

K-053

# 力覚装置を用いた視覚障がい者書字訓練システム

## Writing training system through Haptic device for the Visually Impaired

村井 保之<sup>†</sup> 異 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。開発中の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るとともに、紙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教師なしで繰り返し学習することも可能となる。しかし、用いた力覚装置の分解能では、実際の筆記に必要な1cm四方程度の文字を書くための訓練が別途必要であるため小さな文字を書くための訓練プログラムを開発中である。

### 2. 運筆学習の必要性

字形を知っている中途視覚障害は、書き位置さえ示せば簡単な文字はある程度書くことができる。特にラテン系の文字は、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]。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ることで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学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、筆運びの正確さがなく字のバランスが悪い。

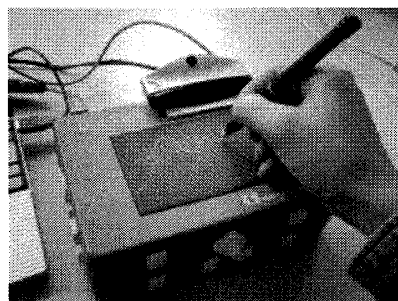


図1. 電子レーザーライタ MIMIZU  
 (<http://www.cs.k.tsukuba-tech.ac.jp/labo/koba/research/>)

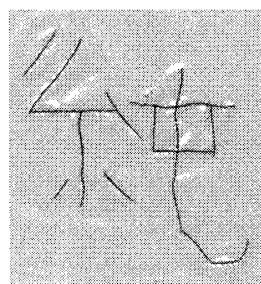


図2. 視覚障がい者の書字例

### 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に開発中のシステムの一部を示す。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。

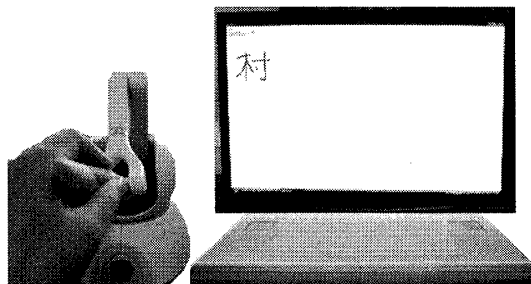


図3. 開発中のシステム

<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

準備として、学習する文字データを力覚装置でペンの動きとして登録する。登録されたデータを用いて、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。学習に際しては進度に応じた学習モードを選択し、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。

なお、システムの利用開始に際しては、力覚装置の操作感覚、書字感覚をつかむ学習が必要となるので、力覚装置を2台設置し、その内の1台を介助者が使用し、介助者の書字を学習者の力覚装置で再現する“マスタ・スレーブ方式”を用いることも可能である。学習者が力覚装置や書字感覚に慣れたら、徐々に力覚装置1台での書字訓練に移行し、繰り返し学習することを推奨する。

学習者は、学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。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。

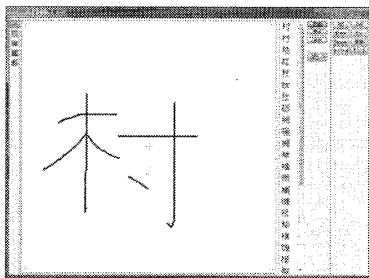


図4. IMEパッドによる評価

### 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つの学習モードが選択できる。

- (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。
- (3)「力覚なし」モードは、スタイラスに力覚を与えず、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[2]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学習を繰り返し行い、評価システムと連動しながら実際の書字に備える。

### 3.3 ペン先の距離感覚訓練

学習により字形と運筆感覚が得られるが、力覚装置の解像度の関係もあり小さな字を書くためにはさらなる訓練が必要となる。そのための訓練プログラムを検討している。図5は試作した訓練プログラムの実行画面で、表示された点をペンタブレットでポイントすると beep 音を発生し位置を報せる。中心の点を基準点としてペンの移動距離感覚を体得するまで繰り返し訓練を行う。なお、各点はそれぞれ別の音を発するためどの点をポイントしているか判別可能である。また、基準点は他の点より大きくして基準点に戻りやすくしている。筆者による実験では30分ほどの訓練でほぼ各点をポイントできるようになった。今後は、視覚障がい者の方に実際に使用していただくとともにその効果を測定する予定である。

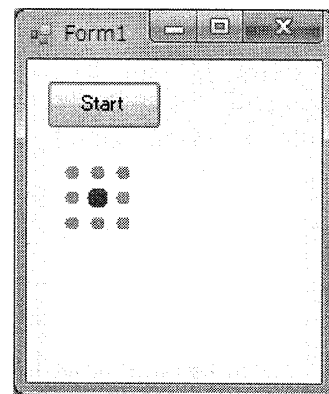


図5 ペン先距離感覚訓練プログラム

## 4. まとめ

書字で最も大事な運筆の感覚を覚えるために力覚装置を使えば、視覚欠如の下でも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り、簡単な文字を書くことが可能になると考える。

今後の課題として、漢字の書き順の問題がある。漢字を書く場合正しい書き順で書くことも重要な要素であり、手書き文字認識システムでは書き順も認識の要素である。しかし、視覚障がい者が文字を書く場合には書き順よりも、視覚障がい者にとって書きやすい順序できれいな文字を書けるほうが良いとの指摘があるので、この指摘を踏まえて訓練で用いる文字データや評価システムの検討が必要である。

謝辞：本研究は科研費(21500903)の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.