

視覚障害者向けシステム設計方法の検討

小場 久雄

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

視覚障害者のような特殊な制約条件を持ったユーザを対象としたシステムの効果的な設計方法について検討する。ユーザ側からはユーザ分析によるシステムとの interaction における視覚障害者の特徴の抽出により、設計における優先順位決定を行う。システム側からは具体的システムのタスク分析によるシステムの機能の分析と、システム操作シナリオによる動作時間などのチェックにより、システム仕様の問題点を発見する。以上の2つの分析に基づいて実際の HI を設計し、視覚障害者に試用してもらった結果について考察を行う。

A Study of System Design for the Visually Disabled

Hisao Koba

School of Information Science

Japan Advanced Institute of Science and Technology

E-mail: koba@jaist.ac.jp

The purpose of this study is to examine the method for designing an effective system for the users who are faced with special constraints like visual disability. From the user side, the priorities of the design factors are determined by analyzing the interactions between the user and the system. On the other hand, from the system side, the tasks of the system are analyzed and the operation time of each system unit is checked for finding out the draw-backs of the system. Based on the above mentioned analysis, a real HI system is designed for this study and the effectiveness of the same is thoroughly investigated.

1 はじめに

本研究では、視覚障害のような特殊な制約条件がユーザにある場合における効果的なシステム設計方法について、自動点訳システムを例にとって検討する。

近年の computer の能力向上を反映してシステムはますます複雑になり、従来困難だったことも実現できるようになって来ている。この複雑なシステムの HCI(Human Computer Interface)には多くの場合視覚情報が重用され、その結果としていわゆる GUI(Graphical User Interface) 全盛の時代になりつつあるといえるだろう。

しかし残念ながらこれが全てのユーザにとって良い傾向であるとは言えない。特に視覚障害者にとって、情報がより視覚に依存したものになることは致命的な影響をもたらすことになる。

その解決法として、例えば GUI の視覚情報をその他の感覚情報に変換することによって視覚障害者の操作を可能にするような研究も幾つか行われているが、もともと視覚意外のことを考えていない情報を変換して使うことにはさまざまな困難が見られる。

そこで、視覚障害者を主なユーザに想定したシステムを設計する際に、ユーザ分析やタスク分析などを行うことによって、制約条件を設計に如何に採り入れることができるかを以下で検討する。

2 ユーザ分析

システムからの情報を得たユーザが何らかの操作を行うことを1つの場面とし、その繰り返しをユーザとシステムとの interaction であると考え(図1)。ユーザがシステムと interaction を行う際に考慮しなければならない点として、

- 外界(システム、環境)からの情報入力(感覚系)
- ユーザの知識、記憶(記憶系)
- 外界への操作(操作系)

の3点がある。

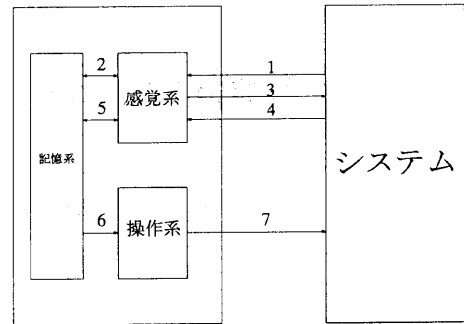


図1: ユーザとシステムとの interaction

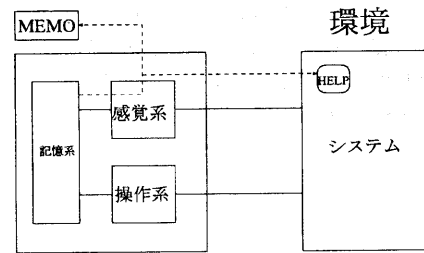


図2: 内部記憶と外部記憶

HCIにおける感覚系としては、視覚/聴覚/触覚の3種類があげられる。各感覚は(表1)のような一般的特徴を持っている。記憶系は内部記憶と外部記憶に分けられる。内部記憶はユーザの内部にそのまま記憶されている情報であり、いつでも呼び出して(思い出して)利用可能なものである。それに対して外部記憶はユーザの外部に存在する情報であり、ユーザはその情報へ到達するためのポインタしか内部に保持していない様なものである(図2)。外部記憶の例としては、UNIXにおけるmanコマンドのようなヘルプシステムやメニューシステム、辞書の利用やメモを取るなどがあげられる。

外部記憶を活用することによって記憶の負荷を減らし、見掛けの記憶容量を大きくすることができる。

操作系はHCIにおいては四肢(特に手)にほぼ限定される。音声などによる操作も研究されてい

| 感覚 | 特徴 |
|-------|---|
| 視覚 | <ul style="list-style-type: none"> ・情報量最大 ・時間に関係なくランダムアクセス可能 ・能動的 |
| 聴覚 | <ul style="list-style-type: none"> ・情報量は中程度 ・時間軸に沿ったシーケンシャルアクセスだけ可能 ・受動的 |
| 触覚 | <ul style="list-style-type: none"> ・情報量小 ・情報処理負荷大 |
| 嗅覚、味覚 | <ul style="list-style-type: none"> ・システムとのインタラクションにおいてはほとんど利用されることはない |

表 1: 感覚系の一般的特徴

るが今だ研究段階であると考えられる。

ユーザとシステム間の interaction において行われるやりとりは、

1. システム情報取得
2. システム情報の解釈
3. 操作情報検索
4. 操作情報取得
5. 操作情報の解釈
6. 操作指示
7. 操作

の段階を取ると考えられる (図 1)。

ここで視覚障害が以上の段階においてどのような影響を与えるのかを考えると、まず 1 と 3 において視覚を利用することができないので得ることができる情報が減る。このことは外部記憶の活用が困難であること、つまり記憶の負担が相対的に大きいことを意味している。また 1、3、7 で操作系を情報系としても共有することになるので、比較的低機能な触覚に大きな負担がかかることになる。

したがって、視覚障害者向けのシステム設計においては、

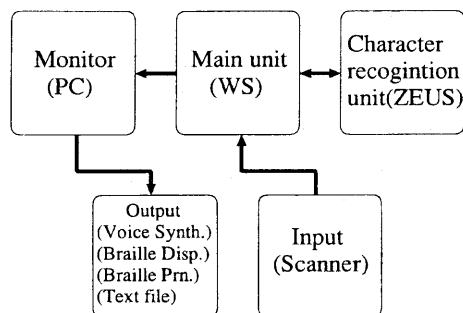


図 3: 知的自動点訳システム

- 記憶の負荷を削減する
- 情報をできるだけ聴覚に分散する。

の 2 点に重点を置いた方が良いと考えられる。

3 システム分析

システムに取って必要な条件は、

- ユーザの目的を達成するのに十分な機能
- ユーザが使いやすい操作体系

である。以下では知的自動点訳システム [2] を設計例に取り、この 2 点について検討する。

3.1 システム

本研究で設計例としてを取り上げるシステムは (図 3) に示したような構成であり、印刷物を文字認識し、音声や点字、テキストファイルに出力する目的を達成するために十分な機能を持っている。

3.2 タスク

本システムで想定されているタスクとしては、

1. 文書を 1 枚読み取って出力する (interactive 処理)
2. 複数文書をまとめて読み取って出力する (batch 処理)

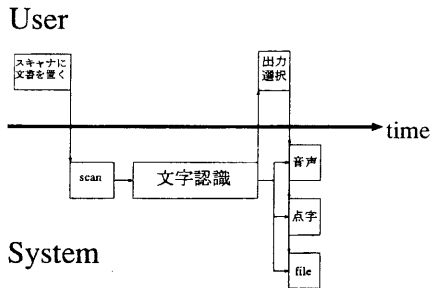


図 4: interactive 処理

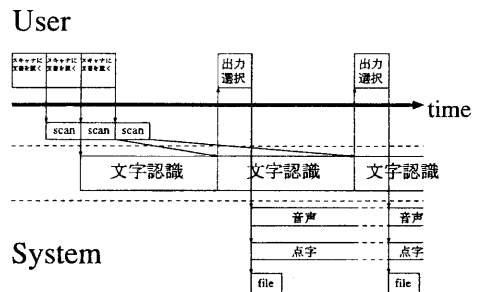


図 6: 並行処理

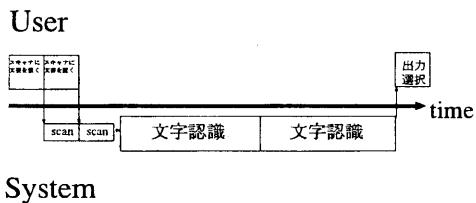


図 5: batch 処理

の2つである。例えば本の内容を1ページずつ確認しながら処理する場合は1の繰り返しになり、本1冊を一度に処理する場合は2になる。1、2をユーザとシステムの両方で分析してみるとそれぞれ(図4、5)のようになる。

これを見ると、1の場合複数枚を処理すると毎回文字認識のための待ち時間が生じてしまい、非常に効率が悪いことが明らかである。特にユーザから見ると、システムを使用する時間の多くを何もできないまま無駄に過ごすことになり、到底快適とは感じられない。そこでユーザの無駄な待ち時間を削減するために、スキャナと文字認識とユーザの操作が並行して動作するようにシステムを設計し直した(図6)。

また、1枚の文書を処理する場合に数分の認識処理待ちの時間が生じるが、この間システムからの反応が何も無いと正常動作しているのかどうか分からないのでユーザに不安感を持たせてしまう。そこで常にシステム側から処理の状態を出力できるようにした。

4 HI 設計

以上の分析に基づき、本システムのHI(Human Interface)設計方針として、

- 操作の手間の削減
触覚の負担と操作に必要な記憶を削減する。
- 音声によるシステムからのフィードバックの活用
システムを外部記憶として活用すると共にシステム情報がわからない心理的不安感を無くす。

の2点を重視した設計を行った。

- 10 キー操作
10 キーだけで操作できるようにした場合の利点は、
 - キー配列の認識が容易
 - ホームポジションの確認が容易
 - 扱うキーの数が少ない

である。特にはじめの2項目は、操作に必要なキーを探す負担を大きく削減するために重要である。

また、基本的な操作は実行/中止/選択の3種類なので、10 キーの中でも Enter と 258 の縦に並んだキーだけでできるようにした。

- 常時音声でガイド
常時システム側からシステムの状態を積極

的に提供することによって、認識処理時にもフィードバックを与えてユーザの不安感を取り除くと共に、システムを外部記憶として活用できるようにした。

- 文字認識結果自動取り込み

認識処理終了時に自動的に認識結果を音声ブラウザに取り込むことにより、操作の手間を削減した。1枚処理時や複数処理の最初の1枚の場合は必ず内容を確認することになるので、認識処理終了時に一々処理結果をどうするかユーザに問い合わせることはユーザの手間を増やすだけであり不要である。

複数文書を並行処理している場合は、処理の待ち行列に入っていた文書の処理が終了する毎にユーザに通知して処理方法の判断を求めることもできるが、本システムでは“処理結果は必ず内容を確認する”という仮定の基に、ユーザのブラウザ操作に会わせて結果を自動的に読み込み、後述する方法で一連の文書列をシームレスに扱うことができるようにした。

- 音声ブラウザを中心とした操作

処理された文書は全てこの音声ブラウザに読み込まれ、点訳やファイル出力などの処理は全てこのブラウザ内から呼び出されるようになっていた。このような設計にした理由は以下の点である。

- できるだけモードを少なくする

システム側にはスキャナ/文書文字認識処理/出力の3つの状態があり、更に出力には音声/点字印刷/点字ディスプレイ/ファイル出力の4つのモードがある。このそれぞれにユーザとのinteraction場面を設定すると、各モード間を複雑に遷移する間に“迷子”になってしまい、目的のモードにたどり着けなくなってしまう可能性がある。本設計でははじめの1枚を処理し終わる間以外は全てこのブラウザ内で操作可能であり、その他のモード(新たな文書の読み取り、システム状態出力、点字印刷、点

字ディスプレイ、ファイル出力)はブラウザ内から一時的に呼び出される形になるので、各処理に終了後にユーザは必ず元のブラウザに戻ってくることができ、モード間で“迷子”になる心配が無い。

ブラウザの機能は、

- 行(句読点)単位の読み上げ
10 キーの2で次の行、8で前の行を読み上げて一時停止する。
- 読み上げ一時停止/再開
Enter キーを押す度に読み上げを一時停止/再開する。
- ページ切り替え
10 キーの4と6で前後のページの先頭に飛ぶ。
- 各種操作
10 キーの5を押すと前述の出力先などを選択できる。選択を取り消す時にはもう一度5を押すと元のブラウザに戻る。

がある。

先頭/最終ページで前/次のページを指定したり、先頭/最終ページの先頭/最終行で次の行を読もうとした場合は、それより前/後のページ/行は無いと言うメッセージを音声で出力する。

上記の機能で問題となるのが複数文書処理時のページ切り替えである。batch 処理時のように既に全ての文書が処理済の場合はシステムに存在するページだけを考慮すれば良いが、システムが並行処理している場合は処理の進行の程度によって次のページの存在が異なってくる。

そこで、本ブラウザはその時点でシステムに存在するページの次のページやそのページの最終行で次の行を要求された場合はシステムに処理状況を自動的に問い合わせ、もし既に処理が終了した新たなページが存在する場合は自動的にそのページをブラウザに取り込むことで、複数文書の処理状況をユーザが意

識的にチェックする必要を無くしている。もしまだ処理済の文書が無かった場合は、次のページが存在しないことを音声で出力する。

この様に設計した本システムを評価するために、石川県点字図書館の協力を得て、視覚障害者に実際に試用してもらい、操作状況を観察すると共に操作後にシステムについて主観的な評価をしてもらった。

まだ評価例が少ないので断定的なことは導き出せないが、10 キーでの操作については概ね好評であったが、音声ブラウザについては機能の不足（同一行再読み上げなど）を指摘された。また本を見開き2 ページ処理する場合、システム側では2 ページとして処理するが被験者側は1 回の読み取り=1 ページの方がわかりやすいといった意見もあった。

システムの性能に関しては、まず音声出力システムのユーザ操作に対する反応が遅すぎるのが操作性の評価に致命的影響を与えてしまった。また文字認識の品質に関しても文書によって幅がありすぎ、もっとも良い結果が出た文書の認識レベルでないとあまり使う気にならないという結果に終わってしまった。よって、少なくともシステムの基本的な性能を向上させないと、HI 設計だけで使い勝手を良くすることは困難であろうことが予想される。

またシステムの仕様に関する根本的な問題としては、特に本の認識の場合に読みたい本の読みたいページを捜し出す手段を提供できていない点がある。やはり [3] にあるような、表紙や目次を確実に処理できる機能はシステムを実用レベルにするためには必須であろう。

5 まとめ

視覚障害というある種特殊な条件を持ったユーザを対象としたシステム設計を成功させるためには、ユーザの特徴をうまく抽出して実際の設計に反映させることが必要である。そのためのユーザ分析やタスク分析を組み合わせる設計方法の可能性と具体的なシステムの HI を検討した。

前もってユーザやシステムなど複数の視点から使い勝手を分析しておくことで、結局使えなかつ

たり HI 設計が困難なシステム仕様になってしまうことを避けることができるだろう

現時点ではまだ分析が曖昧な点や環境からの影響、ユーザの知識の違いをとらえ切れていない点があるため、今後は特別な訓練無しでもシステム仕様のチェックなどに活用できるようある程度定式化することが必要である。

6 謝辞

本研究を進めるにあたって、日頃御指導頂く北陸先端科学技術大学院大学の木村正行教授に感謝致します。また実際に実験に御協力頂いた石川県点字図書館職員の皆様に感謝致します。

参考文献

- [1] 小場 久雄, 下平 博 (1994), 相互作用モデルに基づいた HI 設計方法の検討, 情報処理学会研究報告, HI53-14
- [2] 勝山裕 (1994), 知的自動点訳システム, 「障害者とコンピュータ」セッション 視覚障害者ワークショップ ACM 日本支部設立記念シンポジウム IISF 国際シンポジウム「コンピュータと人間の共生」,
- [3] 浅川 智恵子, 菅原 一秀, 加藤 和彦, 小出 昭夫 (1995), 視覚障害者用文書処理システムにおける情報伝達法, 情報処理学会研究報告, HI62-5