

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）  
分担研究報告書

中途視覚障害者向け文書作成システムの開発

分担研究者 伊藤 和幸 国立身体障害者リハビリテーションセンター 研究所 研究員

研究要旨： 本分担研究の目的は、文字利用が困難な高齢中途視覚障害者のための理療教育課程における学習支援システムの構築に関する研究において、学習手段の提供の一つとしてメモ機能を有した簡易文書作成システムを開発することである。今年度は、前年度に行った国立身障者リハセンターの利用者との対面調査、意見抽出から決定した仕様にのっとり試作機を製作した。試用評価中の意見抽出ではほぼ満足いく結果が提出されているが、音声読み上げ部分には多少の不満が見られた。当初仕様に挙げられていた単語検索機能は授業中の筆記行動中には不要ではないかとの意見により、検索機能は削除した。

#### A. 研究目的

本分担研究の目的は、文字利用が困難な高齢中途視覚障害者のための理療教育課程における学習支援システムの構築に関する研究における学習手段の提供として、メモ機能を有した簡易文書作成システムを開発することである。

これまでの研究において、文字入力手段に関する開発として、肢体不自由者向けキーボード代用装置、盲ろう者向けの文書作成システムの開発を行っており、これらの成果を本研究に反映することが可能である。

今年度は、前年度に行った国立身障者リハセンターの利用者との対面調査、意見抽出から決定した仕様にのっとり試作機を製作した。

#### B. 研究方式

対面調査による意見抽出から、

##### 1)ハード面として、

- ・可能な限りの薄さと小型化、軽量化、
- ・少ない操作スイッチ数、
- ・音声出力（できれば滑らか読み）

が、また、

##### 2)ソフト面として、

- ・上書き操作の必要がないこと（電源 OFF 時に全て保存）、
- ・起動時間の短さ、
- ・単語の検索、挿入、置換機能の装備、
- ・インデックス作成の簡易化、

が要求されていた。

他には、

- ・カーソルキーの移動に伴う音声出力、内容の確認、
- ・電源 ON 時のカーソル位置の確認、
- ・削除時の音声確認の有無、などが挙げられていた。

以上の意見を元に試作機を作成した（図1）。

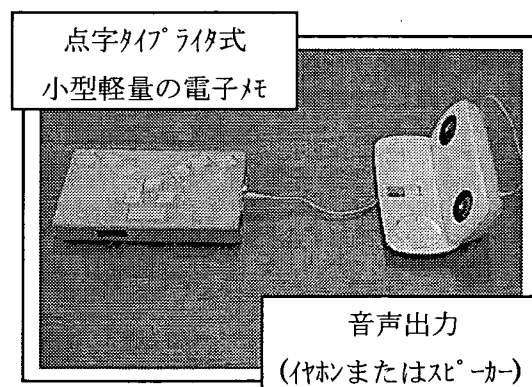


図1 点字タイプライク式メモ装置（試作機）

倫理上の配慮：

試作機による操作には文書作成を含むため、試用評価中には文章内容を外部にコピーしないこと、試用評価後には内容を全て削除するなど、プライバシーの保護には特に配慮した。

### C. 研究結果

試作機は、

- ・幅 150mm、奥行 100mm、高さ 38mm 程度、
- ・重量約 350g 程度、

であり、外部スピーカーまたはイヤホンで音声情報を取得することが出来る。

編集用のスイッチは 6 個とし Enter (改行マークの挿入)、SP (空白文字の挿入)、他 2 キーとの組み合わせにより、左右方向へのカーソル移動、前後の Enter 位置への移動を行う。現状 8200 文字程度で、一つのファイルとしての文字入力が可能である (別紙製作仕様参照)。

音声出力は ROM の交換により変更出来るため、希望があれば利用者本人の音声、または指定した人の音声により出力が可能となった。

利用者に対しては、試作機を実際に利用してもらい、文字入力を行いながら授業時における使用イメージを持ってもらい、使用感を報告していただいた。

対面調査におけるニーズ抽出から、理療教育課程における授業には、座学・実習などがあり、使用場面は多岐にわたることが指摘されている。試作機の重量、大きさには問題なく、電源スイッチを入れると直ちに起動し、文字入力が可能となることに対して好評を得ている。文字保存操作をすることなく、電源を切った状態で全ての入力文字が保存される機能に対しても同様である。

点字タイプライタは、操作音 (操作している音が他の入所生の邪魔になる) の問題が挙げられているが、本試作機のキー操作には問題なく操作できるとの報告を得た。

現状の稼働時間は 3・4 時間程度であり、1 日の授

業時間を考慮すると、6・8 時間程度の稼働性能が必要とされている。稼働時間の改善は来年度以降の課題とする。

授業時の利用を模擬すると、科目の呼び出し、日付の入力、タイトル入力、授業内容のノートテイキング、単語および内容の説明等の記入、単語検索、語句の挿入、などの操作手順となる。単語検索に関しては、授業中の作業としては効率を落とすことが懸念されるため、機能から削除した。

音声の読み上げに関しては、現状ではカナテキストのみの文書情報しか持ち合わせないため、スクリーンリーダのような滑らか読み機能は望めない。利用者からは滑らか読みを希望されているが、実情を説明し、棒読みの音声出力であることを理解していただいている。

### D. 考察

今年度は、試作機を実際に利用しながら意見抽出を行ったが、具体的な使用イメージが湧いている今年度の方がより詳しい意見が抽出されている。

試作機の大きさ、重量は評価点が高く、電源投入後直ちに使用できること、スイッチの操作感について、好評を得ている。

音声出力に関しては、視覚情報が得られない分、音声情報を頼りにするという意見があり、滑らか読みを希望する傾向が見られた。

### E. 結論

少数キーで小型の点字タイプライタ式メモ装置を試作した。今後編集機能の不具合を更に修正するとともに、来年度以降、PIC-CPU を利用した USB 接続による PC 入力機能の実現を目標とする。

音声化に対しては、滑らか読み機能は省略し、単音の連続出力としているが、次年度以降の改善課題とする。

別紙に、昨年度作成した仕様に加え、本年度追加した仕様を記述する。

**F. 健康危惧情報**

特になし。

**G. 学会発表**

1. 論文発表

なし

2. 論文発表

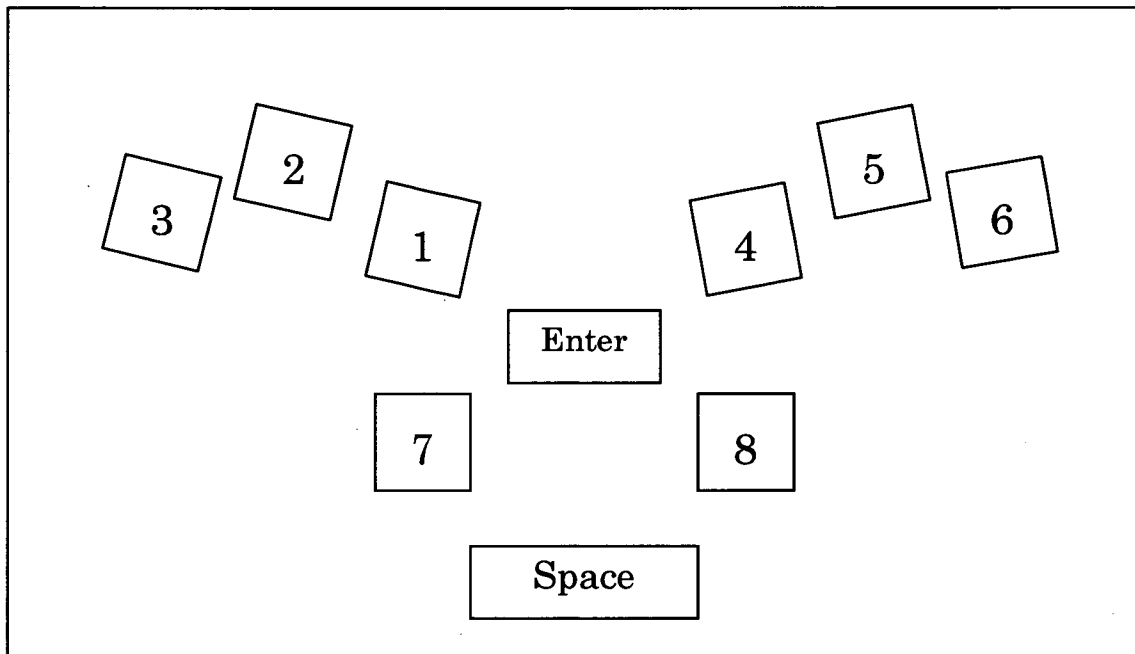
なし

## 1. 概要

- ・ 利用対象者：点字習得前の視覚障害者。
- ・ 機器の概要：6点点字入力により文字情報を入力し、音声フィードバックにより入力内容を確認可能とするもの。

## 2. ハード仕様

### 2. 1 キー配列



### 2-2 大きさおよび重量

- ・ 縦 10cm×横 15cm×高さ 4 cm 程度、350 g 程度

### 2-3 音声出力

- ・ 単音の連続出力
- ・ 本体には外部音声出力コネクタを付属（イヤホンまたはスピーカーで聞き取る）

### 2-4 キーの機能

- ・ 1-6 : 6点点字タイプライター式入力キー
- ・ 7、8 : 1-6キーとの組み合わせにより、各種編集機能を割り当てる
- ・ **Enter** : 改行機能

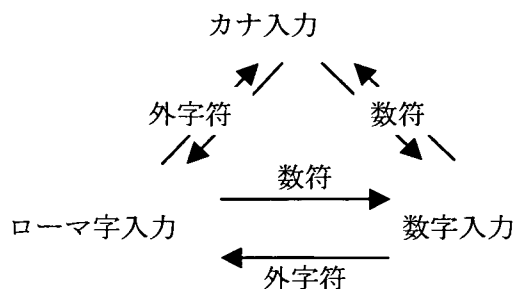
- ・ Space : 空白文字入力
- ・ Enter、Space とともに 7, 8 キーとの組み合わせにより、各種編集機能を割り当てる
- ・ 側面に電源スイッチ、音声ボリュームつまみ、音声速度調整 SW (早 SW を押すと早く、遅 SW を押すと遅くなる)、音声出力コネクタ

### 3 ソフト仕様

#### 3-1 機能 (文字入力)

##### 1) 文字入力 (編集) モード

- ・ 入力モードの切替



#### 3-2 キー割り当てと対応機能

現状 : 1 ファイル 8 1 9 2 文字として (○は文字)

○○○○○SP○○○○ ○ ○SP ○ ○Enter ○ ○ SP○○ ○ SP ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Enter

○ ○ Enter (○は文字)

1 2 3 4 5 SP 7 8 9 10 11 12 SP 14 15 Enter 17 18 SP 20 21 22 23 SP 25 26 27 28 29 30 31 32 Enter

34 35 Enter (カーソル位置 22)

		キー割り当て	
カーソル 1 文字右移動→	カーソル : 23 へ	7	6
カーソル 1 文字左移動←	カーソル : 21 へ	7	4
後方 Enter の後にカーソル移動 (↓)	カーソル : 34 へ	8	1
前方 2 つ前 Enter の後にカーソル移動 (1 行上にカーソル移動の概念) (↑)	(上記の場合は) カーソル : 1 へ	8	3
前方 Enter の後にカーソル移動 (現在行先頭文字)	カーソル : 17 へ	8	4
後方 Enter の前にカーソル移動 (現在行末尾文字)	カーソル : 32 へ	8	6
後方(前方)SP にカーソル移動	カーソル : 19 へ	8	12
前方(後方)SP にカーソル移動	カーソル : 24 へ	8	45
カーソルの文章頭移動	カーソル : 1 へ	7	45

カーソルの文章末移動	カーソル：36へ	7	56
改行 (Enter)	Enter	Enter	
空白 (SP)	Space	SP	
BS：カーソルの左削除	21 削除 削除した 21 を読み上げ	8	2
DEL：カーソル箇所の削除	22 削除 削除した 22 を読み上げ	7	5
カナ入力 ←→ 英字入力			5 6
カナ入力 ←→ 数字入力			3456
英字 → 数字入力			3456
数字入力 → 英字			56
全文読み		7	SP
全文読み停止		Enter	SP
カーソル位置の文字を音声出力 (22 の文字)		7	Enter
カーソル前後の Enter-Enter 間の文字の音声出力 (17-32 の文字) (現在行の読み上げ)		8	SP
ファイル替え進む (文字の入っていないファイルは「ムダイ」と音声出力)		7	1245
ファイル替え戻る (文字の入っていないファイルは「ムダイ」と音声出力)		8	1245
既入力文字の読み上げ時の長音 (りんしょー→りんしょおー)			
既入力文字の読み上げ時の拗音 (じっしゅー→じつしゅうー)			
ファイル内の文字全削除 (1-35 の文字) 1 度押してビープ音、再度押して実行		78	123456
カーソル前後の Enter-Enter 間の文字全削除 (17-32 の文字) 1 度押してビープ音、再度押して実行		SP	123456
隠しコマンド (初期設定) キーを押しながら電源 ON トグルで切り替え			
パーキンス VS ライトブレーラー方式の切り替え		456	
パーキンス	ライトブレーラー		
全文読み時の「エンター」「スペース」音声出力		1	
有り	無し		
文字入力時の「だくてん」「はんだくてん」「ようおん」「ようだくおん」 「とくしゅおん」の音声出力		2	
有り	ビープ音(音を変えながら)	無し	

厚生労働科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）  
分担研究報告書

中途視覚障害者の学習支援のためのペン入力システムの実用化

分担研究者 清田 公保<sup>1</sup>・江崎 修央<sup>2</sup>

1：熊本電波工業高等専門学校 情報通信工学科 教授

2：鳥羽商船高等専門学校 制御情報工学科 准教授

研究要旨： 中途視覚障害者の職業教育並びに学習支援を目的としたペン入力型ノートテイキングシステムの開発を目指す。理療教育課程に在籍する中途視覚障害者が、あん摩、マッサージ指圧、はり師、きゅう師の国家資格を取得するための学習補助機器として、普段の筆記と同じ手法でコンピュータに日本語入力が可能なペン入力型のノートテイキングシステムの開発を行う。本手法は、情報機器に不慣れな初心者でも字形を覚えている中途視覚障害者であれば直接的に文字入力ができる優位性がある。本分担研究において、ノートテイキングシステムの基本設計思想を明確化すると共に、プロトタイプによる評価試験を行い実用に供するシステムを実現する。

#### A. 研究目的

我が国の視覚障害者は、全国でおよそ 30.1 万人、そのうち全盲は約 11 万人、弱視は約 19 万人に達する。高度情報化社会を迎え、視覚障害を克服し社会復帰するための就学教育支援の対応とデジタルデバイド（情報格差）の改善が必要になってきている。これらの背景には、パソコンやデジターなどの情報機器の活用により「読み書き」の「読み」に対する支援機能については十分利用できるようになってきたものの、「書くこと」に対する中途視覚障害者への情報活用手段が不十分であるために、点字やキーボードでの日本語入力操作を強いられていることに起因する。このような問題に対して、本研究では、中途視覚障害者の職業教育並びに自立更正に寄与することを目的としたペン入力型ノートテイキングシステムの開発を目指す。本システムの特徴は、普段の筆記と同じ手法でコンピュータに日本語入力が可能なペン入力型認識エンジンを携帯移動端末に適用し、情報機器に不慣れな初心者でも

直ぐに情報入力ができる点にある。視覚障害者の理療教育課程における学習支援を対象としたノートテイキングシステムの基本設計思想を明確化すると共に、プロトタイプによる評価試験を行い実用に供するシステムの早期開発を目的とする。

#### B. 研究方法

##### (1) 対象者

リハビリテーションセンターや盲学校の理療教育課程での座学形式の授業では、多くの生徒が IC レコーダーを利用して講義を録音することでノートの記録の代わりをしている。点字利用率は、視覚障害者全体の 9.2% に留まっており、10 代から 30 代までの利用率が高く、50 代、60 代と年代が高くなるにつれて利用率は低くなる傾向がある。一般に先天性の視覚障害者の点字利用率は高く、高齢の中途失明者ほど点字の習得率は低い。本研究では、このような学習記録の支援が必要な中途視覚障害者を対象とする。

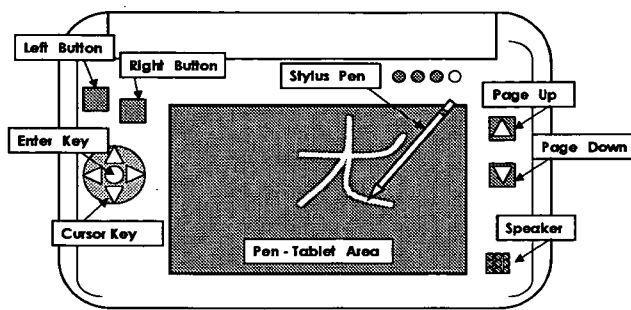


図1. 試作機 Pen-Talker の外観

## (2) 試作機のシステム構成

試作した視覚障害者のためのペン型ノートテイキングシステムの外観を図1に示す（以後、「Pen-Talker」と呼ぶ）。本システムは、UM-PC と呼ばれるタブレット PC (CPU: VIA C7-M 1.0GHz, RAM: 512MB, HDD: 40GB, 800×480 タッチスクリーンモニター) をハードウェアとし、これらの表面パネルに装備された、マウス用 [左・右ボタン], [上下左右・カーソルキー], [PageUp/PageDown キー], [Enter キー] を入力操作のコマンドボタンとして利用している。理療教育課程の授業では、科目によって教室を移動するケースが多く、持ち運びの観点から、既存の操作パネルのボタンだけで入力作業を行うように配慮したためである。さらに、UM-PC には、表示画面情報の音声出力を行うためのスクリーンリーダ、手書き入力文字の認識エンジンを組み込み、「Pen-Talker」のプロトタイプを開発した。基本的な操作は、ペンで紙に日本語を書く要領でコンピュータに文字を入力することが可能となっている。表示されている画面情報はスクリーンリーダと呼ばれる画面読み上げソフトを利用して、文章作成時の候補文字列やファイル管理モードのメニュー読み上げ機能を付与している。

## (3) 認識処理系の改善

昨年度での研究成果により、オンライン文字認識処理系の精度は、オンラインとオフラインを併用したハイブリッド型認識処理系の追加により、第1候

補の平均認識率は 93.3%、第3候補までの累積認識率は 98.4%にまで向上し、音声読み上げ時間まで考慮すると候補文字3文字で殆ど正解文字を呼び出すことが可能な精度が得られることを確認した。しかし、単文字認識処理であったため、形状が類似して単独では判別しにくい文字があり、単語単位や文書単位での入力方式への要望が挙げられた。そこで、本年度は、時系列に入力された文字の前後の遷移確率を利用して候補文字の中から正しい文字を自動選択する誤り訂正処理を導入し、文字入力の認識精度と操作性を向上させた。図2は、「熊本市」と入力するのを「熊ホ市」と誤って入力した例であるが、誤り訂正処理により第2文字目の「ホ」が第5候補の「本」を選び、正しく出力されていることが分かる。

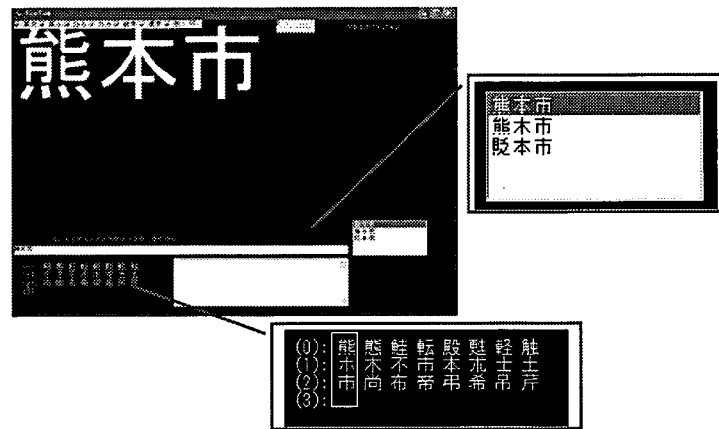


図2. 誤り訂正処理

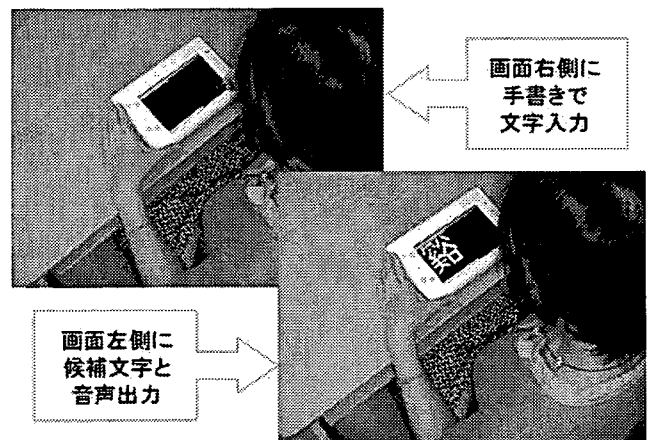


図3. 被験者による入力評価実験の様子



#### (4) 評価実験

“Pen-Talker”のプロトタイプを用いて、理療教育課程に在籍する利用者に対して、操作性と認識精度の評価実験を実施した。実験に参加していただいた中途視覚障害者は12名（男性10名、女性2名）で、参加者の平均年齢は51歳（34歳～63歳）である。評価用のサンプル文章として、認識率の低下の要因となっていた低画数文字が多く含まれる一般手紙例文集より無作為に選出した未学習文字112文字、6文例を用意し、図3のように時間を異にして2回ずつ入力してもらった。

表1 視覚障害者による文字入力実験結果

	平均年齢50.9±9.4歳		認識率(%)	
	入力時間(文字数/min)		1回目	2回目
	1回目	2回目	1回目	2回目
12名の平均	17.7	21.8	95.4	96.1
最大値	26.7	34.6	100.0	100.0
最小値	7.2	13.9	83.0	89.3

#### C. 研究結果

誤り訂正処理を導入した被験者による文字入力実験の結果を表1に示す。表より1分間あたりの平均入力文字数は20文字程度、認識率は平均95.8%であった。一文字単位の認識率が93.3%であったので、2.5%の認識率向上となった。換算すると、112文字の例文を入力した際、5文字程度の入力ミスとなるが、編集機能などの充実により実用上十分な精度に達したと考えられる。また、入力速度については、個人によってばらつきが見られるが、一般の晴眼者の筆記速度が1分間あたり40文字程度といわれていることから推定すると、音声補助を入れても約半分程度では入力ができているといえる。ペン操作やボタン操作の慣れによっては、文字の入力速度の向上はさらに期待できると考えられる。

以前実施した手紙例文サンプルによる認識実験では、平仮名などの低画数文字の占める割合が多く、特徴量の減少と視覚情報欠如による文字筆記によ

り冗長な文字や突発的な筆順変動が生じたことにより認識率が非常に低下したが、今回の単語レベルの誤り訂正処理の導入により、低画数文字の認識精度が向上したことが確認できた。

#### D. 結論

理療教育課程に在籍する中途視覚障害者の学習支援を目的としたペン型ノートテイキングシステムの基本設計思想とその有用性について検討を行った。従来、開発した認識処理系では、単文字認識であったために、低画数文字を中心として特徴量の不足による認識精度の低下傾向が見られた。これらを解決するひとつの手段として、文字間の遷移確率を利用した誤り訂正処理の導入により、認識率の改善と音声読み上げを文書単位で出力可能になったことから認識精度および入力時間の両面で向上がみられた。実際に筆記入力実験に参加していただいた中途視覚障害者からの意見として、「一気に文章を入力しても殆ど正解文字が出力できた」、「音声読み上げが文字単位から文書単位となったことで入力確認がしやすくなった」といったシステムの改善効果を示唆するものが挙げられた。また、その他の要望として、「一文字ずつの右ボタンの区切りがなくなると使い勝手がさらに良くなる」、「入力確定後の文書編集機能が欲しい」などの意見が出された。要望事項については、最終年度の課題としたい。

#### E. 研究発表

[1]. K Kiyota, N Ezaki, K Itoh and K Ito, Pen-based Electronic Note-taking, Proc. of the 13th Conference of the International Graphonomics Society, CD-ROM, (2007)

[2]. 清田公保、江崎修央、伊藤和之、伊藤和幸、視覚障害者のための学習支援システム、ATAC（電子情報支援技術とコミュニケーション支援技術に関するカンファレンス）講演集、p18（2007）

### Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

#### 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
K Ito, K Itoh, K Kiyota, N Ezaki	“Development of Pen-based Note-Taking System for Blind People”	Proceedings of Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control	CD-ROM	—	2007
伊藤 和之、 佐島 毅	理療教育課程在籍者の学習手段の実態(第2報)	日本特殊教育学会第45回大会発表論文集	—	825	2007
伊藤 和之、 加藤 麦、 谷口 勝、 乙川 利夫、 伊藤 和幸、 清田 公保、 江崎 修央	中・高齢層中途視覚障害者の学習方略構築の支援を目指して—理療教育課程在籍者の学習手段の実態調査から—	第7回日本ロービジョン学会学術総会第15回視覚障害リハビリテーション研究発表大会合同会議論文集	—	刊行中	2008
清田 公保、 江崎 修央、 伊藤 和之、 伊藤 和幸	視覚障害者のためのペン入力学習支援システム～中途失明者の思考を妨げないノート・テイキングを目指して～	Assistive Technology & Augmentative Communication Conference 2007 Proceeding	—	118- 119	2007
K. Kiyota, N. Ezaki, K. Itoh, L. Hirasaki, S. Yamamoto	Pen-based Electronic Note-taking System to support study of visually impaired person	Proceedings of the 13 <sup>th</sup> Conference of the International Graphonomics Society	CD-ROM	205- 208	2007
清田 公保、 江崎 修央、 伊藤 和之、 伊藤 和幸	視覚障害者のためのペン入力方式学習ノートシステムの開発	電子情報通信学会総合大会講演論文集	—	337	2008
東出 和也、 江崎 修央、 清田 公保、 伊藤 和之	理療現場における診療データ記録方法に関する研究	電子情報通信学会総合大会講演論文集	—	338	2008

# Development of Pen-based Note-Taking System for Blind People

Kazuyuki Ito<sup>1</sup>, Kazuyuki Itoh<sup>1</sup>, Kimiyasu Kiyota<sup>2</sup> and Nobuo Ezaki<sup>2</sup>

*1 National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities  
359-8855 Saitama, JAPAN  
{kazu,itoth}@rehab.go.jp*

*2 Toba National College of Maritime Technology  
517-8501 Mie, JAPAN  
{kkiyota,ezaki}@toba-cmt.ac.jp*

## Abstract

*When we attend class, we frequently take notes. The method of taking note means writing much information as a paper record. However, we cannot write it down in the notebook if there is no visual feedback information. We propose a pen-based note-taking system, which is named the 'Pen-Talker' on the ultra mobile PCs for blind person. A blind novice user with acquired blindness is able to input Japanese characters directly instead of a keyboard without well training by using the 'Pen-Talker'. This paper describes system design concept of the system. We also investigate a higher recognition engine based on the hybrid recognition, which is integration of on-line and off-line recognition algorithm, and we restructure the input interface by the ultra mobile PC with a voice assistance function. Screen information is given to user via built-in a screen reader. Therefore the 'Pen-Talker' can be used as a note pad software using a simple button operation for even blind novice user. As a result of the recognition experiment, recognition accuracy has improved to 93.3% for eight blind subjects. This is an extremely high score compared with the previous our system. Consequently, we confirmed the practical use possibility of the proposed system.*

## 1. Introduction

In recent years, many visually impaired persons are increasing by eye diseases or traffic accidents. There are about 200,000 persons with acquired blindness in Japan. The blind person has been interested in computer use as an assistance of communication. In general, users input a Japanese character using a keyboard on desktop PC. However, since the blind user cannot see the key position,

keyboard operation is very cumbersome. Furthermore, there are about 3,000 commonly used characters such as Kanji (Chinese characters), Kana, and Katakana. Therefore, computer support for blind person has become an important theme. A word processing using a keyboard is commercially available for the blind users today. However, they have to learn to use the software conversion of Kana to Kanji, using a keyboard. This software has to select the correct Kanji character from various candidates of the same Kana-sound (these are called the homonyms). Hence, the keyboard operation is not suitable method for the novice user in our country.

As one of the computer support method for blind user, we have proposed an on-line Japanese character input system for persons with acquired blindness [1]-[4]. Although blind user still have to select the candidate characters, when the character is input using a stylus pen, the burden on the user is reduced by the development of high accuracy character recognition algorithm. For realizing this system, the recognition method has to recognize the handwriting character written without visual feedback. Therefore, we have proposed a new recognition technique, and are improving the still more advanced recognition accuracy. Fortunately, almost all persons with acquired blindness have memorized shapes of Japanese characters. Therefore, novice blind user is able to input Japanese character without training in our system.

This paper addresses a pen-based note-taking system as the learning support system of blind person. First, we describe the design of the system. Next, we present that how to use of the system, and an improvement method of the character recognition accuracy performance. Finally, the proposed system is examined in the input time and recognition accuracy for eight blind novice users.

## 2. Character recognition for blind user

### 2.1. Recognition algorithm

In general, Japanese user needs to use many characters of various kinds. There are about 3,000 commonly used characters such as Kanji (Chinese characters), Kana, and Katakana. Therefore, Japanese character input support for blind person has become an important theme. Recent years, word processors using a keyboard are commercially available for the blind users on the information market. However, they have to learn to use the IME (input method editor), which is the conversion software of Kana to Kanji character, using a keyboard. This software has to select the correct Kanji character from various candidates of the same Kana-sound (these are called the homonyms). Hence, the keyboard operation is not suitable method for the novice blind user in Japan. As one of the computer support method for the blind user, we have proposed an on-line Japanese character input system for blind person (particularly persons with acquired blindness).

A structural analysis is very useful for the handwritten deformed character. However, this method is not able to use for the character written by blind person, because the stroke positions are unstable (Fig.1). We have investigated characteristics of Japanese Kanji characters written by many blind persons. From analysis result, we found the following some stable features [2].

- (1) The same blind person can write almost the same stroke shape, stroke number and stroke writing order.
- (2) The relative position of the stroke representative points in the partial pattern is stable.

Two kinds of character recognition algorithm; namely, the RDS method and the LSDS method have been proposed for this system as a previous recognition algorithm for blind user. The RDS method is based on the relative direction between two adjacent strokes in a writing order. We represent each stroke of the Japanese character by three typical points (a starting point, a middle

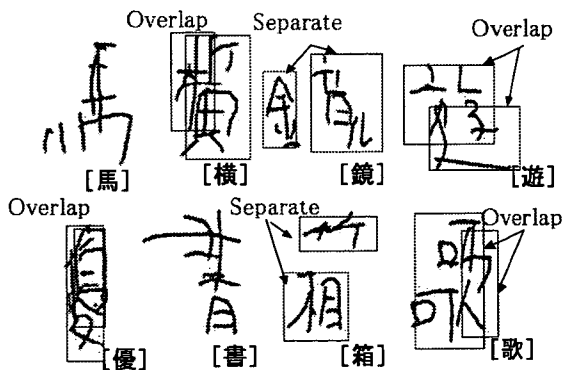


Figure 1 Examples of Japanese handwriting character written by blind users.

point and an ending point). Furthermore a stroke is divided into several line segments by the same segment length. A feature parameter set is expressed as a set of eight directional codes that correspond to each line segment. This recognition method is called the LSDS method (the method based on the line segment directions in a stroke). The combination of the two methods is desirable to recognize all type of Japanese character written by the blind person, because these methods use different type feature.

When our recognition system was applied to the application of the electronic mail software for use of the blind, many characters having a small number of strokes (such as Hiragana and Katakana) were contained in the mail texts. From previous experimental result, the character recognition accuracy was significantly decreased because the feature decreased [5]-[6].

### 2.2. Integration of the on-line and off-line character recognition algorithms

We investigated the cause of the misrecognition in detail. As a result, we have found to cause an unnecessary extra stroke to join the stroke data. It was the main cause that the blind did the touch mistake, because he was not able to see the surface of the tablet and pen point. This phenomenon was frequently generated according to the person. However, we also found that a positional deformation between strokes is a little for the characters having a small number of strokes. Therefore we are able to use the hybrid character recognition that is the integration method of off-line and the previous our developed on-line character recognition as shown in Fig.2. Hybrid character recognition has high recognition performance, even when the character pattern is input with significantly different stroke order and stroke number. Because off-line recognition uses a bitmap

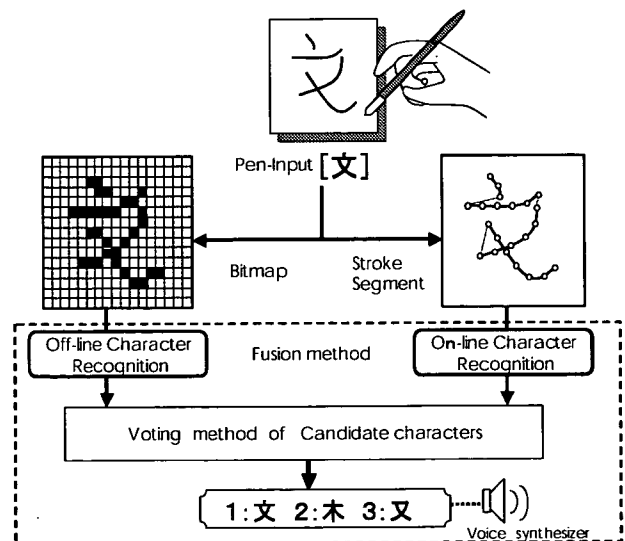


Figure 2 Integrated character recognition of two types: Off-line and On-line recognition.

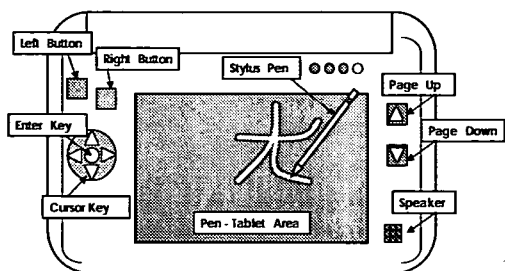


Figure 3 Command button arrangement of the 'Pen-Talker' (Ultra-Mobile PC) with Windows XP Tablet Edition 2005™.

pattern as the recognition object, it is not affected by variations in the stroke writing order of the input pattern [7]. This method is effective to the low strokes character written by blind person. However, because the influence of the character deformation grows when increasing the number of strokes, we will change the weight of the score of two recognition results according to the number of strokes of the input character.

Hence, we develop the note-taking system for blind user. In our new system, we reconstruct the recognition method which is used the previous our developed on-line recognition algorithm and other commercial hybrid character recognition algorithm [8]. The voting method is used for the integration of the two recognition engines with the weight, which is decided according to number of stroke based on the preliminary evaluation experiment.

### 3. Design of the 'Pen-Talker' system

#### 3.1. System configuration

We have developed on-line Japanese character input system on the desktop PC for blind person. This desktop model is composed of a personal computer with a control board including an electronic tablet [4]. In this study, we apply the pen-based note-taking system into UM-PC (Ultra mobile PC) for ubiquitous computing support of blind user. We used some command functions of the desktop model. However the UM-PC has a few standard command buttons only. Therefore we redesign the system interface for the new note-taking system, which is called 'Pen-Talker' in this paper. The system has a built-in a screen reader for assistance of the screen information and system guide.

Figure 3 presents a button arrangement on the *Pen-Talker* (this example model is for right-handed person). The system has a tablet function on the 800 x 480 touch screen display (CPU:VIA C7-M 1.0GHz, RAM: 512MB,HDD:40GB). Therefore, the user can write a character to the display directly by his finger or a stylus pen. Furthermore, there is a step in a character entry box to easy description for blind user. In general, right-handed user holds the body by left hand and writes character by right hand. The *Pen-Talker* has two mouse buttons, which are [Left] / [Right] button, four direction-cursor key and

[Enter] key on the left side of the surface panel as shown in Fig. 3 We use these buttons and keys as the control button in the system.

The input character operation is very simple, and all buttons can be easily checked by the tactile sense of blind user's finger. [Left] button has synchronized with the pen down usually. The [Enter] key is used for the determination, such as decision of a candidate character, selection of a sub-mode menu and decision of one-character input. [Up] / [Down] cursor keys are used as the selection of candidate characters. [Left] cursor key is used as the erase function of one character. When [Right] cursor key is pushed, the system reads out one phrase in the text box.

#### 3.2. Text input procedure

Character input method is as following procedure. At first, the *Pen-Talker* automatically starts, when the user pushes the power switch. The system shifts after a moment to the character-writing mode. Next, user then writes one character to the entry box on the screen display using a stylus pen, and he pushes the [Right] button. Then, the system begins to recognize a character by hybrid character recognition method. After that, the system outputs the first candidate character on the display and the voice synthesizer announces the first candidate character too. If a correct answer is announced, the user can make a text input by repeating same procedure. If a wrong answer is announced, the user selects other candidate phrases using [Up]/[Down] cursor key with scroll operation. When there is no correct character in the best twenty candidates, the user pushes [Left] cursor key. The system then back to the character-writing mode. These mode statuses are frequently announced by using a voice synthesizer when the system changes the mode condition.

### 4. Evaluation of recognition accuracy

We examined the character recognition accuracy and character input time of the *Pen-Talker* system. The experiment involved 8 blind subjects (6 males and 2 females) who wrote non-learning 112 Japanese characters in six letter examples according to the voice guide of an experimenter (Fig. 4). Subjects were an age from 38 to 57 years old (average age: 49 years old). 7 subjects didn't have a skill of touch-typing operation with well training and there are little experience using the personal computer. Table 1 shows the average number of input character per one minute using the *Pen-Talker*. The total of the character that was able to be input in one minute was 14.6 characters on the average. In other words, the average input time of one character is about 4 seconds. Because time of recognition per one character is about 20 [mS], The time of the remainder is time of the handwriting and

(1) 暑中お見舞い申し上げます  
 (2) お元気で過ごしのご様子お喜び申し上げます  
 (3) 末筆ながら奥様にもよろしくお伝えくださいませ  
 ■ ■ ■ ■ ■

Figure 4 Examples of the letter text for the experiment.

the voice output. We confirmed that all blind subjects were able to use the Japanese character input operation using the *Pen-Talker*. The total average of the recognition accuracy was 93.3% in the first candidate and within the best three candidates was 98.4% (Table 2). Therefore, we also confirmed that the improvement method was useful more than our previous recognition algorithm.

## 5. Conclusion

We have developed a note-taking system, which is named the '*Pen-Talker*' for blind users (particularly persons with acquired blindness). A blind user is able to input Japanese characters directly instead of a keyboard without well training in the system. *Pen-Talker* can recognize 3,126 characters including JIS Level 1 characters. This paper described system design concept of the *Pen-Talker*. In addition, we have investigated the Japanese character recognition performance for the practicable Japanese input situation such as taking notes and writing. When previous system was applied to an E-mail system, many characters having a small number of strokes were contained in the mail text. Therefore, the recognition accuracy was decreased. For the improvement of the recognition accuracy, we installed hybrid character recognition algorithm to the *Pen-Talker* system engine. From the experimental result, we confirmed that novice blind user could be used the *Pen-Talker* as a note-taking system. Thus, it is very useful for mobile computing system. The advantage of this system is it works to the information terminal device as mobile computer for all blind users.

## Acknowledgements

The authors are very grateful to Dr. Kazushi Ishigaki and Dr. Hiroshi Tanaka of *Fujitsu Laboratories LTD.* for their continuous help in the development of our technologies.

## References

[1]. K. Kiyota, S. Yamamoto & N. Ezaki, "On-line Japanese character recognition system for visually disabled persons", *Proc. of the 13th International Conference on Pattern Recognition, Vol.III*, 1996,210-214.

Table 1. Comparison of the input time per character for three type input methods.

[Unit: Number of character/min]

	First trial	Second trial	Average
Total Average	13.2	16.0	14.6
Max.	17.8	20.5	19.1
Min.	9.6	12.8	11.2

Text data: 112 Japanese characters (Letter example)

Subjects: 8 blind persons (6 male and 2 female)

Table 2. Results of character recognition accuracy.

[Unit:%]

Recognition Accuracy	1st candidate	2nd candidates	3rd candidates
First Trial	92.7	97.2	98.3
Second Trial	93.9	97.3	98.5
Ave. of Twice	93.3	97.3	98.4

[2]. K. Kiyota, T. Morita & S. Yamamoto, "Pen-based Japanese character entry system for visually disabled persons", *Proc. of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction, Vol.2*, 1997, 447-450.

[3]. K. Kiyota, T.Yanai, N.Ezaki & S.Yamamoto, "An improvement of on-line Japanese character recognition system for visually disabled persons", *Proc. of the 14th International Conference on Pattern Recognition, Vol. II*, 1998, 1752-1754.

[4]. N. Ezaki, T. Hikichi, K. Kiyota & S. Yamamoto, "A pen-based Japanese character input system for the blind person", *Proc. of the 15th International Conference on Pattern Recognition, Vol.IV*, 2000, 372-375.

[5]. N. Ezaki, S. Yamamoto & K. Kiyota, "Pen-based electronic mail system for the blind", *Cognitive Engineering Intelligent Agents and Virtual Reality, Vol.1*, 2001, 450-454.

[6]. K. Kiyota, N. Ezaki & S. Yamamoto, "Pen-based PDA system for blind person", *Proc. of the 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Vol.1*, 2003, 203-208.

[7]. M. Nakagawa, K. Akiyama, Le Van Tu, A. Homma & T. Higashiyama, "Robust and Highly Customizable Recognition of On-line Handwritten Japanese Characters", *Proc. of the 13th International Conference on Pattern Recognition*, 1996, 269-273.

[8] H.Tanaka, K.Nakajima, K.Ishigaki, K.Akiyama & M.Nakagawa, "Hybrid Pen-input Character Recognition System based on Integration of On-line and Off-line Recognition", *Proc. of ICDAR '99*, 1999, 209-212.

# 理療教育課程在籍者の学習手段の実態 (第2報)

—中・高齢層の墨字使用者の多様性—

○伊藤 和之

佐島 毅

(国立身体障害者リハビリテーションセンター) (筑波大学)

Key words : 理療教育 中途視覚障害者 学習手段

## 1. 目的

伊藤ら(2006)では、理療教育課程に在籍する中途視覚障害者のうち、定期試験時における墨字使用者の使用文字が、10類に下位分類されている。特に視力0.03~0.09群では、自習時のサインペン・マジックの使用率が上がり、弱視レンズ、拡大読書器、テープレコーダー、DAISY専用機の使用率が60%を超え、墨字の読み書きに加え、点字使用者同様のいわゆる「聞く学習」の組合せを模索する学習の実態が明らかとなっている。

本研究では、文字の使用に困難を抱える中・高齢層中途視覚障害者の学習方略構築の支援の方向を見出す基礎資料を得ることを目的として、学習手段の実態に関する継続調査を行っている。

## 2. 調査の方法

1) 対象者：2001~2006年度当センター理療教育課程1年生、計226名(平均年齢40.6±11.3歳)

2) 調査方法：自記式質問紙調査及び半構造化面接

3) 調査内容：調査は以下のふたつの内容から構成した。  
 <調査I> ①年齢 ②性別 ③視力 ④眼疾患 ⑤視覚障害以外の疾病 ⑥過去の職業 ⑦点字の学習歴

<調査II> ①授業時、自習時、試験時の3場面における筆記具と学習補助具 ②学習手段の使用上の悩み ③学習手段に関する今後の予定

4) 調査期間：各年度とも7月中旬

## 3. 当センター理療教育課程に在籍者の実態

### 1) 調査Iの結果と考察

年令を15~29歳群、30~49歳群、50~69歳群に分けた場合、高い年令群ほど視力0.01~0.02群、視力0.03~0.09群の割合が高くなり、50~69歳群では合わせて58.7%を占める。また、網膜色素変性症では視力0.3~1.2群で52.1%を占めるが、糖尿病性網膜症は30歳以降の2群に2型糖尿病が分布し、30~49歳群で20.0%、視力0~指数弁群で27.5%を占めてそれぞれ最も高い。

教室では、糖尿病性網膜症で中・高齢層の低視力者の中に、文字使用に関するケアが必要なケースが存在している。

### 2) 調査IIの結果と考察

書字と読字の組合せから、使用文字は点字使用者群、墨字使用者群、両用者群の3群9類に分類される(Table1)。

また、各個人の定期試験時に用いる補助具の使用からみた場合、点字使用者群は5類、最も人数の多い墨字使用者群に至っては11類に下位分類される。特に、墨字使用者群2-B類は8類に下位分類され、下に行くほど障害が重く、可能な限りの補助具を持込んでいる(Table2)。

さらに、2-C類の7名は、試験時には問題の音訳テープを聴き、読返しは不可能だが墨字で解答している。7名のうち4名は糖尿病性網膜症であり、年齢は1名を除き46歳~58歳と高く、視力は1名を除き0.02以下である。

授業時、自主学習時、試験時の3場面における筆記具と学習補助具の使用の実態から、中途視覚障害者の使用文字や学習は様々な学習手段の組合せに支えられていることが改めて明らかとなっている。一方で、点字使用者同様、書

かずに「聞く」学習を模索するケースが墨字使用者にも観察される点は見逃せない。中・高齢層を中心として、入学後早期の学習方略構築に関する支援の重要性を示している。

現在、在籍者の多様な実態に応じる文字入力システムの開発を推進している。「読む」「聞く」学習とともに、今一度「書く」学習を取り戻すための総合的な支援を目指した、中途視覚障害者の学習方略構築の枠組みを検討したい。

### 【文献】

1) 伊藤和之, 佐島毅, 香川邦生(2006):理療教育課程入所者の学習手段の実態について—墨字使用者を中心に—, 弱視教育, 日本弱視教育研究会, 40(4), p5-11.

Table1 書字と読字からみた使用文字の状況(n=226)

使用文字(群)	組合せ(類)	内容	人数(名)	割合(%)
1 点字(n=49)	1-A	書字も読字も可能	5	10.2
	1-B	書字は可能だが読字は授業以外の学習場面に使用	43	87.8
	1-C	書字は可能だが読字は不可能	1	2.0
2 墨字(n=163)	2-A	視覚補助具なしで書字も読字も可能	40	24.5
	2-B	視覚補助具を用いて書字と読字が可能	116	71.2
	2-C	書字は可能だが読字は視覚補助具を用いても不可能	7	4.3
3 両用(n=14)	3-B	書字は点字で読字は点字と墨字の併用	5	35.7
	3-C	書字は墨字で読字は点字	1	7.1
	3-G	書字も読字も点字と墨字の併用	8	57.1

Table2 試験時の補助具からみた

墨字使用者群の下位分類(n=163)

組合せ(類)	下位分類	内容	人数(名)	割合(%)
2-A(n=40)	2-A-a	音訳問題を使用しない	36	90.0
	2-A-b	音訳問題を使用する	4	10.0
2-B(n=116)	2-B-a	視覚補助具と音訳問題を使用しない	29	25.0
	2-B-b	視覚補助具は使用しないが音訳問題は使用する	13	11.2
	2-B-c	弱視レンズのみ使用する	46	39.7
	2-B-d	弱視レンズと音訳問題を使用する	16	13.8
	2-B-e	拡大読書器のみ使用する	6	5.2
	2-B-f	拡大読書器と音訳問題を使用する	3	2.6
	2-B-g	弱視レンズ・拡大読書器と音訳問題を使用する	1	0.9
	2-B-h	弱視レンズと拡大読書器を使用する	2	1.7
2-C(n=7)	-	視覚補助具は使用しないが音訳問題は使用する	7	100.0

(ITOU Kazuyuki, SASHIMA Tsuyoshi)

# 視覚障害者のための ペン入力学習支援システムの開発

～中途失明者の思考を妨げないノート・ティキングを目指して～

○清田 公保 江崎 修央  
(鳥羽商船高等専門学校)

伊藤 和之 伊藤 和幸  
(国立身体障害者リハビリテーションセンター)

## 1. 目的

厚生労働省の調査によると、全国には 30 万人を越える視覚障害者がいる。このうち、疾病や交通事故などにより中途失明した人の割合は過半数にも達し、高齢化社会の進行に伴って糖尿病や色素変成網膜症、白内障などに起因する中途失明者が増加する傾向にある。このような視覚障害を煩った人が社会復帰する就業先としては、第一に針や灸の理療士を目指す人が多く、盲学校やリハビリテーションセンターの理療教育科で針灸の国家資格を取得するために多くの視覚障害者が学んでいる。しかし、近年では国家試験の合格率が低下し、職域が狭まりつつある。これらの背景には、理療教育の国家資格の取得には、東洋医学および西洋医学に関する多くの専門知識を得る必要があるが、これらを習得するための視覚障害者に対する適切な勉強方法が十分に確立されておらず、障害者の学習効果の低迷があげられる。この最大の原因は、近年、点字を利用できない中途失明者が増えており、授業中にノートをとることが出来ない（ノートをとる手段が存在しない）ことに起因している。本研究では、授業や自学学習におけるノート・ティキングが学習の基本であるとの観点に立ち、中途視覚障害者による学習記録の支援を目的としたペン入力と音声録音を併用したノート・ティキングシステム“Pen-Talker”のプロトタイプを紹介し、その有効性について述べる。

## 2. 対象

リハビリテーションセンターや盲学校の理療教育課程での座学形式の授業における現状では、多くの生徒が IC レコーダーを利用して先生の説明を録音した音声記録が、復習する際の唯一の有効な学習資料となっている。点字利用率の実態は、視覚障害者全体の 9. 2%に留まっており、10 代から 30 代までの利用率が高く、50 代、60 代と年代が高くなるにつれて利用率は低くなる傾向がある。一般に先天性の視覚障害者の点字利用率は高く、高齢の中途失明者ほど点字の習得率は低い。しかし近年では、網膜色素変性症、糖尿病性網膜症などの疾病や交通事故により、中途失明する後天的視覚障害者の割合が高くなり、高齢化社会の進行と共に深刻化している。このような中途視覚障害者の多くは、あん摩・マッサージ・指圧師、はり師、きゅう師の国家師の国家資格取得による職業的自立を目指しており、全国 5ヶ所に設置された国立施設の理療教育課程に在籍し、3年若しくは5年にわたる専門教育を履修している。在籍する中途視覚障害者の多くは点字の習得・利用が難しく、弱視レンズ、拡大読書器、テープレコーダーをはじめ、PC（パソコン）、録音機能を有する DAISY 専用機、電子辞書や携帯電話など様々な機器を工夫して学習に活用する試みが行われている。しかし、入所時の年齢が高いことなどから、現実的には、音声録音機能を主流とした非効率な学習を余儀なくされるケースが多いのが現状である [1]。なかには、点字板などを利用してノートをとる生徒もいるが、点字の読み取りが困難であることから十分に活

用されていない。さらに、理療実習形式の授業ではメモを取ることはさらに難しくなり、臨床実習では、目視で確認することはもちろん不可能なため、ただ聞いているだけという状況も発生している。このような背景から、理療教育に限らず、視覚障害者が学習するための点字に替わる板書のための支援機能の開発が急務となっている。本研究では、このような学習教育が必要な中途視覚障害者を対象とする。

## 3. 開発内容

### 3.1 ペン入力方式

従来の視覚障害者向けのパソコンを利用した日本語ワープロは、キーボード又は 6 点キーを利用した仮名入力であるために、はじめにタイピングや点字の習得が必須である。近年では音声合成を用いたスクリーンリーダなどのソフトが開発されて、PC 画面上のテキストを読み上げることが可能になっているが、学習の基本である「読み書き」の「書き」の部分が、これまで中途失明者にとっては大きな障害となってきた。さらに、日本語文字では通常 3,000 文字種以上の仮名漢字を利用するために、多くの同音異義語の候補文字から適切な漢字表記を音声補助機能により選択しなければならない。

このような視覚障害者の日本語入力における問題に対する一手法として、筆者らは高齢者や視覚障害者にも有効なオンライン文字認識技術を用いることを提案し、中途失明者を対象としたペン型日本語入力システムを開発した。この方式は、キー位置を学習するなどの事前学習が不要であり、ペンで紙に文字を書く要領で日本語文書を作成できるシステムである。また高齢の中途失明者ほど、文字の字形を覚えていることが期待できる。本提案手法は、これらのペン入力（ペンの筆運びをオンラインで記録する方式）の有効性を利用して、授業内容の要点などを筆記により記録し、筆跡データから文字認識処理を経てテキストデータに変換後、音声出力することで授業内容の読み書きを可能とした。

しかしながら、従来の晴眼者用に開発された文字認識処理ソフトでは、視覚障害者が筆記する際、視覚情報のフィードバック無しで筆記されるため、図 1 に示すようなストローク相互の位置などが大きく変形し、誤認識となる場合が多かつ

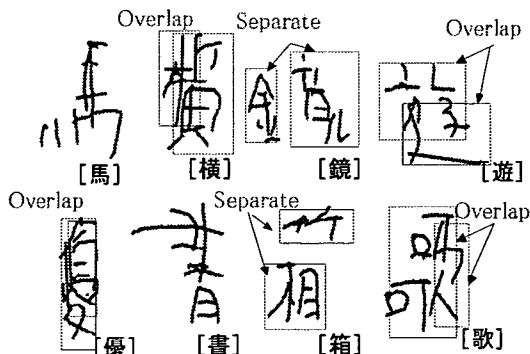


図 1. 視覚障害者による手書き文字の一例



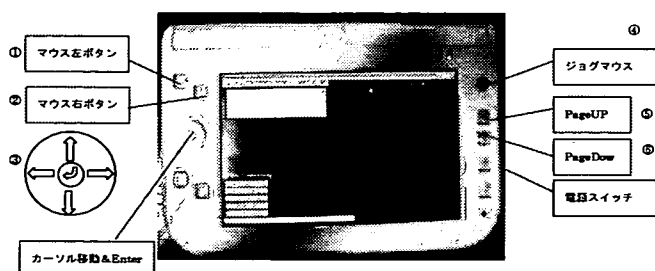


図2. 試作機 Pen-Talker の外観

た。このため視覚情報欠如によって筆記された文字に対しても、頑強なオンライン文字認識技術のアルゴリズムを構築するため、視覚障害者から採取した文字入力データから変形度の評価を行い[2]、これらの文字にも対応できる認識アルゴリズムを開発した[3]。さらに、イレギュラー的に発生する冗長な点や筆順違いの文字に対応するため、新たにオンラインとオフラインの文字認識処理を融合したハイブリッド型文字認識技術を採用し、認識精度を向上させた。この認識処理系は随時、文字種の拡大を行い、現在は JIS 第一水準漢字をはじめ 3,216 文字種まで対応している。

### 3.2 システム構成

図2に、試作した視覚障害者のためのペン型ノート・テイキングシステムの外観を示す（以後、このシステムを“Pen-Talker”と呼ぶ）。本システムは、ウルトラ・モバイル PC (UM-PC) と呼ばれるタブレット PC (CPU:VIA C7-M 1.0GHz, RAM:512MB, HDD:40GB, 800×480 タッチスクリーンモニタ) をハードウェアとして用い、これらの表面パネルに装備された、マウス用の [左・右ボタン]、[上下左右・カーソルキー]、[PageUp/PageDown キー]、[Enter キー] を入力操作のコマンドボタンとして利用する。但し、マウス用の [左ボタン] は、UM-PC のスタイラスペンのペンダウンと同じ作用を兼ねているために、直接的なコマンド操作は、主として [右ボタン] を用いて行うこととした。操作性に関して言えば、専用のコマンド操作のハンドコントローラなどを装備した方が良く考えられるが、理療教育課程に入所している中途視覚障害者の授業では、科目によって教室を移動する機会が多く、外付けの機器は持ち運びの観点から、今回は既存の操作パネルのボタンのみを利用することにした。UM-PC に文字入力を制御するインタフェース機能、表示画面情報の音声出力を行うためのスクリーンリーダー、手書き入力文字の認識エンジンを組み込み、“Pen-Talker”のプロトタイプを開発した。基本的な操作は、ペンで紙に日本語を書く要領でコンピュータに文字を入力することが可能となっている。表示されている画面情報はスクリーンリーダーと呼ばれる画面読み上げソフトを利用して、文章作成時の候補文字列やファイル管理モードのメニュー読み上げ機能を付与している。

### 3.3 評価実験

試作した“Pen-Talker”のプロトタイプを用いて、理療教育課程に在籍する入所者に対して、操作性と認識精度の評価実験を実施した。実験に参加していただいた中途視覚障害者は 8 名（男性 6 名、女性 2 名）で、1 名を除いては、キーボードによるタッチタイピングなどの操作が不慣れなパソコンの初心者である。また、タブレットを用いたペン入力操作も全員が初めてであった。参加者の平均年齢は 49 歳（38 歳～57 歳）で、糖尿病性網膜症、白内障、緑内障、網膜色素変性

症などの疾病により途中で視覚障害になられた方々である。評価用のサンプル文章として、認識率の低下の要因となっていた低画数文字が多く含まれる一般手紙例文集より無作為に選出した未学習文字 112 文字、6 文例を用意した。

評価実験参加者には、はじめに実験の趣旨と実験内容について説明し、インフォームドコンセントを得た上で実験を行った。入力実験は被験者毎に別々の時間に行い、担当者が入力する文章を読み上げて被験者に伝えて、6 文例を入力してもらった。その後、時間を異にして合計 2 回ずつの筆記入力データを採取した。

被験者実験の結果、“Pen-Talker”を用いて中途視覚障害者に日本語文章を入力してもらったときの 1 分あたりの平均入力時間は、1 回目の試行で、最大で約 18 文字/分、最小で約 10 文字/分、2 回目の試行では、それぞれ最大 20 文字、最小 13 文字に入力時間が早くなった。いずれも、音声読み上げ時間なども含めた時間であることを考慮しても、かなり遅いペースではあるが（1 文字あたりの平均入力時間は約 4 秒、認識時間は平均約 200 [mS]）、ペン操作やボタン操作の慣れによって、さらに文字の入力速度の向上は期待できると考えられる。むしろ、全く PC で日本語入力ができなかった生徒が短時間の説明だけで文書入力を単独で出来たということに注目したい。

次に今回の入力実験における平均文字認識率は、第 1 候補で 93.3%、第 3 候補まで含めた累積認識率は 98.4% であった。以前実施した手紙例文サンプルによる認識実験では、平仮名などの低画数文字の占める割合が多く、特徴量の減少と視覚情報欠如による文字筆記により冗長な文字や突発的な筆順変動が生じたことによる認識率低下が生じていたが、今回のハイブリッド型認識エンジンの導入により、低画数文字の認識精度の向上が確認できた。単文字に対する認識率としては、これ以上の向上は難しいため（例えば片仮名の「エ」と漢字の「工」など）、現在は連続筆記文字に着目して、最も結びつきが高いと思われる候補文字を選択する誤り訂正処理を導入することにより、単語らしさを評価とした出力へと改善を行っている。ペン入力方式は認識精度の向上により、キーボード入力時における同音異義語の音声による選択がほとんど不要になるために、視覚障害者の文書作成手段としては、思考力を妨げない日本語入力方式としては望ましい方式といえる。

### 4. 入手可能性

本研究の一部は、文部科学省科研費・基盤研究(c) (19500488)、厚生労働科学研究費(長寿科学総合研究事業)の補助による。現プロトタイプは、ペン入力方式の有効性を検証が完了した段階であるため、まだ、入力文書の編集機能および DAISY などの CD-ROM での再生機能などの付与を検討中である。今後、被験者による要望なども取り入れたいと考えているため、関心がある方は国立身体障害者リハビリテーションセンター・理療教科まで問い合わせいただきたい。

### 参考文献

- [1] 伊藤和之, 佐島毅, 香川邦生, “理療教育課程入所者の学習手段の実態について,” 弱視教育, 第 43 巻, 第 4 号, pp.5-11, 2006
- [2] 清田公保, 櫻井敏彦, 山本真司, “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, Vol.36-3, pp.636-644, 1995
- [3] 江崎修央, 清田公保, 引地徹, 山本真司, “中途失明者のためのオンライン日本語入力システム,” システム制情論, Vol.14-6, pp.316-321, 2001

# Pen-based Electronic Note-taking System to support study of visually impaired person

Kimiyasu KIYOTA<sup>1</sup>, Nobuo EZAKI<sup>1</sup>, Kazuyuki Itoh<sup>2</sup>, Lisa HIRASAKI<sup>3</sup> and Shinji Yamamoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Information and Control Engineering Department,*

*Toba National College of Maritime Technology, JAPAN. {kkiyota, Ezaki}@toba-cmt.ac.jp*

<sup>2</sup>*National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities, JAPAN,*

*kazu@rehab.go.jp*

<sup>3</sup>*Graduate School of Computer and Cognitive Science,*

*Chukyo University, JAPAN. hirasaki@vgc-cs.sist.chukyo-u.ac.jp, yamamoto@parl.jp*

**Abstract.** We have developed a pen-based electronic note-taking system, which is named the 'Pen-Talker' on the ultra mobile PCs for blind person. A blind novice user with acquired blindness is able to input Japanese characters directly instead of a keyboard without well training by using the system. We propose the study support system that adds the annotation function to the digital voice recorder by using the 'pen-Talker'. Firstly, we explain why it is important that the visually impaired person input the character by the pen input in Japan. Next, we describe system design concept of the 'Pen-Talker' system with the voice recorder function. We also show a higher recognition engine based on the hybrid recognition, which is integration of on-line and off-line recognition algorithm, and we restructure the input interface by the ultra mobile PC with a voice assistance function. Our proposed system can be used as note pad software and the study support system for even blind novice user.

## 1. Introduction

In general, we frequently take notes to a spoken event such as a lecture, training session or business meeting. Note taking is very important for visually impaired students to help them to understand the content of the lecture. However, we cannot write it down in the notebook if there is no visual feedback information. The blind person has been interested in computer use as an assistance of communication. In general, users input a Japanese character using a keyboard on desktop PC. However, since the blind user cannot see the key position, keyboard operation is very cumbersome. Furthermore, there are about 3,000 commonly used characters such as Kanji (Chinese characters), Kana, and Katakana. Therefore, computer support for blind person has become an important theme. A word processing using a keyboard is commercially available for the blind users today. However, they have to learn to use the software conversion of Kana to Kanji, using a keyboard. This software has to select the correct Kanji character from various candidates of the same Kana-sound (these are called the homonyms). Hence, the keyboard operation is not suitable method for the novice user in our country.

As one of the computer support method for blind user, we have proposed an on-line Japanese character input system for persons with acquired blindness (Kiyota et al., 1996, Ezaki et al., 2000). Although blind user still have to select the candidate characters, when the character is input using a stylus pen, the burden on the user is reduced by the development of high accuracy character recognition algorithm. For realizing this system, the recognition method has to recognize the handwriting character written without visual feedback. Therefore, we have proposed a new recognition technique, and are improving the still more advanced recognition accuracy. Fortunately, almost all persons with acquired blindness have memorized shapes of Japanese characters. Therefore, novice blind user is able to input Japanese character without training in our system.

This paper addresses a pen-based note-taking system as the study support system of blind person. First, we describe the design and basic concept of the system. Next, we present that how to use of the system, and an improvement method of the character recognition accuracy performance.

## 2. Character recognition for blind user

Japanese PC's user needs to use many characters of various kinds. There are about 3,000 commonly used characters such as Kanji (Chinese characters), Kana and Katakana. Therefore, Japanese character input support for blind person has become an important theme. Recent years, word processors using a keyboard are commercially available for the blind users on the information market. However, they have to learn to use the IME (input method editor), which is the conversion software of Kana to Kanji character, using a keyboard. This software has to select the correct Kanji character from various candidates of the same Kana-sound (these are called the homonyms). Hence, the keyboard operation is not suitable method for novice blind user in Japan.

A structural analysis is very useful for the handwritten deformed character. However, this method is not able to use for the character written by blind person, because the stroke positions are unstable (Fig.1). Two kinds of character recognition algorithm; namely, the RDS method and the LSDS method have been developed a previous recognition algorithm for blind user (Ezaki et al., 2001, Kiyota et al., 2003). Furthermore, we use the hybrid character recognition that is the integration method of off-line and the previous our developed on-line character recognition. Hybrid character recognition has high recognition performance, even when the character pattern is input with significantly different stroke order and stroke number. Because off-line recognition uses a bitmap pattern as the recognition object, it is not affected by variations in the stroke writing order of the input pattern (Nakagawa et al., 1996). Hence, we reconstruct the recognition method which is used the previous our developed on-line recognition algorithm and other commercial hybrid character recognition algorithm (Tanaka et al., 1999) in our new system. The voting method is used for the integration of the two recognition engines with the weight, which is decided according to number of stroke based on the preliminary evaluation experiment.

We examined the character recognition accuracy and character input time of the Pen-Talker system. The experiment involved 8 blind subjects (6 males and 2 females) who wrote non-learning 112 Japanese characters in six letter examples according to the voice guide of an experimenter. Subjects were an age from 38 to 57 years old (average age: 49 years old). 7 subjects didn't have a skill of touch-typing operation with well training and there are little experience using the personal computer. The total of the character that was able to be input in one minute was 15 characters on the average. In other words, the average input time of one character is about 4 seconds. Because time of recognition per one character is about 20 [mS], the time of the remainder is time of the handwriting and the voice output. We confirmed that all blind subjects were able to use the Japanese character input operation using the Pen-Talker. The total average of the recognition accuracy was 93.3% in the first candidate and within the best three candidates was 98.4%. Therefore, we also confirmed that the improvement method was useful more than our previous recognition algorithm.

### 3. Design concept of the Pen-based Electronic Note-taking System

#### 3.1 The Pen-Talker

In this study, we apply the pen-based note-taking system into UM-PC (Ultra mobile PC) for ubiquitous computing support of blind user. We used some command functions of the desktop model. However the UM-PC has a few standard command buttons only. Therefore we redesign the system interface for the new note-taking system, which is called 'Pen-Talker' in this paper. The system has a built-in a screen reader for assistance of the screen information and system guide.

Figure 2 presents a button arrangement on the Pen-Talker (this example model is for right-handed person). The system has a tablet function on the 800 x 480 touch screen display (CPU: VIA C7-M 1.0GHz, RAM: 512MB, HDD: 40GB). Therefore, the user can write a character to the display directly by his finger or a stylus pen. Furthermore, there is a step in a character entry box to easy description for blind user. In general, right-handed user holds the body by left hand and writes character by right hand. The Pen-Talker has two mouse buttons, which are [Left] / [Right] button, four direction-cursor key and [Enter] key on the left side of the surface panel. We use these buttons and keys as the control button in the system. The input character operation is very simple, and all buttons can be easily checked by the tactile sense of blind user's finger. [Left] button has synchronized with the pen down usually. The [Enter] key is used for the determination, such as decision of a candidate character, selection of a sub-mode menu and decision of one-character input. [Up] / [Down] cursor keys are used as the selection of candidate characters. [Left] cursor key is used as the erase function of one character. When [Right] cursor key is pushed, the system reads out one phrase in the text box.

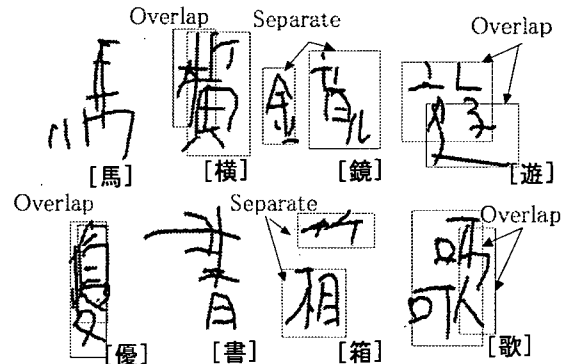


Figure 1: Examples of Japanese handwriting character written by blind users.

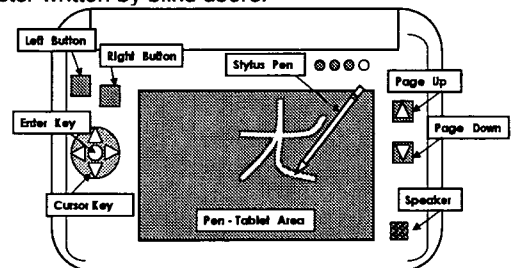


Figure 2: Command button arrangement of the 'Pen-Talker' (Ultra-Mobile PC) with Windows XP Tablet Edition 2005™.

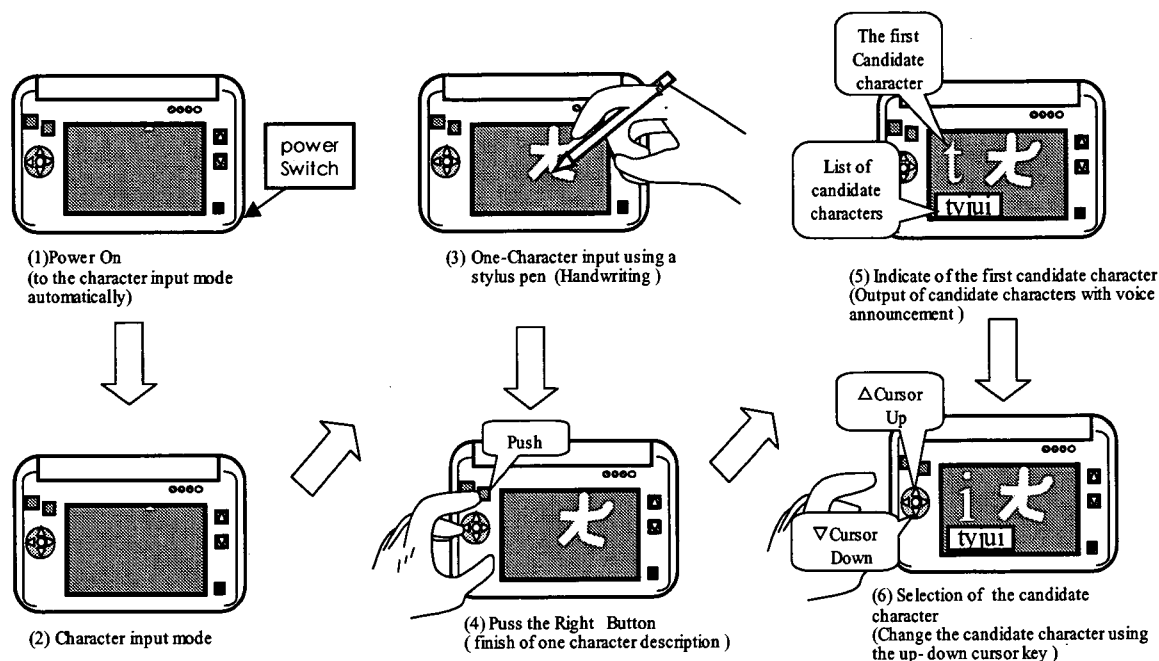


Figure 3: Character input procedure in the Pen-Talker.

### 3.2 Text input procedure

Figure 3 shows the flow of the character input using the Pen-Talker. Character input method is as following procedure. At first, the Pen-Talker automatically starts, when the user pushes the power switch. The system shifts after a moment to the character-writing mode. Next, user then writes one character to the entry box on the screen display using a stylus pen, and he pushes the [Right] button. Then, the system begins to recognize a character by hybrid character recognition method. After that, the system outputs the first candidate character on the display and the voice synthesizer announces the first candidate character too. If a correct answer is announced, the user can make a text input by repeating same procedure. If a wrong answer is announced, the user selects other candidate phrases using [Up]/ [Down] cursor key with scroll operation. When there is no correct character in the best twenty candidates, the user pushes [Left] cursor key. The system then back to the character-writing mode. These mode statuses are frequently announced by using a voice synthesizer when the system changes the mode condition.

### 4. Annotation method by the Pen-Talker

Most students of the visually impaired person are recording the teacher's lecture by the digital voice recorder. This means is a general method of recording study content for the blind. It is difficult to retrieve the starting position of the digital voice recorder when doing homework at home. Therefore, we propose the annotation function to make the index by using the pen input system for a digital voice recorder. Figure 4 is an outline to add the annotation to the voice recorder by using the Pen-Talker. When a digital voice recorder is the [Rec] - mode, blind user is able to input the key word as the index using the stylus pen at the point that changes the topic of the lecture. The user repeats the same operation while his lecture. In general, after the topic of the lecture changes, the key word for the index is decided. However, the content of the next topic has already been recorded at the position in which the index was input by the system. Afterwards, the system decides the starting position of the index and contents by using the DP matching / manual operation at the digital voice recorder. The annotation is added to voice record information by these easy operations in the [Play]-mode. The study efficiency improves very much by developing this application for blind user.

### 5. Conclusion

We have developed the pen-based note-taking system, which is named the Pen-Talker for blind user. A blind user is able to input Japanese characters directly instead of a keyboard without well training in the system. The 'Pen-Talker' can recognize 3,126 characters including JIS Level 1 characters. This paper described system design concept of the electronic note-taking system for the blind. In addition, we have investigated the Japanese character