

平成 21 年 8 月 3 日現在

研究種目：基盤研究 C 一般  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19500488  
 研究課題名（和文）中途視覚障害者の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  
 研究課題名（英文）Development of Pen-based Note-Taking System for Persons with Visually Disabilities  
 研究代表者  
 清田 公保（KIYOTA KIMIYASU）  
 熊本電波工業高等専門学校・情報通信工学科・教授  
 研究者番号：80186353

研究成果の概要：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行った。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った。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。理療教育課程に在籍する理教生 20 名（男性 17 名、女性 3 名、平均年齢 49.6±9.1 歳）における実験の結果、今回の入力実験における平均文字認識率は 93.7%であった。文書の内容理解は可能と考えられ実際の講義ノートの作成には十分対応できる見通しを得た。

## 交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

## 研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：視覚障害者、ユビキタス、感覚代行支援、ペン入力

## 1. 研究開始当初の背景

我が国の視覚障害者は全国でおよそ 30.1 万人（平成 13 年 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部調べ）そのうち全盲は約 11 万人、弱視は約 19 万人にのぼる。特に近年は、急速な高齢化が進み、疾病や交通事故により中途失明する後天性の中途視覚障害者の割合が年々増加し、高齢社会の進行と社会復帰のための方策が急務となっている。このような要請に対して近年では、パソコン画面情報を読み上げるスクリーンリーダーと呼ば

れる音声合成ソフトウェアの利用により、視覚障害者でも個人で PC の利用ができる環境が整備されつつある。しかし、視覚障害者全体に対するパソコンの利用率は 5%程度（1万5千名）を推移したままであり、視覚障害における高度情報化社会への対応とデジタルデバイド（情報格差）の改善にまでは至っていない。これらの背景には、「読み書き」の「読み」の部分については十分、利用できるようになってきたものの、「書くこと」に対して、中途視覚障害者が情報を活用

するためには点字やキーボードでの日本語入力操作を先に習得しなければならないことが大きな障害となっていることに起因している。

## 2. 研究の目的

本研究では、申請者らがこれまでに開発した視覚障害者が利用可能なペン入力型ユビキタスイタフェースを基礎技術として、中・高齢層を中心とした中途失明の視覚障害者が社会復帰するのに必要な職業教育に寄与するための中途視覚障害者用学習支援システムの開発を行う。具体的には、現在、中途視覚障害者の多くが、あん摩・マッサージ・指圧師、はり師、きゅう師の国家資格取得により職業的自立を目指しており、全国5カ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年に亘る専門教育を履修している。しかし、学習時において適切な文字入力手段を獲得できないために、授業の殆どが音声録音による音声機器に依存した記録に頼っているのが現状である。理療教育課程の他、自学学習においてノート・テイキングは、学習の基本であり、視覚障害者のPCにおける文字入力に対する障害を改善したペン入力と音声録音を併用したノート・テイキングシステムの実用性を目指す。

## 3. 研究の方法

パソコン利用を妨げる直接的な問題点であったキーボードによる日本語入力方法に代えて、ペン入力インタフェースという直接的な手法を用いることで中途視覚障害者の利用を解決するに至った。本研究では、この視覚障害者向けに開発されたペン入力インタフェースを用いて、中途失明を余技なくされた障害者の社会復帰を目指した教育支援を行うためのペン入力型ノート・テイキングシステムの開発を行う。

これまで申請者らが開発してきた視覚障害者用オンライン文字認識エンジンを用いたペンメニューの付加機能によるユーザの利便性の向上と入力インタフェースの充実化、および実際に理療教育課程に在籍する中途視覚障害者の学習形態を十分に調査し、現状の学習に取り入れやすい学習用ノート・テイキングシステムの基本設計思想を明確にすることを目標とする。本研究の基礎技術と

なる文字入力エンジンの開発において、これまで実際に利用される視覚障害者の方々からのご意見やご要望・ご批判などを可能な限りシステム改善時に取り入れてきた。本研究においてもその思想に沿って、盲学校や福祉施設、障害者の情報支援NPO団体の関係者による市場評価を十分に取り入れる方針とする。このため、以下に示す研究項目を各研究分担者が連携して検討を行っていく。

### (1) ペン入力と音声録音を併用したノートテイキングシステムの基本構成

これまでの中途視覚障害者における学習手段と学習方法などを整理し、新たに提案するペン入力と音声録音のそれぞれに有効な記憶方式の特徴を理療教育課程において再調査し、より授業効果の高いシステムの基本設計思想を明確化する(ペン入力によるメモ情報と授業内容の音声記録情報との統合化の基本方針が必要と考えている)。最終的には情報機器に不慣れな中・高齢層の中途失明者がひとりでも利用できる環境を目標として、従来の音声録音機能を併用したペン入力によるノートテイク機能の効果的な支援体制の基本設計思想を確立する。

### (2) 日本語入力インタフェースの再構築

これまでに開発したペン入力の文字認識エンジン(一文字単位の入力)において、被験者から要望として挙げられた、連続筆記による単語入力(予備実験としては単一文字認識後のNグラム誤り訂正処理を検討済み)への対応、複雑な漢字や忘れてしまった漢字に対応するための、平仮名入力からの仮名漢字変換機能、作成した文章の修正機能の充実、無線LAN機能を利用した用語検索機能など、既存の認識エンジンに付加機能として加えることによって安定したペン入力支援の充実を図る。

システムの評価実験等においては、実験毎に実験の目的、実験結果の利用法、研究成果発表における個人情報の遵守規定などを被験者毎に説明し、相手方の同意・協力に対する社会的コンセンサスを同意文書を得て、実施するものとする。なお、今回の主たる目的が中途視覚障害者の社会参加のための学習支援であるため、成人者を対象とする。

#### 4. 研究成果

##### (1) 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)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][Page Up/Page Down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場合が多く、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。

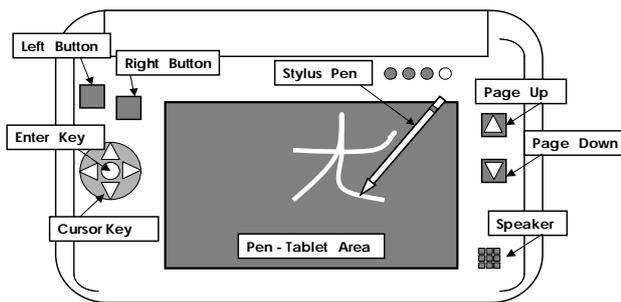


図1. 試作機 Pen-Talker の外観

##### (3) 認識処理系の改善

オンライン手書き文字認識技術は、オフラインの手書き文字認識技術より比較的容易に実現しやすく、初心者や高齢者の日本語文字入力支援用として多くの市販ソフトが実用化されている。しかし、視覚障害者が筆記する文字は、図2に示すように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い。

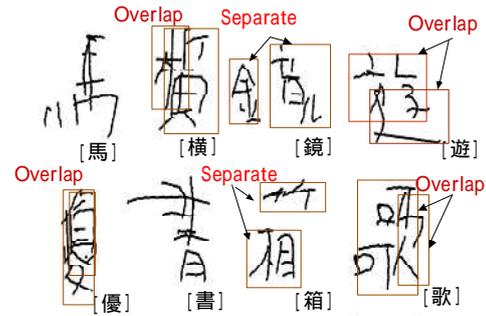


図2 視覚障害者の手書き例

そこで、はじめに視覚情報がなく筆記された文字に対応し得る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、視覚障害者の筆記文字にも有効な認識アルゴリズムを開発してきた。しかし、実際に視覚障害者に対して行った試用実験では、平仮名や片仮名など低画数の文字が日常の文章で多用され、漢字などの認識に比べて特徴量が不足するために、常に正解文字を上位候補として出力することができなかった。また、不明瞭な漢字や異なる筆順で入力された場合、辞書に登録された文字データと異なるために誤認識が発生すること、筆記面が確認できないために、スタイラスペンの先が誤ってタブレット表面に接触して、不要なストロークが含まれる場面が観察されることも判明した。

本研究では、提案している従来のオンライン文字認識技術で十分な認識精度を示せなかった、低画数の文字における特徴量の不足や冗長なストロークが付与された場合の文字に対しても、精度良く認識処理を行うための改善法を検討し、理療教育課程に在籍する中途視覚障害者向けのノート・テイキングシステムの実用化を検討した。

#### C. 研究結果

##### (1) 認識処理系の改良と実装

従来の視覚障害者向けの文字認識アルゴリズムと併用して、今回は新たに2次元イメージの統計的マッチングに基づいたオフライン認識と、特徴点の非線形伸縮マッチングに基づいたオンライン認識とを併用したハイブリッド型文字認識処理を加えて統

合型の認識アルゴリズムとした。2種類の認識処理の統合には、図3に示すように別々に認識処理系を実行した後、候補文字の出現順位に着目して得点を与え、総合得点の高い文字を上位とする投票制を用いた。

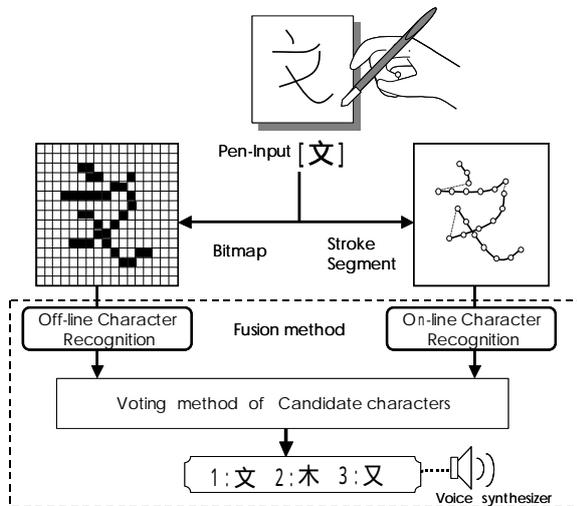


図3 オフラインとオンライン認識の2種類が統合された文字認識



図4 被験者による入力評価実験の様子

## (2) 被験者実験

国立障害者リハビリテーションセンターに在籍する理教生20名(男性17名、女性3名)に対して、評価実験を実施した。平均年齢は $49.6 \pm 9.1$ 歳(34~63歳)で、網膜色素変性症9名、糖尿病性網膜症6名をはじめ、何らかの疾病により中途視覚障害を有している。

評価用のサンプル文として、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から、無作為に抽出した以下に挙げる未学習6文例、112文字列を用

意した。文例は以下のとおりである。

- A 暑中お見舞い申し上げます
- B これからもご指導くださいますようお願いいたします
- C お元気で過ごすご様子お喜び申し上げます
- D 未筆ながら奥様にもよろしくお伝えくださいませ
- E 朝夕めっきり冷え込むようになりました
- F 日ごとに秋の色が深まっております

被験者は実験者が読み上げた文章を聞きとって入力し、その筆記入力データを採取する(図4)。入力は一人2回、複数日に行う。但し、今回は1文字入力ごとに[右ボタン]を押すが、連続筆記が可能であるため、1文字ごとに候補文字を出さない。実験者の読み上げに併行して1文を連続筆記した段階で、再度[右ボタン]を押すこととする。入力された個々の文字に対する候補文字(各文字に対して20文字ずつ候補を用意)で誤り訂正処理を行い、最も結びつきの強い文字列候補の第1位を音声読み上げするようにした。被験者には実験の趣旨と実験内容について説明し、同意を得た上で実験を行うものとした。

### 【平均入力文字数】

表1に、1分間当たりの平均入力文字数を示す。1回目の試行では、最大で約27文字/分、最小で約7文字/分であったのに対して、2回目の試行では、最大で約35文字/分、最小約14文字/分まで入力時間が速くなっていることが分かる。2試行の平均は19.1文字/分で、単文字入力の約1.3倍増加した(1文字当たりの平均入力時間は約3[s])。入力の際の[右ボタン]操作が少なくなったことと、文字の連続筆記がし易くなったためと考えられる。

今回は、1文をすべて入力してから候補を出すようにした。ペン操作の習熟によって文字の入力速度が向上するだけでなく、ボタン操作の簡略化と正解文字列の精度が上げられ、更に利便性が向上すると考えられ、連続筆記の効果が確認された。

表1 1分間当たりの平均文字入力数  
操作の簡略化と正解文字列の精度が上げられ、更に利便性が向上すると考えられ、連続筆記の効果が確認された。

単位: 字/分

	1回目	2回目	平均
20名の平均値	17.6	20.5	19.1
最大値	26.7	34.6	30.7
最小値	7.2	13.9	10.6

#### 【文字認識率】

今回の入力実験における文字認識率を表 2 に示す。1 回目の平均文字認識率は 93.5%で、2 回目は 94.0%、2 試行の平均は 93.7%であった。1 文字単位の認識率の第 1 位が 93.3%なのに対してわずかな向上となる。しかし、本実験結果は文単位の入力での認識率であることから、実質的には誤り訂正処理による効果が大いと考えられる。単純に換算すると、93.7%の認識精度は、112 文字の例文を入力した際、7~8 文字程度の入力ミスが予想されるが、文書の内容理解は可能と考えられる。

上述のとおり、実際の授業場面において、PC のキー入力に変換作業を行いながらの漢字仮名交じり文作成は容易ではない。“Pen-Talker” の使用者を想定した場合、文字を記憶していれば漢字仮名交じり文の作成は比較的簡便に行うことができる。また、誤りを修正しながらの入力よりも、文字入力自体に集中し、自習時に入力文字を音声で確認しながら修正する使用法が実用的と考えられる。入力速度については、個人によればらつきは見られるが、一般の晴眼者の筆記速度が 1 分間当たり 35.6 文字と言われていることから推定すると、音声補助機能の時間を考慮しても約半分程度の速度で入力できていると言える。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更に期待できると考えられる。

表 2 文字認識率の結果

	1回目	2回目	平均
20名の平均値	93.5	94.0	93.7
最大値	100.0	100.0	100.0
最小値	82.8	85.5	84.1

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Itou K., Kato B., Taniguchi M.,

Otogawa, T., Itoh K., Kiyota K., Ezaki N., Uchimura K., Learning Support System Based on Note-Taking Method for People with Acquired Visual Disabilities, Proc. of the 11th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, LNCS5105, 813-820, (2008)

Kiyota K., Ezaki N., Ito K., Itoh K., Development of Pen-based Note-Taking System for Persons with Visually Disabilities, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, Vol.5, No.3, ISSN 1349-4198, (2009)

〔学会発表〕(計 2 件)

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 A-19-4, (2008)

東出和也、江崎修央、清田公保、伊藤和之、理療現場におけるペン入力を用いた診療データ記録に関する研究、電子情報通信学会総合大会講演論文集 A-19-7, (2009)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

なし

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

清田 公保 (KIYOTA KIMIYASU)

熊本電波工業高等専門学校・情報通信工学科・教授

研究者番号: 80186353

(2) 連携研究者

江崎 修央 (EZAKI NOBUO)

鳥羽商船高等専門学校・制御情報工学科・准教授

研究者番号: 30311038