図1 アラビア文字の筆順映像

- （2）アニメーション作成：筆順に合わせて文字が順次現れるアニメーション映像を作成する。ウルドゥー語のウルドゥー文字の筆順映像の作成をこの方法で行った。



図2 ウルドゥー文字の筆順映像

- (3) 撮影：黒板へ文字を書く様子を撮影する。モンゴル語のキリル文字の筆順映像の作成をこの方法で行った。



図3 モンゴル語のキリル文字の筆順映像

その他の例として、インターネット上で公開されているものを挙げると、東京外国語大学が公開しているカンボジア語の言語モジュール中に筆順映像がある[東京外国語大学, 2006]。カンボジア語の筆順映像の例を図4に示す。この映像は線の震えやジャギーの多さと筆跡の修正が行われた様子がないことから、画面キャプチャで作成したものと推測される。画面キャプチャで作成した図1と比べると、線の震えやジャギーの多さなど、特徴が似ている。



図4 東京外国語大学の筆順映像

また、「筆順」をキーワードにインターネットを検索すると日本語の漢字の筆順映像が見付かるが、その中から画毎に表示されるアニメーション映像[kakijun, 2002]と筆順に合わせて筆跡が順次現れるアニメーション映像[K, 2001]の例を挙げる。これらはどちらもアニメーション作成の方法で筆順映像を作成している。図2と同様、整った文字のアニメーションを作成できるのが特徴である。



図 5 漢字の筆順映像

本稿では、高度配信プロジェクトで行った 3 種類の筆順映像作成方法の特徴を挙げ、筆順映像作成方法に関する考察を行う。その後、筆順映像作成の効率化を目的としたソフトウェアの開発、ソフトウェアを用いた筆順映像作成作業を通して判明したソフトウェアの問題点、今後の課題について述べる。

## 2. 筆順映像の作成方法

高度配信プロジェクトでの筆順映像作成方法は以下の通りである。

- (1) 画面キャプチャ
- (2) アニメーション作成
- (3) 撮影

以下にこれら 3 種類の筆順映像作成方法の詳細と特徴を述べる。

### 2.1 画面キャプチャ

コンピュータ画面上に線を描くことのできるソフトウェアを用いて文字を書き、文字を書いている画面の状態を録画することで筆順映像を作成する方法である。コンピュータの画面上に線を描くことのできるソフトウェアと画面キャプチャソフトウェアで映像を作成することが可能である。映像の修正を行う場合は映像編集用のソフトウェアが必要となる。

高度配信プロジェクトではアラビア文字の筆順映像作成をこの方法で行っている。アラビア文字の筆順映像作成においては、時間短縮のため、縦横それぞれ 4 分割した画面上へペイントソフトとペンタブレットを用いて最大 1 回につき 16 文字を書き、その様子を画面キャプチャソフトウェアで録画した。また、画面上の文字を書く領域を指定するために、1 文字分の領域の枠を記した透明のシートをディスプレイ前面に掛け、シート上の枠に従って文字を書いている。

この方法で 1 文字分の筆順映像を作成する手順は次の通りである。

- (1) ペイントソフトとペンタブレットを用いて画面上へ複数の文字を書き、文字を書く様子を画面キャプチャソフトウェアで録画

- (2) 複数の文字の筆記を録画した映像から、専用ソフトウェアを用いて1文字分ずつの映像に分割(処理速度:平均約80秒/文字)
- (3) ノイズ除去と文字の太さ調整のため、専用ソフトウェアを用いて映像の全フレームに対して膨張収縮の画像処理(処理速度:平均約21秒/文字)
- (4) 何も書かれていない無効フレームを専用ソフトウェアを用いて除去(処理速度:平均約26秒/文字)
- (5) 文字の大きさを専用ソフトウェアを用いて揃える(処理速度:平均約3秒/文字)
- (6) 文字の欠損がないか Apple QuickTime Player で映像を再生して確認し、欠損があった場合はフレームの削除またはフレームのコピーを行うことで修正する
- (7) 描画スピードの調整を専用ソフトウェアを用いて行う
- (8) 映像ファイルを QuickTime (.mov) 形式または AVI (.avi) 形式で出力

この方法の利点と欠点は以下の通りである。

- 利点
  - 書いた文字がそのまま筆順映像になる
  - 一連の作業を同じ条件で行えるので、映像の色や解像度を一定に保つことができる
  - 多くの処理を自動化しているので、手作業をする部分が少ない
  - コンピュータ上で筆順映像作成の一連の作業が完結するためデータの取り扱いが簡便
- 欠点
  - 録画データの保存に時間が掛かる
  - ペンタブ操作の習熟が必要
  - ペンタブ操作に習熟していないと線が波打ちやすい
  - 筆記して録画する処理は短時間でできるが、録画したデータの保存とその後の映像分割処理および画像処理に時間が掛かる
  - 録画データの保存に時間が掛かるので、書いた文字の確認がすぐにできない
  - ペイントソフトで筆記する様子をリアルタイムに記録するため、筆順を間違えたり文字の形を修正する場合は最初からその文字を書き直す必要がある
  - ペイントソフトのペンカーソルの表示を色の反転で行っている場合、ペンカーソル部分の映像が不自然に点滅する
  - 1文字分の枠を作っても枠に文字の大きさを合わせる事が難しく、文字の大きさが揃わないため、文字の大きさを合わせるための画像処理が必要
- その他
  - 画面キャプチャソフトウェアによっては録画の遅延が生じて途中の筆記映像が記録されない場合があるので、録画の遅延が生じない画面キャプチャソフトウェアを使用する必要がある

- 同様の方法で筆順映像を作成するには各種ソフトウェアが動作する環境を整える必要がある
- 筆者の筆順や字形の癖が強く反映されるため、学習に適した文字を書く筆者を起用する必要がある
- 文字の間違いに気付きやすいので、対象言語を知っている筆者が適している

## 2.2 アニメーション作成

文字が描画される様子をアニメーションで再現する方法である。文字の形や色、描画方法など様々な表現方法を使用することができる。

高度配信プロジェクトではウルドゥー文字の筆順映像作成をこの方法で行っている。ウルドゥー文字はアラビア文字にウルドゥー語を表記するために必要な文字を加えたものである。文字の筆記においてアラビア語の世界でも書道と呼ばれる芸術が発達し、アラビア書道と呼ばれている。アラビア書道では葦や細い竹の先端をナイフ状に切ったものをペンとして使用し、ペンの側面を使用すると細い線を書くことができ、ペンの正面を使用すると太い線が書ける。跳ねる曲線は正面から側面へとペンを操って書く [ 本田 師岡カリマ, 1999] [ 森 山形, 1994]。ウルドゥー文字の筆順映像ではペン先の形を考慮した表現をしたいという要望があったため、この表現が可能なアニメーションで作成した。アニメーション作成には Adobe Systems 社の Adobe Flash を使用している。表示する文字は PDF で提供されたものをベクター形式のアウトライン画像化して使用している。文字をアウトライン画像化することで、文字の一部の色を変えたり文字の形を変形するなどといったことが画像の編集作業として行えるようになる。マスクの作成と変形の設定は手作業で細かく行った。文字の形によるが、1 文字分のアニメーションデータ作成時間は約 30 分～2 時間である。この方法で筆順映像を作成する手順は以下の通りである。

- (1) PDF で提供されたウルドゥー文字を 1 文字ずつアウトライン画像化
- (2) アウトライン画像化した文字を背景に表示し、表示した文字の上にマスクを掛けて見えない状態にする
- (3) 筆順に合わせて順次文字が現れてくるようにマスクを変形し、マスクの変形動作時間を設定
- (4) 一連のアニメーションを swf (Shockwave Flash) 形式のファイルとして出力

この方法の利点と欠点は以下の通りである。

- 利点
  - 文字の配色の変更および変形、アニメーションの調整などが可能
  - 設定が同じであれば同じ品質の映像ができる
  - コンピュータ上で一連の作業が完結するため、データの取り扱いが簡便

- 欠点
  - マスクの配置と変形に細かい手作業が必要なため手間と時間が掛かる
  - 1文字分のアニメーション作成に約30分～2時間の時間が掛かる
- その他
  - Adobe Flash をインストールしたパソコンが必要
  - Adobe Flash の操作方法を習得する必要がある
  - アニメーション作成指示のために筆順の詳細な説明書が必要
  - 手書き文字として自然な画像データが必要となる

### 2.3 撮影

人物が黒板や紙などに文字を書く様子をビデオカメラで撮影する方法である。ビデオカメラで撮影することができれば筆順映像を作成することができる。映像の編集も必要な部分を切り出すカット編集のみで行うことができる。

高度配信プロジェクトではモンゴル語のキリル文字の筆順映像作成をこの方法で行っている。モンゴル語の筆順映像作成は次の手順で行っている。

- (1) 文字毎に大文字と小文字の筆記体を黒板へチョークで大書する様子を撮影 (約30秒/文字)
- (2) 映像編集用ソフトウェア (Final Cut pro) に撮影した映像を取り込み (約30秒/文字)
- (3) 編集した全文字の映像をアルファベット順に並べた映像を作成 (約40分/映像、約1分/文字)
- (4) 1文字毎にカット編集 (約150秒/文字)
- (5) 1文字毎にテロップを挿入 (約300秒/文字)
- (6) 映像ファイルを QuickTime (.mov) 形式で出力

この方法の利点と欠点は以下の通りである。

- 利点
  - 文字を書く様子を撮影し、カット編集とテロップ挿入を行う簡単な作業で作成可能
  - 1文字毎の作業時間は比較的短時間
  - ビデオカメラで撮影可能であれば、文字の大きさ、筆記用具に依存しない
  - 老若男女様々な人に書いてもらい、文字だけでなく書いている環境も含めて撮影する、音声も同時に収録する等とすることで、筆順以外にその時の文化的資料価値のある映像になる可能性がある
- 欠点
  - 文字の形や筆順などを修正する場合は撮影からの作業が必要
  - 照明およびカメラの設定、カメラの設置場所、撮影対象の位置などの撮影条件が変



わると、全体として一貫しない映像になる

● その他

- 筆者の字形の癖が強く反映されるため、学習に適した文字を書く筆者を起用する必要がある
- 文字の間違いに気付きやすいので、対象言語を知っている筆者が適している

## 2.4 筆順映像作成方法のまとめ

筆順映像作成手順は次のように分類することができる。

- (1) 準備：筆順の確認、筆記用具の準備、録画および撮影の準備
- (2) 筆記：筆者による文字の筆記
- (3) 録画・撮影：筆記している文字の録画および撮影
- (4) 編集：録画および撮影した映像の編集、アニメーション作成
- (5) 出力：QuickTime 形式または AVI 形式または swf 形式で出力

ここで、各分類毎の作業者は次のようになる。

(1) ～ (3) の筆順の確認と筆記は対象文字の知識を有する者が作業をすることが望ましく、録画および撮影の準備と作業は録画および撮影に関する知識を有する者が作業をする必要がある。(4) ～ (5) は編集作業の知識を有する者が作業をする必要がある。

高度配信プロジェクトでの筆順映像作成方法を上記の分類に従って表 1 にまとめた。

表 1 筆順映像作成手順比較

手順	画面キャプチャ	アニメーション	撮 影
準備	( 筆順一覧作成 ) ハードウェア準備 ソフトウェア準備	筆順一覧作成	( 筆順一覧作成 ) 黒板準備 撮影準備
筆記	ペンタブレットを用いてパソコンの画面上に文字を筆記	なし	黒板にチョークで文字を筆記
録画・撮影	画面キャプチャソフトウェアで録画	なし	ビデオカメラで撮影
編集	専用ソフトウェアで自動編集 文字の欠損の確認・修正 スピードの調整	Adobe Flash を使用してアニメーションを作成	Final Cut pro で撮影した映像の編集
出力	QuickTime 形式または AVI 形式	Adobe Flash から swf 形式	Final Cut pro から QuickTime 形式

筆順映像作成方法の特徴を作業効率の観点から次の項目に分類し、内容を表 2 にまとめた。

- (1) 作業手順毎の作業人数：作業内容が異なる場合1人必要として集計する  
 (2) 作業手順毎の作業時間：判る場合は作業内容毎の作業時間も記述する  
 (3) 修正方法：編集段階での筆順および筆跡の修正方法  
 (4) 必要機器：作業に必要な機器類  
 (5) その他：その他の主な特徴

表2 筆順映像作成手順比較

項 目		画面キャプチャ	アニメーション	撮 影
準備	人数	機器・ソフトウェア:1	筆順一覧作成:1	セット・撮影機材:1
	時間	ソフトウェアのインストール:300以上	約180以上	撮影準備:約1,800～3,600
筆記	人数	1	なし	1
	時間	約5以上		約30
録画・撮影	人数	1	なし	1
	時間	約5以上		約30
編集	人数	1	1	1
	時間	自動処理:約130 手動処理:約5以上	約1,800～7,200	取り込み:約30 カット編集:約150 テロップ挿入:約300
出力	人数	1	1	1
	時間	1以上	10以上	約60
作業時間数合計		446以上	1,990～7,390以上	2,400～4,200以上
修正方法		なし	映像編集	なし
必要機材		コンピュータ ペンタブレット 透明シート 画像処理ソフトウェア 映像編集ソフトウェア	コンピュータ アニメーション作成ソフトウェア	筆記用具 ビデオカメラ コンピュータ 映像編集ソフトウェア
その他		録画後すぐに映像が確認できない 文字の大きさが揃わない	筆順の詳細な説明が必要	ビデオカメラで撮影可能であれば、文字の大きさ、筆記用具に依存しない

(人数単位：人、時間単位：秒/文字)

表2より、作業時間数合計から画面キャプチャが最も効率よく筆順映像を作成できることがわかり、次に効率的なのが撮影で、最後がアニメーションである。各筆順映像作成方法にそれぞれ利点があるので単純に比較はできないが、画面キャプチャの欠点を補う方法を開発することで、効率よく使いやすい筆順映像作成環境が構築できると考えられる。

### 3. 筆順映像作成支援ソフトウェア

#### 3.1 開発目的

筆順映像を簡単に効率よく作成するための環境を構築することが目的である。特に多くの文字データを入力する必要がある筆者の入力負担軽減を優先する。また、他の方法に比べて使い勝手がよければ、以後の筆順映像作成に積極的に使用することも考える。

#### 3.2 機能概要

筆順映像作成支援ソフトウェア（支援ソフト）は、以下の3機能を主要機能として持つ。

- (1) 筆順データ入力機能
- (2) 筆順データ編集機能
- (3) 筆順画像作成機能

データの入力方法は画面キャプチャ方式と同様、画面にペンで文字を書くことで筆順映像を作成することとする。筆順データ入力には液晶ペンタブレットまたはタブレットPCを想定する。

筆者が多少の筆跡の歪みを気にせず書き進められるように、文字の形を整えるための筆跡編集機能を提供することとする。データは筆跡の編集を考慮してベクターイメージで保持することとする。

筆順データ入力機能と筆順データ編集機能は同じ表示領域を使用して、モード切り替えを行うことで動作を変更することとする。モード切り替え式とする理由は、筆者が筆順データ入力中、意図せず編集状態になることを避けるためである。

筆順画像作成機能として筆順データを元に筆跡の推移を一連の画像（連続画像）として出力する機能を搭載する。また、複数の筆順データを一括して画像に変換する処理（バッチ処理）も搭載する。

筆順入力に特化した機能として、背景への画像および文字列の表示機能がある。これらの機能は筆者から画面へ文字を書く際に手本や目印が欲しいという要望があり実装した。当初は画像のみを表示する仕様であったが、複数の文字を切り替える際にファイルの選択が面倒であったので、テキスト入力で手本を表示するようにした。また、背景へ罫線を表示することで、文字のバランスを見ながら文章を書くという用途にも使用された。文章の筆順を書くことにしたのは、1文字だけでは分からない文字の繋がりを学習者へ示すためである。

編集機能では、選択した座標点の削除、選択した座標点を任意の場所に移動する機能、選択した座標点を縦および横に並べる機能、選択した座標点を指定した円に沿って並べる機能がある。座標点を縦および横に並べる機能は、直線を持つ文字の編集に役立つ。また円に沿って座標点を並べる機能は、円の多いビルマ文字等の編集に役立つ。

### 3.3 インターフェイス設計

ペン操作中心での作業を想定しているので、ほぼ1ステップで各種機能の操作が可能のように、全ての機能は画面上にボタンを配置し、ボタンを押すことで機能が実行されるようにする。また同時に主要機能にキーボードショートカットを割り当て、作業効率の向上を図る。画面レイアウトは筆順データを入力するための「筆記部」と各種機能を提供する「操作部」に分割することとする。また、画面上に筆記を行うことが作業の中心となるので、筆記部の大きさの最大化を図り、操作部の大きさは必要最小限にする。このことから筆記部はウインドウサイズに合わせて全体を拡大・縮小させるが、操作部は幅のみ拡大・縮小させることとする。図6に画面レイアウトを示す。

筆記部には筆記対象領域を示すために、画像出力領域を示す枠線（出力枠）と筆記部の中央を示す十字線（中心線）を表示する。また、筆記する際の目印および手本として背景への罫線の表示および手本文字の表示等を行う。

操作部はほぼ全てボタンで構成される。ボタンはなるべく小さくするためアイコン表示で機能を区別する。ただし、アイコン表示のみではボタンに割り当てた機能が分かりにくいので、ボタンにマウスカーソルを合わせた時に機能名を書いたポップアップウインドウ（ツールチップウインドウ）を表示することで表示の不足を補う。

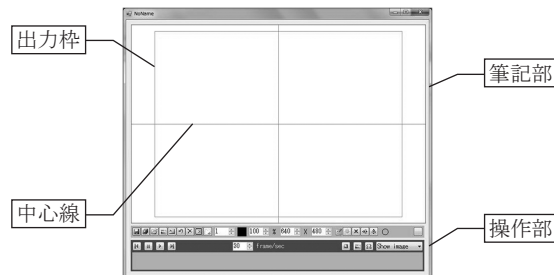


図6 画面レイアウト

### 3.4 データ設計

筆順データとして必要な項目を筆順データ入力機能を元に次のように定義する。

#### (1) 筆記機能

##### A) 座標点

中心線の交点を原点とした画面上の縦軸と横軸の値。それぞれ Pixel 単位の値とする。

##### B) 座標点取得時間

最初の座標点取得時間からの相対時間。ミリ秒単位の値とする。

#### (2) 線幅指定

##### A) 線の幅

軌跡を描く線の幅。Pixel 単位の値とする。

(3) 線色指定

A) 線の色

軌跡を描く線の色。赤、緑、青、透明度それぞれ 8bit の 32bit の値とする。

(4) 背景画像表示

A) 背景画像のビットマップデータ。1Pixel につき 32bit の画像データとする。

(5) 背景文字表示

A) フォント名

文字のフォント名。文字列データとする。

B) フォントサイズ

文字を表示する大きさ。単精度浮動小数点数の値とする。

C) 表示色

文字を表示する色。赤、緑、青、透明度それぞれ 8bit の 32bit の値とする。

### 3.5 実装

開発環境は以下の通りである。

- コンピュータ：Lenovo ThinkPad X61 Tablet
- OS：Microsoft Windows Vista Ultimate(x64)
- 開発用ソフトウェア：Microsoft Visual Studio 2008 Professional
- プログラミング言語：C#
- .NET Framework バージョン：2.0

開発環境の選択理由は、開発から運用までの期間が約 1 週間とあまり時間がなかったため、利用実績のある環境を使用して開発期間の短縮を図ったためである。なるべく多くのプラットフォーム上で動作させるため、Microsoft .NET Framework 2.0 クラスライブラリのみを使用した。.NET Framework を利用することで、背景画像のフォーマットは .NET Framework が標準で対応している「Windows Bitmap」、「JPEG」、「PNG」が利用可能である。また、連続画像のフォーマットは Windows Bitmap では 1 画像の容量が大きくなるので、画像圧縮フォーマットである「PNG」または「JPEG」で出力することにした。

実装上の特徴は以下の通りである。

(1) 筆順データの入力をマウスの左ボタンドラッグに割り当て

ペン入力環境がない場合はマウスなどのポインティングデバイスを利用してデータ入力が可能な設計とした。このようにするとペンタブレット、タッチパネル、マウスなどを区別する必要がなくなるので実装が簡単になる。

(2) 一連の筆順データをひとつのクラスで管理

筆順データを全て保存し、データの入出力および画面描画のメソッドを持つクラスを

定義することで、インターフェイスから独立した処理系を内部に持つことになり、インターフェイス設計の自由度が上がる。また、メモリ消費は多くなるがクラスのインスタンスのコピーを利用することで、マルチレベルのアンドゥ処理を簡単に実現することができる。

(3) 点の場合は2座標点データを使用

軌跡は全て `System.Drawing.Graphics.DrawCurve` メソッドを使用してカーディナルスプラインを描いているので、点ひとつを打つためにも2座標点を使用している。

(4) ClickOnce アプリケーションとして作成

ソフトウェアのインストールを簡単にするため、ClickOnce アプリケーションとして作成している。この際、.NET Framework 2.0 インストーラも同時にインストールフォルダへ配置しているので、インストーラ単体でソフトウェアを配布可能である。

(5) セキュリティへの配慮をしていない

ソフトウェアの非公開を前提として作成しているため、特にセキュリティへの配慮はしていない。

### 3.6 筆順映像作成作業

支援ソフトを用いた筆順映像作成手順は次の通りである。

(1) 準備

筆順データ入力用のタブレット PC または液晶タブレットを接続したコンピュータを用意し、支援ソフトをインストールする。

(2) 筆順一覧作成

筆順確認用に筆順一覧を作成する。

(3) 筆順データ入力

支援ソフトを起動し、支援ソフトの画面上に文字を書くことで筆順データを入力する。筆順データ入力の様子を図7に示す。

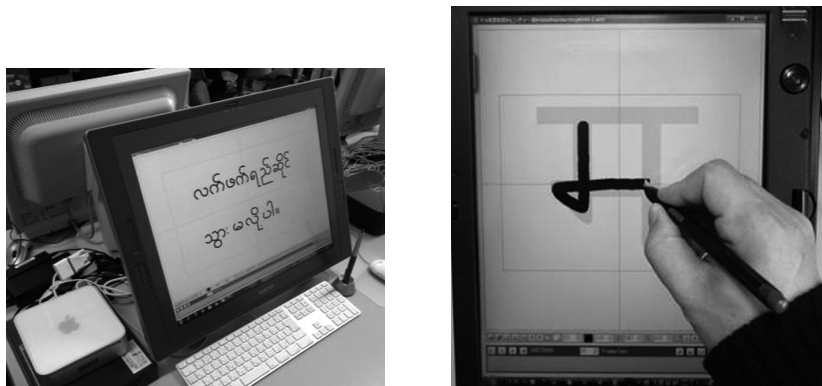


図7 筆順データ入力の様子

(4) 筆順データ編集

入力した筆順データの座標点を編集して、文字の形を整える。

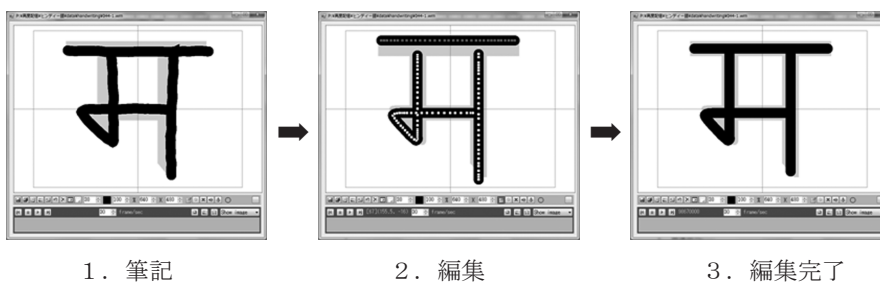



図8 筆順データ編集の様子

(5) 連続画像作成

 (Ω アイコン) のボタンを押してファイル選択画面を表示し、ファイルを選択して「Convert」ボタンを押すと、連続画像を作成する。

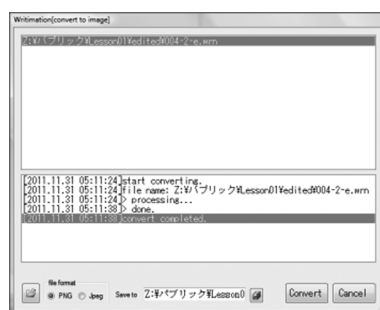


図9 バッチ処理画面

(6) 映像編集

連続画像を映像編集ソフトウェアに読み込んで映像を作成する。

(7) 映像出力

完成した映像を QuickTime movie(.mov) 形式で出力する。

QuickTime Player で再生して内容を確認する。



図10 QuickTime Player での再生の様子

支援ソフトはこれまでに高度配信プロジェクトにおいてヒンディー語のデバナガリとビルマ語のビルマ文字の筆順映像作成に使用した。その際、最初に支援ソフトの使用方法を説明した後は筆者に全て操作を任せていたが、ほぼ支障なくデータ入力を行っていた。

支援ソフトを利用した場合の作業人数と作業時間を表 3 にまとめた。

表3 支援ソフトの作業時間

項目		人数・時間
準備	人数	1
	時間	300
筆記	人数	1
	時間	20
録画・撮影	人数	なし
	時間	なし
編集	人数	1
	時間	筆跡の修正：900 映像作成：300
出力	人数	1
	時間	連続画像：約 15 映像：約 180
作業時間合計		約 1,715

(人数単位：人、時間単位：秒/文字)

表3を表2と比べると、簡単な文字の場合のアニメーションと同程度の作業時間になっていることが判る。作業内容的には画面キャプチャに近いのだが、「筆跡の修正」作業が増えたので画面キャプチャよりも時間が掛かるようになったと考えられる。

支援ソフトを使用して作成した筆順映像は、多少筆跡が歪んでいても修正を行うことで滑らかになるところが特徴である。例として、東京外国語大学のカンボジア言語語モジュールでの描画と支援ソフトで同じ文字を書いた場合の比較画像を図 11 に示す。

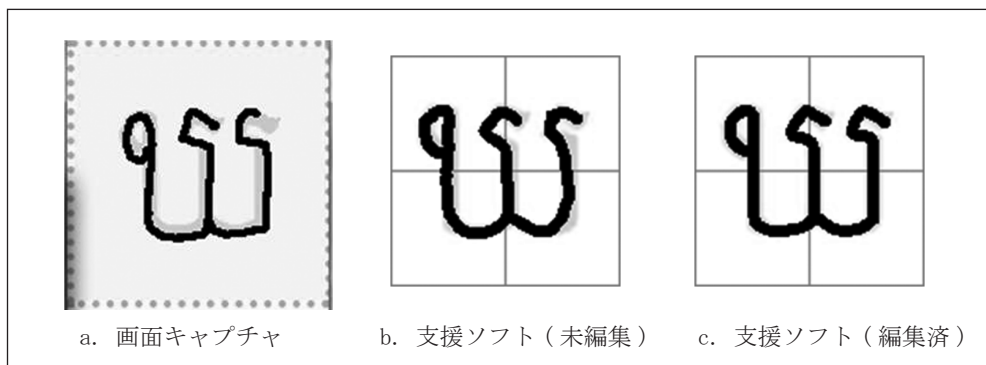


図 11 描画比較



また、手書きであるので文字を書くスピードが自然である。この特徴から筆跡の修正をすると、綺麗な文字を自然なスピードで書く筆順映像となる。これは筆者の筆記速度が生かせるという点で画面キャプチャの利点を持ち、整った文字の筆順映像を作成することが可能であるという点でアニメーション作成の利点を持つものである。

### 3.7 今後の課題

支援ソフトのインターフェイスをペン入力前提で設計していたが、実際に使用すると下にある操作部が手で隠れて使い難いことが判った。操作部の位置は設計段階で作業する際の手の位置と操作部の関係を考慮していれば判明したと思われるので、設計段階での検討不足が原因である。今後操作部を上部に移動する変更を早急に実施し、操作感の確認をする予定である。

現在の支援ソフトは入力された筆順データを元に大量の画像を出力するソフトウェアである。映像を作る場合は映像編集ソフトウェアを利用して大量の画像から映像を作成する必要がある。これまでの実績では、1文字分の連続画像の枚数は200～400枚である。高度配信プロジェクトのビルマ語では文字だけではなく、文章の手書き映像を作りたいと要望があり、これも支援ソフトを利用して作成したが、この場合の画像枚数は多いもので5,048枚になっている。これだけの枚数になると映像編集ソフトウェアにファイルを登録するだけで10～30分以上掛かり、手動での映像作成に手間が掛かる。この問題を解決するには支援ソフトに映像出力機能を追加することが望ましいと考えており、現在その方法を調査中である。

支援ソフトのペン先が固定であるため、ウルドゥー文字のようにペン先の向きによって文字の太さが変化する文字を書くことができない。現時点では必要とされていないのでこの機能を付ける予定はないが、将来的にはペン先を自由に設定できると応用範囲が広がってよいと考える。また、同時に筆圧感知機能があると筆圧で文字の太さに変化を持たせることができるので、この機能もあるとよいと考える。

現在は筆者の文字を書く速度によって取得する座標点が多過ぎたり、少な過ぎたりすることがあるが、これは座標点を一定時間間隔で取得しているために起きる現象である。座標点の取得時間間隔を調整することで対応しているが、自動で調整できる方法を思索している。

## 4. まとめ

筆順映像の作成方法に関して「画面キャプチャ」、「アニメーション」、「撮影」の比較を行い、そこで得られた知見を元に「筆順映像作成支援ソフトウェア」を開発した。支援ソフトの当初の目的である、簡単に効率よく筆順映像を作ることは、入力部分に関してはほぼ達成できたと考えている。画像から映像を作る処理が煩雑であるため、今後はこちらの改良を行いたいと考えている。

## 5. 付録

### 5.1 機能詳細

機能概要のそれぞれの項目について、より詳細な内容を記述する。

#### 5.1.1 筆順データ入力機能

##### (1) 筆記機能

画面上に線を描く機能。一定時間毎に画面上でのマウスカーソルの座標を取得し、取得した座標点(座標点)に従って線を描く。

##### (2) 線幅指定機能

軌跡の線の幅を指定する機能。標準は10Pixelで1～9999Pixelまで指定可能。

##### (3) 線色指定機能

軌跡の線の色を指定する機能。

##### (4) 背景画像表示機能

筆記する領域の背景に筆記の目印や手本として罫線や文字を画像化したもの等の画像を表示する機能。扱える画像フォーマットの種類は実行環境に依存する。

##### (5) 背景文字表示機能

筆記する領域の背景に筆記の手本として文字を表示する機能。文字のフォント名およびフォントサイズを指定可能。

##### (6) データ取得時間間隔設定機能

データ取得の時間間隔を1秒間の表示書き換え回数(フレームレート: frame rate)で指定する機能。単位はFPS(Frames Per Second)。

#### 5.1.2 筆順データ編集機能

##### (1) 筆順データ保存機能

筆順データをファイルとして保存する機能。

##### (2) 筆順データ読み込み機能

筆順データのファイルを読み込む機能。

##### (3) 座標点の移動機能

選択した座標点を任意の場所に移動させる機能。

##### (4) 座標点の削除機能

選択した座標点を削除する機能。

##### (5) 座標点の整列(縦)機能

選択した座標点を縦一列に並べる機能。

##### (6) 座標点の整列(横)機能

選択した座標点を横一列に並べる機能。

##### (7) 座標点の整列(円)機能

選択した座標点を指定した円に沿って並べる機能。

(8) 操作の取り消し（アンドゥ）

操作の取り消しを行う機能。複数回の操作まで遡って操作の取り消しが可能。

(9) 表示の拡大・縮小

筆記領域に表示する軌跡、画像、文字の表示倍率の指定機能。標準は 100% で 1 ～ 9999% まで指定可能。

(10) 筆順データ再生機能

筆順データをアニメーションとして画面上で再生する機能。筆順データ確認用。

(11) 筆順データ再生速度指定機能

筆順データの再生速度をフレームレートで指定する機能。

### 5.1.3 筆順画像作成機能

(1) 連続画像変換

現在表示している筆順データを連続画像へ変換する機能。変換の際は出力先フォルダを指定する。

(2) 連続画像変換バッチ処理

複数の筆順データを一括して連続画像へ変換する機能。変換対象データと出力先フォルダを指定して変換する。出力先フォルダに変換対象データのファイル名でフォルダを作成し、その中に連続画像を保存する。

(3) 画像変換

筆順データの最終的な描画状態を画像として保存する機能。

### 5.2 筆順映像データ仕様

名 称	型	バイト数	備 考
文字長プリフィックス	符号なし整数型	1	リトルエンディアン 各バイトの先頭ビットがプリフィックスのフラグ
データラベル	文字列型	11	固定文字列 “DrawingData”
文字長プリフィックス	符号なし整数型	1	上記「文字長プリフィックス」と同じ
線幅ラベル	文字列型	7	固定文字列 “PenSize”
線幅	符号付き整数型	4	
文字長プリフィックス	符号なし整数型	1	上記「文字長プリフィックス」と同じ
線色ラベル	文字列型	7	固定文字列 “PenColor”
線色	符号なし整数型	4	透明度、赤、緑、青それぞれ 8bit
文字長プリフィックス	符号なし整数型	2	上記「文字長プリフィックス」と同じ

座標点コレクションラベル	文字列型	19	固定文字列 “PointDataCollection”
座標点コレクション数	符号付き整数型	4	
文字長プリフィックス	符号なし整数型	1	上記「文字長プリフィックス」と同じ 座標点コレクション数回繰り返し
座標点ラベル	文字列型	9	固定文字列 “PointData” 座標点コレクション数回繰り返し
座標点数	符号付き整数型	4	座標点コレクション数回繰り返し
座標点横軸座標	浮動小数点数型	4	座標点数回繰り返し
座標点縦軸座標	浮動小数点数型	4	座標点数回繰り返し
座標点描画時間	符号付き整数型	8	座標点数回繰り返し
文字長プリフィックス	符号無し整数型	1	背景画像がある場合 上記「文字長プリフィックス」と同じ
画像横幅	文字列型	6	背景画像がある場合 固定文字列 “Bitmap”
画像横幅	符号付き整数型	4	背景画像がある場合 背景画像の横 pixel 数
画像縦高さ	符号付き整数型	4	背景画像がある場合 背景画像の縦 pixel 数
画像画素値	符号無し整数型	4	背景画像がある場合 画像横幅×画像縦高さ回繰り返し 透明度、赤、緑、青それぞれ 8bit
文字長プリフィックス	符号無し整数型	1	上記「文字長プリフィックス」と同じ
フォント名ラベル	文字列型	8	固定文字列 “FontName”
文字長プリフィックス	符号無し整数型	1～4	上記「文字長プリフィックス」と同じ
フォント名	文字列型	可変	フォント名称
文字長プリフィックス	符号無し整数型	1	上記「文字長プリフィックス」と同じ
フォントサイズラベル	文字列型	8	固定文字列 “FontSize”
フォントサイズ	浮動小数点数型	4	
文字長プリフィックス	符号無し整数型	1	上記「文字長プリフィックス」と同じ
背景文字色ラベル	文字列型	9	固定文字列 “TextColor”
背景文字色	符号無し整数型	4	透明度、赤、緑、青それぞれ 8bit
文字長プリフィックス	符号無し整数型	1	上記「文字長プリフィックス」と同じ
背景文字ラベル	文字列型	4	固定文字列 “Text”
文字長プリフィックス	符号無し整数型	1～4	上記「文字長プリフィックス」と同じ

背景文字列	文字列型	可変	
-------	------	----	--

データの出力に `System.IO.BinaryWriter.Write` メソッドを使用しているため、`System.IO.BinaryReader` クラスのメソッドを利用して読み込みを行うのが簡単である。特に文字長プリフィックス付き文字列の読み込みに特別な処理をする必要がないので便利である。

### 5.3 支援ソフト配布情報

筆順映像作成支援ソフトウェアのインストーラーとソースコードを以下のウェブページで配布している。

#### ■Writimation (筆順映像作成支援ソフトウェア)配布ウェブページ

<http://www.nopworks.com/writimation/writimation.html>

上記ウェブページの「インストーラー」リンクからインストーラーの ZIP アーカイブをダウンロード・解凍し、その中の「`setup.exe`」を実行すると支援ソフトがインストールされる。インストール時にスタートメニューへ「大阪大学世界言語研究センター」フォルダを作成し、このフォルダ中に「Writimation」へのリンクを作成する。この「Writimation」が支援ソフトウェアであり、リンクをクリックすることで起動する。

なお、全て口頭で操作指導を行っていたため、操作マニュアルを含めたドキュメント類は整備していない。

## 参考文献

- 本田孝一, 師岡カリーマエルサムニー. (1999). アラビア文字を書いてみよう. 千代田区: 株式会社白水社.
- K. “辞典・用語 漢字筆順字典”. K’sBookshelf. (オンライン), <<http://ksbookshelf.com/DW/Hitsujun/index.html>>, (参照日: 2011 年 3 月 31 日).
- kakijun. “漢字の正しい書き順 (筆順)”. 漢字の正しい書き順 (筆順). (オンライン), <<http://kakijun.main.jp/>>, (参照日: 2011 年 3 月 31 日).
- 森伸生, 山形洋一. (1994). アラビア文字の第一歩 読み方と書き方. 千代田区: 国際語学社.
- 東京外国語大学. “東京外大言語モジュール | カンボジア語 発音 | 理論編”. 東外大言語モジュール. (オンライン), <<http://www.coelang.tufs.ac.jp/modules/km/pmod/theory/index.html>>, (参照日: 2011 年 3 月 31 日).

(2011.06.30 受理)