

K-015

## 力覚による視覚障がい者の運筆の支援

## Brush-stroke Assisting with Haptic Interface for a Visually Impaired Person

村井 保之<sup>†</sup> 巽 久行<sup>‡</sup> 宮川 正弘<sup>‡</sup>  
 Yasuyuki Murai<sup>†</sup> Hisayuki Tatsumi<sup>‡</sup> Masahiro Miyakawa<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

力覚装置を用いた視覚障がい者の書字を訓練するシステムの開発を行っている。漢字は字形が複雑で、筆運び（次の筆画への移動距離）が大きく、視覚による確認がないと、書字中に筆画の位置関係が不安定になる。目標とする、運筆を重視した書字訓練システムは、力覚装置からペン先に適当な力覚（抵抗）を送ることで、学習者の運筆を制御する。これにより、書字中に距離感ができるとともに、紙の上の筆記感触と類似の感覚を学習者が筋運動感覚パターンとして記憶できる。このことから、漢字の記憶が容易になるほか、字形のとれた書字が期待でき、教師なしで繰り返し学習することも可能となる。本報告は、研究計画の大まかな構想であり、現在、目標とするシステムは開発中で一部しか実現できていない。

## 2. 運筆練習の必要性

字形を知っている中途視覚障害は、書き位置さえ教えれば簡単な文字は何とか書くことができる。例えばラテン系文字は、書字の際にストロークが離れることが少ないので、“i”や“j”等の分離しているものを除けば、字形の乱れは障害後も極端には落ちていない。我々も目を閉じて字を書けば分かるように、視覚欠如の下での書字は、方向感覚は比較的正しいが距離感覚に誤りが生じる。特に漢字は偏旁間で筆運びが大きいので、距離感が不安定になると書字に支障をきたす。字形を知らない先天視覚障害は、文字そのものも覚えなければならないので敷居も高く、せめて名前を書けるように訓練は受けるものの、正しい書字を行うには非常に困難を伴う。

これまでの書字訓練では、手のひらやレーザーライタ等が使われてきたが、手のひらは複雑な字形を書き表すことができず、また、レーザーライタは筆順を覚えるには不向きである。そこで、小林・渡辺らにより図1のような、ポインティングデバイスを備えた触覚ディスプレイが開発された[1,2]。これは、触知ピンによる触覚ディスプレイにペン型入力装置を組み合わせて書き直しのできる電子レーザーライタを構築したもので、字形や筆順を感じながら学習できる。特に、ペンで指示した部首などの構成要素の触知ピンを音声案内も付加して振動させることで、漢字の構成を理解させながら字形に対する学習を行うことができる。この電子レーザーライタの開発により字形の学習は飛躍的に向上したが、実際の書字では、運筆の経験が足りないために字の安定性が保たれていない。図2は、電子レーザーライタで練習した先天視覚障がい者が“純”と書いたものである。字形はほぼ正確に捉えているが、筆運びの正確さがいないために字のバランスが悪い。



図1. 電子レーザーライタ MIMIZU  
 (<http://www.cs.k.tsukuba-tech.ac.jp/labo/koba/research/>)



図2. 視覚障がい者の書字例

## 3. 書字訓練システムの概要

システムは、PC、力覚装置（Phantom Omni）および触覚ディスプレイからなる学習システムと、学習した文字が判別可能かを判定するためのPCとタブレットからなる評価システムで構成される。図3に構想システムの一部を示す。目標とするシステムは、筆運び（運筆の遅速、ペンの触感など）を力覚で補い、ペン先に抵抗を与えて制御することで字形も学べる書字訓練システムである。手に持ったスタイラスをタブレット面上で動かして書字をするが、その際、スタイラスに力覚を与えて、運筆や摩擦等をパターンとして身体に記憶することで、実際の書字に備える。タブレット上の書字は、ディスプレイとともに触覚ディスプレイ上にも表示される。



図3. 構想システム

<sup>†</sup> 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University

<sup>‡</sup> 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology

### 3.1 学習

最初に、学習する文字データを力覚装置を使って登録しておく。この登録モードでは、教育漢字の学習指導要領順に、画数や難易度で整理する。ここで、難易度とは運筆の安定を表す指標であり、手書き漢字の認識手法の一つである構造解析手法を用いて、視覚障がい者の文字変形を分析した文献[3]を参考にした力覚トレースの変動値をパラメータとする評価手法を考えている。

漢字の登録データベースを用いて、学習者は力覚装置のスタイラスをペンに見立てて、力覚を頼りに運筆学習を行う。書字中の運筆か、または移動中の運筆かの区別は、書字面に対するスタイラスの反力で充分に分かるが、音による提示も行うこと、また、運筆の誘導も力覚だけでなく、音声を変えたものにもすることも考慮している。なお、練習に際しては進度に応じた選択をとることとし、力覚の関与度合いや誘導の強弱等に関する細やかな段階で進めることができる。

力覚装置を2台設置して、その内の1台を介助者が使用する場合(マスタ・スレーブの場合)、介助者の書字を学習者の力覚装置で再現することで学習を行うことができる。この場合は、漢字の登録データベースを必要としない学習となる。システムの利用に際しては初期段階で、力覚装置の操作感覚、書字感覚をつかむ練習を必要とする。学習者がシステムや力覚装置に慣れたら、徐々に力覚装置1台での書字訓練に移行して、漢字登録データベースの下に、繰り返し学習することを推奨する。

学習者は、練習している文字が実際に認識できるかを確認するために、タブレットで読み取った書字を手書き文字認識ソフトを通して評価システムに判読してもらう。その際、広い普及を考慮して、現状のシステムでは Microsoft Windows に標準装備されている IME パッドの手書き入力を利用している(図4参照)。入力された文字が正しい漢字として認識されているかは、読み上げソフトを通して学習者に知らせる。

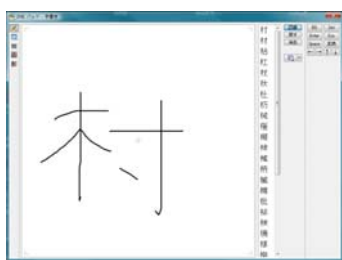


図4. IME パッド

### 3.2 学習モード

学習システムは習熟度に合わせて、強い力覚、弱い力覚、力覚なし、の3つの練習モードが選択できる。評価システムでは、書かれた文字をシステムに登録してある運筆データと比較して、その差を利用者に提示する予定であり、現在検討中である。以下に、学習システムの練習モードを記す。

(1)「強い力覚」モードは、スタイラスが能動的に強い力で動き、学習者はスタイラスの動きで運筆を学習する。

(2)「弱い力覚」モードは、スタイラスは受動的な弱い力のみで動き、学習者の運筆が外れるのを監視する(学習者の運筆に対して、指導や誘導、注意を促す機能も付加する)。このモードでは、学習者の運筆を記憶し、再生することも可能となっている。

(3)「力覚なし」モードは、スタイラスの力覚を与えず、書字面を逸脱しそうなときに音で警告し、スタイラスがロックされる。

学習者は、初期段階では、強い力覚モードで学習することにより、運筆データに基づくストロークで受動的に手が移動されて、その運筆感覚を習得してもらう。ある程度の運筆感覚が得られたら、弱い力覚モードに移行し、能動的に運筆感覚を強化してもらう。本システムの設計で最も重要視するのは弱い力覚モードであり、この部分の作成に以前の研究[4]で得られた手法や知識を適用する。最後は、力覚なしモードであり、体得した運筆感覚の下で書字の練習を繰り返し行い、評価システムと連動しながら実際の書字に備える。この過程では、字形や筆順も含めて運筆に関わる様々な評価と、これまでのオンライン手書き文字認識の手法を取り入れた、新たな視覚欠如時の運筆評価手法を構築する予定である。

## 4. まとめ

習字では、先生が筆を持った生徒の手を上から握って導くことにより、運筆時の微妙な筆遣いを教えてくれる。文字通り、手を取って教えてくれる、この指導は、筆順だけでなく、書字で最も大事な運筆の感覚を覚えさせることにある。力覚装置を使えば、視覚欠如の下での運筆を真似ることができ、それにより、文字の記憶も容易になるとともに、触覚ディスプレイだけでは学習できない、バランスの良い書字になると考えて本研究を行うに至った。我々の目標は、電子レーザライタの長所に力覚装置を合わせた、筆運びを力覚で訓練できるシステムである。

**謝辞:** 日頃有益な御助言を頂く筑波技術大学保健科学部情報システム学科の小林真先生に深謝致します。本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(C) No.21500903, “力覚により運筆を支援した視覚障害のための書字訓練システム”)の助成を受けて行われている。記して謝意を表す。

## 参考文献

- [1] M.Kobayashi, T.Watanabe, “A Tactile Display System Equipped with a Pointing Device —MIMIZU—”, Springer LNCS 2398 (Proc. 8th Int. Conf. Computers Helping People with Special Needs), pp.527-534, 2002.
- [2] M.Kobayashi, T.Watanabe, “Communication System for the Blind Using Tactile Displays and Ultrasonic Pens —MIMIZU—”, Springer LNCS 3118 (Proc. 9th Int. Conf. Computers Helping People with Special Needs), pp. 731-738, 2004.
- [3] 清田公保, 櫻井敏彦, 山本眞司, “視覚障害者によるオンライン手書き漢字の文字変形分析と画数情報を用いた分類”, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.3, pp.636-644, 1995.
- [4] 村井保之, 巽久行, 宮川正弘, “力覚歩行支援シミュレータによる認知地図の創生”, 電子情報通信学会研究会・教育工学 2007-83, 信学技報, Vol.107, No.462, pp.81-86, 2008.