

論 文

GUIに対応した視覚障害者用スクリーンリーダーの設計

渡辺 哲也[†] 岡田 伸一[†] 伊福部 達^{††}

Development of a GUI Screen Reader for Blind Persons

Tetsuya WATANABE[†], Shinichi OKADA[†], and Tohru IFUKUBE^{††}

あらまし パソコンの利用は視覚障害者の文字処理能力を向上させてきた。しかし近年、GUIを採用したパソコン用OSが急速に普及してきている。GUIは、図形を多用した視覚に訴えかけるインタフェースであるため、視覚情報を利用できない視覚障害者にとって本質的に使いにくいと考えられる。私たちは、GUI環境においても視覚障害者がパソコンを使えることを目的に、キーボード操作とこれに応じた音声出力のスクリーンリーダー方式のGUI操作支援ツールを提案し、開発を行ってきた。本論文では、まず視覚障害者のGUIへのアクセスの問題点を整理し、これに対するスクリーンリーダーによる解決策について述べる。次に、スクリーンリーダーの試作とその評価結果、評価をもとに改善を行ったスクリーンリーダーの機能について述べる。最後に、視覚障害者のパソコン利用のニーズと本スクリーンリーダーの適用範囲を比較し、その有効性を論じる。

キーワード GUI, Windows, 視覚障害者, スクリーンリーダー

1. ま え が き

パーソナルコンピュータ（以下パソコンと略す）の利用は、視覚障害者にとって長年の夢であった墨字を独力で書くことを実現した[1]。また、電子化されたテキストを音声で聞くことができるので、点訳または音訳された書物のほかにも多くの文字情報に接することができるようになった。この結果として、職場における視覚障害者の文字処理の手段の変化や職域の拡大がもたらされ[2]、今や視覚障害者の就労はパソコンの利用なしには考えられない状況にある。

視覚障害者のパソコン利用のために、国内では1983年より視覚障害者用ワープロまたはMS-DOS用スクリーンリーダーが開発され、改善が加えられてきた。しかし近年、グラフィカル・ユーザ・インタフェース（Graphical User Interface, 以下GUIと略す）を採用したパソコン用OSが急速に普及してきている。GUIは、ファイルやプログラム、コマンドなどコンピュータを操作するのに必要な情報を図形を用いて表現してユーザの視覚に訴えかけることにより、コンピュータを使

いやしくすることを目標に設計されたインタフェースである。このため視覚情報を利用できない視覚障害者にとってGUIは本質的に使いにくいと考えられる。

視覚障害者にとってGUIの大きな問題点の一つは、画面情報がテキストだけでなく、グラフィカルなものも多く含まれていることである。この問題に対して、非言語の音を用いて画面上のグラフィカルオブジェクトを表現する実験が行われたが、音の種類とグラフィカルオブジェクトの同定が難しという実験結果が出ている[3]。

2番目の問題点は、GUI環境ではポインティングデバイスの操作が多用されることである。ポインティングデバイスの操作は、マウスカーソル移動の方向および移動量を画面上で視覚的に確認しながら行われるため、視覚障害者にとって困難である。そこで、オブジェクトやマウスカーソルの位置情報を、聴覚または触覚という感覚モダリティを通して視覚障害者にフィードバックする実験が行われたが、オブジェクトの探索に要する時間が長く、数十秒から数分かかっている[4]~[6]。

更に、GUI環境では画面上のグラフィカルオブジェクトの図柄だけでなく、大きさや3次元的な位置関係も重要な意味をもっているため、これを視覚障害者に伝える必要がある。これに対して、ヘッドホン受聴による3次元仮想音場提示装置を用いてオブジェクトの

[†] 障害者職業総合センター, 千葉市
National Institute of Vocational Rehabilitation, 3-1-3, Wakaba, Mihama-ku, Chiba-shi, 261 Japan

^{††} 北海道大学電子科学研究所, 札幌市
Research Institute for Electronic Science, Hokkaido University, Kita-12, Nishi-6, Kita-ku, Sapporo-shi, 060 Japan

位置を示す実験が行われた[7]。しかし、離散位置解像度は垂直方向で4方向、水平方向で14方向にとどまっております。この解像度では通常のGUI画面上のオブジェクトをすべて表現しきれない。

このような背景を踏まえて私たちは、視覚障害者用GUI操作支援ツールとして、スクリーンリーダー方式を提案し、実際に開発を行ってきた[8]。本方式では、画面情報はすべて音声で視覚障害者に伝える。ポインティングデバイスの使用は不要とし、すべての操作はキーボードから行う。本スクリーンリーダーは、パソコン用OSとして今日広く普及しているWindows上で、視覚障害者が独力でワープロなどのアプリケーションソフトウェアを使用できる環境を提供するものである。そのキー操作インタフェースは、Windowsを操作可能とするだけでなく、各アプリケーション間で共通なインタフェース、マルチタスクといったWindowsの利点を視覚障害者も享受できるように設計されている。更に、本スクリーンリーダーは試作段階で視覚障害者による試用評価を受けており、その音声合成部は視覚障害者のニーズを多く取り入れたものとなっている。

本論文では、まず視覚障害者のWindowsへのアクセスの問題点に対して本スクリーンリーダーが提供する解決策について述べる。次に、スクリーンリーダーの試作とその評価結果、評価をもとに改善を行ったスクリーンリーダーの機能について述べる。最後に、視覚障害者のパソコン利用のニーズと本スクリーンリーダーの適用範囲を比較し、その有効性を論じる。

2. 視覚障害者のWindowsへのアクセス

視覚障害者のWindowsへのアクセスを可能とするため、1.で列挙した問題点への本スクリーンリーダーによる解決法を述べる。

2.1 グラフィカルオブジェクトのテキスト表現

グラフィカルオブジェクトとそれがもつ情報を1対1で対応させるには、情報をテキストとして表現した方が視覚障害者に正確に伝えることができると考えられる。そこで、アイコンやメニューのように画面上でもテキストを伴うものは、オブジェクトが指示されたときに、スクリーンリーダーがそのテキストを音声で出力する。

なお、描線、地図、アニメーションなど本来的に画像情報でありテキストで表現できないオブジェクト[9]は、本スクリーンリーダーでは取り扱わない。

2.2 オブジェクトの探索と指示

視覚情報を利用できない場合、オブジェクトとマウスカーソルの位置の把握、および、マウスカーソルの移動方向と移動量の制御が難しい。このように視覚障害者にとって画面上のオブジェクトの探索と指示は困難であるため、画面探索を必要としないオブジェクト指示の手段を本スクリーンリーダーは利用する。すなわち、各オブジェクトに割り当てられた特定のキーを押下することによりユーザはオブジェクトの指示を行うことができる。このキー割当てについては3.で詳述する。

2.3 ウィンドウとアイコンの3次元的空間情報

Windowsではウィンドウとアイコンの3次元的位置関係がいくつかの意味をもつ。例えば、ウィンドウの重なりは、複数起動しているタスクのうち、どれがアクティブであるかをユーザに伝える。マルチタスクOSであるWindowsの環境においてアクティブウィンドウを知ることは必須であるため、本スクリーンリーダーには、ユーザの問合せに応じてアクティブウィンドウのタイトルを読み上げる機能をもたせる。更に、Windowsが提供するキー操作を使ってユーザがタスクを切り換える場合は、タスク切替えのたびにスクリーンリーダーがアクティブウィンドウのタイトルを読み上げる。

なお、アイコンの位置は定型操作の迅速化を担っており[10]、これはWindowsのカスタマイズでも実現できる。また、ウィンドウの大きさや位置に関する情報は、画面状況の理解という点において意味をもつが、スクリーンリーダーによるキーボード入力音声出力というコンピュータ作業体系においては本質的なものではなく[11]、ユーザに伝える必要性は低い。このため、アイコンの位置、およびウィンドウの大きさや位置がもつ情報の提供を、スクリーンリーダーは行わない。

3. キー操作インタフェース

この章では、Windowsを効率的に利用するためのキー操作インタフェースを提案する。

岡本ら[12]や岡田ら[13]は、GUI用スクリーンリーダーのアクセスの探索方式を画面構造探索方式と論理構造探索方式の二つに分類している。画面構造探索方式は、GUI画面上のオブジェクトをポインティングデバイスまたは方向キーを使って探索する方式である(図1)。この方式が、視覚障害者にとって難しいことは既に述べた。一方、論理構造探索方式は、GUIのオブ

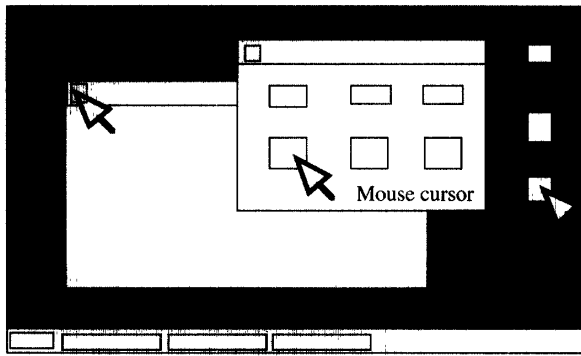


図1 画面構造探索方式
Fig. 1 Screen exploring system.

ジェクトを論理的な木構造に再構築し、この木構造のノード間をキー操作でたどって作業を行う方式である(図2)。視覚障害者にとっては画面構造探索方式より論理構造探索方式が好まれるようだが[11], [12], 岡田ら[13]の評価実験では、階層が深くなった場合には、自分の位置の把握が困難であるという問題点が指摘されている。また、常に階層経路に従って探索を行わなければならないため、離れた階層間の探索には時間がかかるかと予測される。頻繁に行う探索にはショートカットキーが要求されるだろう[14]。更に、木構造がその作成者によって異なることもあり[12], [13], ユーザの混乱を招く。

GUIの特徴の一つは、ほかのタスク、メニュー、クライアント領域、ダイアログボックスなどを、1回のポインティングデバイスの操作で指示できる点にある。これは、GUIの論理木構造で見れば、二つ以上のノード間の移動を1回の操作で行うことである。このGUIの利点を活用するには、どのオブジェクトへも、対応するキーの押下により直接アクセスできるキー操作インタフェースが望ましい。

ところで、オブジェクトが対話部品(アイコン、メニューなど、オブジェクトを指示した後に操作ができるもの)であれば、オブジェクトを直接指示するキー割当てがWindowsにより用意されていることが多い[15]~[17]。そこで、本スクリーンリーダーではこのキー割当てを利用することとした(図3)。

しかし、オブジェクトが非対話部品(ウィンドウのタイトルのように表示のみで操作ができないもの)の場合は、Windowsによるキー割当てがない。このため、非対話部品の読み上げにはスクリーンリーダー独自のキー割当てを行った。このキー割当ては、Windowsシステムおよび他のアプリケーションが使用するキー

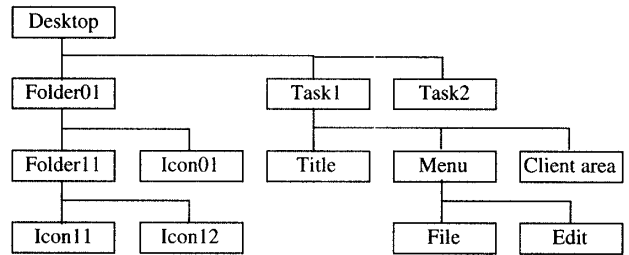


図2 論理構造探索方式
Fig. 2 Logical tree exploring system.

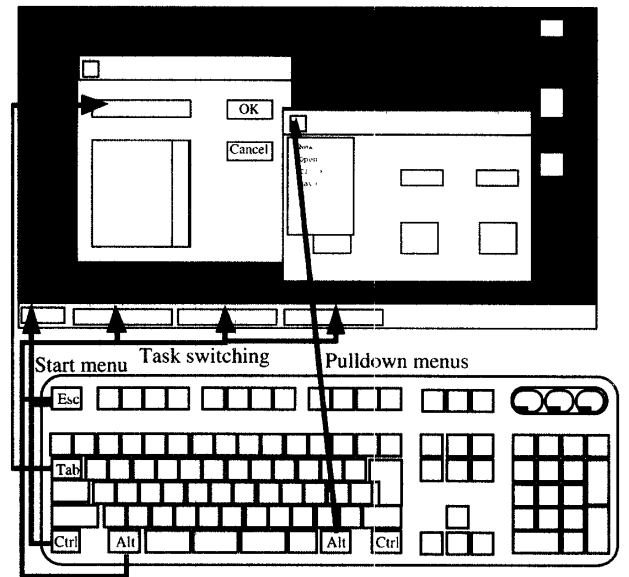


図3 オブジェクトを直接指示できるWindows標準キーコマンド
Fig. 3 Windows standard keyboard commands for direct object selecting.

とできるだけ重ならないように選定した。

このようなキー操作インタフェースでは、視覚障害者用のシステムが通常のWindowsの使用を妨げないだけでなく、視覚障害者と晴眼者が操作を教え合うこともできる。これは、職場のように視覚障害者と晴眼者が同一のパソコンを使うことのある環境においては重要な要件である。但し、キー割当てを覚えなくてはならないという欠点もある。

4. スクリーンリーダーの試作と評価

視覚障害者のWindowsへのアクセスに関する考察とキー操作インタフェースの設計をもとにスクリーンリーダーの試作を行った。そして、本スクリーンリーダーにより視覚障害者がWindowsを操作可能であることの確認と、本スクリーンリーダーの問題点を明らかにすることを目的として、本スクリーンリーダーを視覚障害者に試用してもらい、主観評価を得た。また、評価と同時に、視覚障害者のパソコン利用のニーズを集めた。

4.1 スクリーンリーダーの構成

Windows用スクリーンリーダー (Windows screen reader) はすべてソフトウェアで構成される (図4)。ソフトウェアは、フック機能プログラム (Hooking program)、読み上げ基本プログラム (Main reading program)、音声合成ドライバ (Speech synthesis driver)、視覚障害者用日本語入力システム (IME for blind persons) に分解できる。

フック機能プログラムはWindowsが提供するフック関数を利用して、Windowsシステムから各種イベント情報を取得するものである。読み上げ基本プログラムは、フック機能プログラムが取得した情報を、ユーザにとって理解しやすいテキスト情報に置き換えて音声合成ドライバへ送信する。音声合成ドライバは、受信したテキストに対して規則音声合成を行い、ウェーブデータとしてサウンドカードへ送る。

視覚障害者用日本語入力システム (IME for blind persons) には、MS-DOS用に開発された音声出力付きフロントエンドプロセッサ (言語工学研究所、やまびこ) をWindowsへ移植したものをを用いた。これは、仮名漢字変換中および変換後の文字列を、視覚障害者が音声で理解できる表現として音声合成ドライバへ送る機能をもつ。

4.2 スクリーンリーダーの機能

試作したスクリーンリーダーの読み上げ機能の詳細を表1に示した。

4.2.1 Windowsの操作に応じた読み上げ機能

(1) 対話部品の指示

Windowsが提供するキー操作により対話部品が指示されたときに読み上げを行う。

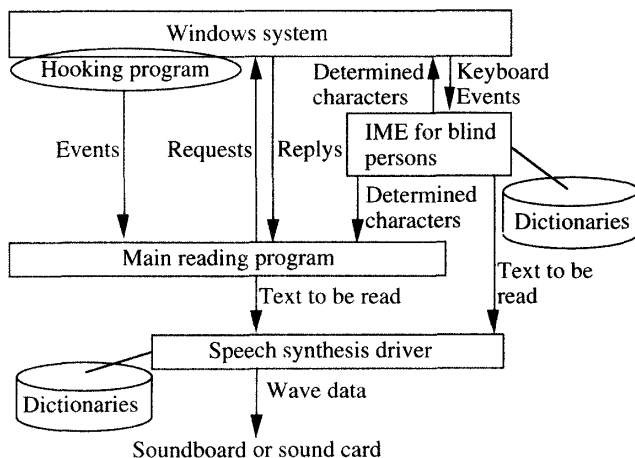


図4 Windows用スクリーンリーダー
Fig. 4 Windows screen reader.

(2) ウィンドウの更新に伴う読み上げ

プルダウンメニューからのコマンドの実行やタスク切替え操作などによりウィンドウの状況が更新されたときに読み上げを行う。

(3) テキスト編集画面の読み上げ

挿入文字列と削除文字列の読み上げ、カレット移動時の読み上げを行う。これらの機能はMS-DOS用スクリーンリーダーと同じである。反転文字列の読み上げは本スクリーンリーダー独自の機能である。これは、シフトキーを押しながら方向キーで範囲を選択した場合、方向キーを押すごとに新たに反転表示された文字を読み上げ、シフトキーから手が離れた時点で、選択された範囲全体を読み上げるものである。

4.2.2 スクリーンリーダー独自の読み上げ機能

起動中のタスクに関する情報について、ユーザの要求に応じて読み上げを行う。

4.3 評価の手順

視覚障害者向けの新聞「点字毎日」の紙上で評価者を公募した。障害者職業総合センターに連絡を入れた希望者のうち、スクリーンリーダーを利用するためのハードウェアの要件を満たしている視覚障害者に対してスクリーンリーダー、インストールマニュアル、ユーザーズマニュアル、評価票を送付した。なお、評価用スクリーンリーダーの音声の速さ、高さ、アクセントは

表1 スクリーンリーダーの読み上げ機能。表中で*の記号を付けたものは2次試作の機能である

Table 1 Windows screen reader's reading functions.

(a)Windowsの操作に応じた読み上げ機能	
対話部品の指示	スタートメニュー*, プルダウンメニュー, ダイアログボックスの中の対話的コントロール (プッシュボタン, エディットボックス, リストボックス, コンボボックス, ラジオボタン, チェックボックスなど), リストビュー*, ツリービュー*.
ウィンドウの更新に伴う読み上げ	ウィンドウのアクティブ化, 生成, 破棄, アイコン化, 最大化, 移動, サイズ変更, フォーラスの変更.
テキスト編集画面の読み上げ	挿入文字列の読み上げ, カレット移動時の読み上げ, 削除文字列の読み上げ, 反転文字列の読み上げ.
日本語入力システムの読み上げ*	
(b)スクリーンリーダー独自の機能	
ダイアログボックスのスタティック・コントロール*	
起動タスク	アクティブウィンドウのタイトルの読み上げ, 起動中タスクの数の読み上げ, 起動中全タスクのタイトルの読み上げ
テキスト編集画面における属性による検索*	
他のアプリケーションからの読み上げ機能の利用*	

論文/GUIに対応した視覚障害者用スクリーンリーダーの設計

固定値とした。また、視覚障害者用日本語入力システムはハンゲアップの頻度が高かったため、評価者に配布していない。

4.4 評価結果

スクリーンリーダーを送った89名のうち52名から回答を得た。回答者の年齢範囲は22歳から59歳，そのうち

表2 職場においてパソコンを使っている主な仕事 (複数回答)
Table 2 For what purposes are you using PCs at workplaces?

仕事内容	回答数
文書作成	29
表計算・データベース類	16
プログラミング	9
LAN・メール・パソコン通信	7
電子ブック・辞書検索	4
教材作成	4
音楽	1
視覚障害者へのパソコン指導	1
研究	1
CAD	1
シーケンスローダー	1

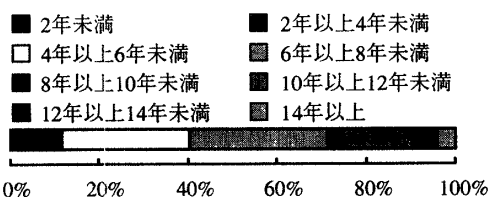


図5 評価者のパソコン使用歴
Fig. 5 How long have you been using PCs?

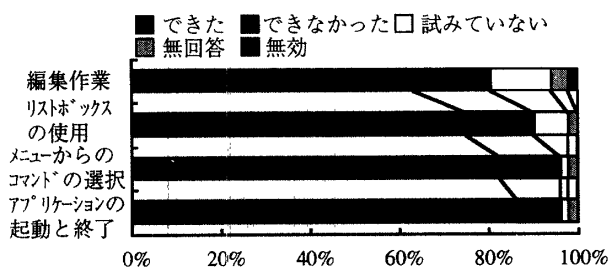


図6 マニュアルに記した作業ができたか?
Fig. 6 Were you able to perform the tasks written in the manual?

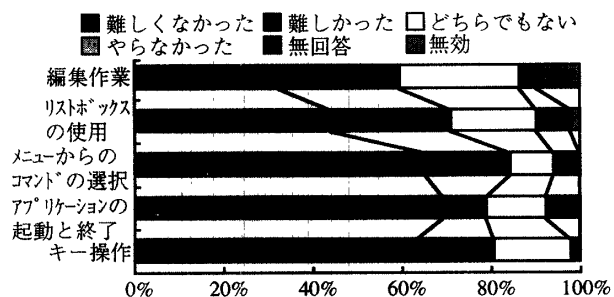


図7 作業は難しかったか?
Fig. 7 Did you find the tasks difficult?

女性は5人，男性は47人であった。コンピュータ使用時以外で日常の読み書きの際に用いている文字の種類は，点字のみが回答者の77%，点字と墨字の両用が15%，墨字のみが8%である。回答者のパソコン使用歴は，3か月という回答者1名を除いてすべて2年以上であり (図5)，回答者のパソコン使用歴は全般に長い

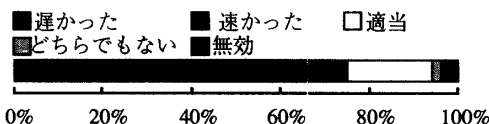


図8 キー操作から読み上げが聞こえるまでの時間は適当か?
Fig. 8 How did you find the time between your key input and the onset of the speech?

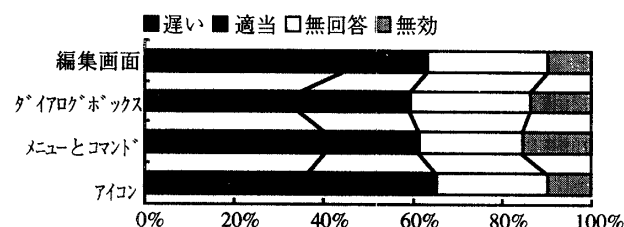


図9 読み上げ音声の速さは適当か?
Fig. 9 How did you find the speed of the speech?

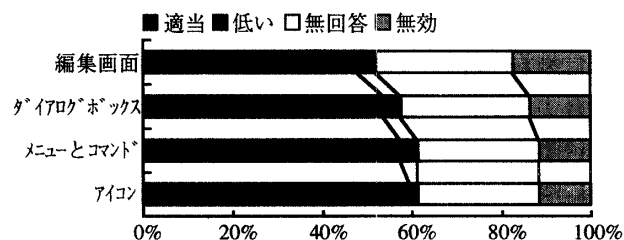


図10 読み上げ音声の高さは適当か?
Fig. 10 How did you find the pitch of the speech?

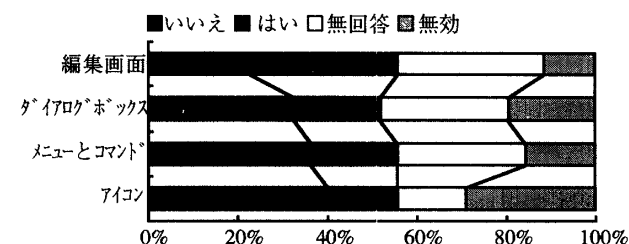


図11 読み上げにはアクセントがついた方がよいか?
Fig. 11 Did you find the necessity of accent for the speech?

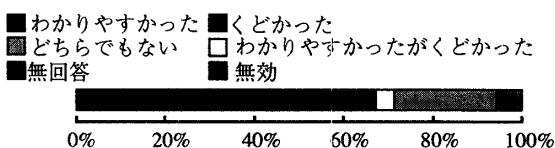


図12 読み上げの言葉使いはわかりやすかったか? ぐどかったか?
Fig. 12 Did you find the speech wordy, easy to understand, or both?

と言える。職場においてパソコンを使っている主な仕事については表2に示した。カルテ管理（データベースとして集計）、プログラミング、教材作成など職種に特有な作業のほか、文書作成、パソコン通信、辞書検索などの一般事務作業の遂行手段としてもパソコンは使われている。評価項目に対する回答結果を図6から図12に示す。

マニュアルに記した作業の達成度は、アプリケーションの立ち上げと終了が86%、メニューからのコマンドの選択と実行が83%、ダイアログボックスのリストボックスの使用が75%と高かった。編集作業においても64%の評価者が達成できたと回答している（図6）。これはスクリーンリーダ方式により視覚障害者がWindowsを使えることを示している。

キー操作については、難しかったと回答した割合が17%であるのに対して、難しくなかったと回答した割合は64%であり（図7）、本スクリーンリーダ方式のキー操作インタフェースが容易であることを示している。個別の作業においても、難しくなかったという回答は、難しいという回答を常に上回った。

音声に対して指摘を受けた第1点は、キー操作から読み上げが聞こえるまでの時間で、73%の人が遅いと答えている（図8）。この時間はコンピュータによる音声合成に要する時間で、コンピュータの性能に依存しているため、試作スクリーンリーダの性能だけが問題というわけではない。将来的には、許容できる遅れ時間を数値化しておき、その条件を満たすようなソフトの開発を目指すのが望ましい。

第2点は音声の速さに関するもので、話速が遅いという回答が半数近くに上った（図9）。速度に対しては、ユーザ自身で調整できるとよいとする意見もあった。

音声の高さに対しては、適当という答が半数以上であった（図10）。

アイコン、メニュー、ダイアログボックスの操作時には、アクセントを付けない方がよいとする意見が多い（41～33%、図11）。編集画面では、逆に、アクセントを付けた方がよいという意見が付けない方がよいという意見を上回る（32%対23%）。両者の違いは、読み上げテキストが単語か文章かというものであり、文章の読み上げにはアクセントの付加が望ましいと考えられる。

読み上げの言葉遣いはわかりやすいという感想(33%)と、くどいという感想（34%）がほぼ同数あった（図

12）。読み上げがくどいという感想は、ウィンドウの更新に伴う読み上げに述語表現が多かったためと考えられる。

読み上げ音声に対してはそのほかに、読み上げ文字列中に含まれる間を短くして欲しい、音声を読み上げ途中でスキップできる機能が欲しい、音声出力を一時停止したい、といった要望が挙げられた。

自由記述において、使用中に困った点として最も多く挙げられたのは、ハングアップが頻発することであった。次に、読み上げができないアプリケーションがあることが指摘された。以下、現在の状態がわからない、Windowsがわからない、日本語入力時に音声が出ない、といった問題点が提出された。このうち、ハングアップ回数の低減化や日本語入力時の読み上げなどは、ソフトウェアの改良で対処できると考えられる。Windows自体についてユーザの知識が不足していることから、スクリーンリーダと併せて、視覚障害者向けにWindowsを紹介する資料の必要性が示唆された。

5. スクリーンリーダ2次試作の機能と構成

視覚障害者による評価結果を考慮してスクリーンリーダの2次試作を行った。ここでは、1次試作からの変更点と追加機能について述べる。

5.1 スクリーンリーダの構成

ソフトウェアの構成要素は1次試作（図4）とはほぼ同じである（図13）。変更点は、以下の3点である。

(1) 視覚障害者用日本語入力システムの省略

IMEに関連したメッセージをフックすることにより汎用のIMEを音声化できるようになった。このため、視覚障害者用日本語入力システムは不要となった。

(2) 読み上げ基本プログラムから音声合成ドライ

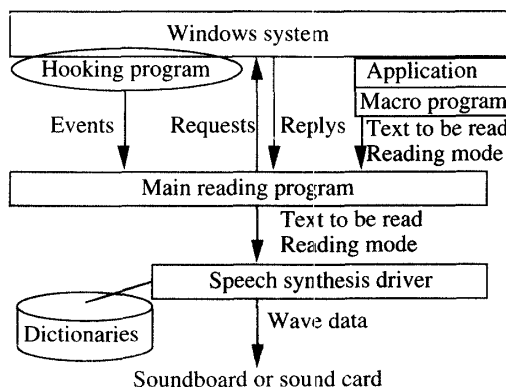


図13 Windows用スクリーンリーダ2次試作
Fig. 13 Revised Windows screen reader.

バへ送信する情報として読みモード (Reading mode) を追加

音声合成ドライバは、指定された読みモード (滑らか読み, 1文字読み) に応じてテキストをウェーブデータに変換しサウンドカードへ送る。滑らか読みは、仮名漢字混じりテキストを朗読するように読む読み方で、一般に市販されている音声合成器の読み方を指す。1文字読みは、テキストの文字を音声のみで確認できるように、それぞれの文字にほぼ1対1で対応した読み方をするものである[8]。

(3) 個別のアプリケーション (Application) に対応したマクロ (Macro program) の追加

個別アプリケーション対応マクロは、各アプリケーションの操作に応じて、適切な文字列と読みモードを読み上げ基本プログラムへ送信する。送信には、本スクリーンリーダーが提供する読み上げ関数が利用される。

5.2 音声出力機能

スクリーンリーダー1次試作の評価の際に視覚障害者から改善要望が多かった項目に対して改良を行った。

5.2.1 音声の設定

読み上げる声の速さ・高さ・句読点の間・アクセントの強さ・声の種類 (男声/女声/機械声) を変更できる。

5.2.2 現在の読み上げのスキップと新たな読み上げの開始

読み上げ最中に新しいイベントが発生したときは、イベントが発生した時点で現在の読み上げを中止して、次の読み上げを始めることができる。

5.2.3 読み上げの一時停止と再開

読み上げの最中にPauseキーを押すと、読み上げを一時停止できる。一時停止中に同じキー操作を行うと、一時停止した位置から読み上げを再開する。

5.2.4 音声出力のON/OFF機能

プルダウンメニューの読み上げ、スタートメニューの読み上げ、仮名漢字変換時の音声出力等を止めるように設定することができる。これは、弱視者が本スクリーンリーダーと画面拡大ソフトウェアを併用する場合や、晴眼者が使用する場合に任意のオブジェクトだけを音声化できるようにしたものである。

5.3 日本語入力システムの読み上げ

汎用の日本語入力システム「MS-IME95」, 「MS-IME97」, 「ATOK10」, 「ATOK11」の仮名漢字変換中の内容を読み上げることができる。

5.4 ダイアログボックスのスタティックコントロール

Windowsが提供するキー操作では指示することができないスタティックコントロール (非対話部品) の読み上げは、当該スクリーンリーダーが割当てたキー操作で行う。

5.5 他のアプリケーションからの読み上げ機能の利用

一般のアプリケーションが読み上げ機能をもてるように、当該ソフトウェアの読み上げ関数を公開している。この関数を含むヘッダファイルとインポートライブラリーを組み込んでコンパイルするだけで、読み上げ機能付きのアプリケーションを作成することができる。現在、この機能を応用して、「Microsoft Excel Version 7.0」と「WZ Editor Version 2.00E」に対応したマクロが作成されている。

6. 視覚障害者のパソコン利用のニーズと本スクリーンリーダーの適用範囲

本スクリーンリーダーを利用することにより、視覚障害者はWindows環境で以下の作業が可能となることを確認している。

(1) アプリケーションの立ち上げ

スタートメニューを利用してアプリケーションを立ち上げることができる。

(2) ファイル操作

ツリービューとリストビューにより、ファイルのコピーや移動、削除、ファイル名の変更などの操作を行える。

(3) 「メモ帳」, 「ワードパッド」, 「WZ Editor」などを利用した日本語文書処理作業

汎用の日本語入力システムを使用して、MS-DOSのフロントエンドプロセッサよりも効率の良い日本語入力を行える。編集画面のカレット移動に伴う読み上げは、既存のMS-DOS用画面読みプログラムや視覚障害者用ワープロを参考としているので、MS-DOS利用時と同じ操作感覚が得られる。

(4) 「Microsoft Excel」の利用

セルへのデータの入力と、既に入力された内容の確認ができる。数式を入力することも可能である。

(5) プログラミング

「WZ Editor」のプログラミングマクロ言語は、TX_Cと呼ばれる拡張C言語であり[18]、「WZ Editor」をC言語コンパイラとして用いることができる。

表3 Windowsで使いたいアプリケーション (複数回答)
Table 3 Applications wanted to be usable on Windows.

(a)IME			(b)ワープロおよびエディタ		
	回答数	Windowsでの作業		回答数	Windowsでの作業
ATOK	40	○	一太郎	33	
MS-IME	4	○	WORD	13	
VJE	4		VZ(WZ)	13	○
OAK	2		MIFES	5	

(c)表計算ソフト		
	回答数	Windowsでの作業
LOTUS1-2-3	24	
EXCEL	18	○
DBASE	1	
ACCESS	1	

(6) CD-ROM辞書検索

フリーウェアとして配られているソフトウェア「DDWin32」を使って、CD-ROM辞書の検索ができる[19].

(7) インターネットホームページの閲覧

「Microsoft Internet Explorer Version 3.0」と「WZ Editor」を組み合わせてインターネットのホームページを読むことができる。

以上に述べた本スクリーンリーダーの適用範囲を、視覚障害者が職場でパソコンを使っている主な仕事(表2)と対比させると、最も回答の多かった文書作成をはじめとして、表計算・データベース類の使用、プログラミング、辞書検索など、多くの作業を本スクリーンリーダーがサポートしていることがわかる。

表3は、1次試作の評価と同時に行ったアンケートにおいて、Windowsで使いたいアプリケーションを回答してもらった結果に、本スクリーンリーダーの対応状況を記入したものである。IMEでは最もニーズの高いもの、ワープロと表計算ソフトウェアでは2番目にニーズの高いアプリケーションに対応可能となっている。

LANやパソコン通信などのアプリケーションについては現在のところ未対応だが、アプリケーションを立ち上げることと、メニューやダイアログボックスの読み上げは可能である。今後、日本語ワープロと同等な読み上げ機能を、公開読み上げ関数を使ったマクロ形式で構成する予定である。

7. む す び

視覚障害者のWindowsへのアクセスに関する考察に基づき、Windows用スクリーンリーダーを開発し、日本語Windowsシステムにおいて視覚障害者がワープロや

表計算用アプリケーションを使用できることを確認した。今後の視覚障害者のパソコン利用にとって大切なことは、Windows上で動作する読み上げ対応アプリケーションを増やすことである。まず、MS-DOS環境で視覚障害者が行ってきた作業を可能とするためのWindows用の読み上げ対応アプリケーションを確保する。次に、MS-DOS環境では存在しなかった、あるいは、限られた数のユーザしか使うことができなかったアプリケーションの音声化を考えたい。例えば、LAN(電子メールを含む)を利用できるようになれば、社内文書の受渡しが容易になる点で視覚障害者の職場環境の向上につながると期待できる。

謝辞 Windows用スクリーンリーダーの開発において貴重な御意見を賜った篠原正美氏(工業技術院生命工学工業技術研究所)、加藤俊和氏(日本ライトハウス点字情報技術センター)、中野泰志氏(慶應義塾大学)、長岡英司氏(筑波技術短期大学)、村山慎二郎氏((株)システムソリューションセンターとちぎ)、および、スクリーンリーダーの開発に御尽力頂いた株式会社JSDシステム研究所と株式会社リコーの皆様方に心より感謝致します。「WZ Editor」の音声化マクロは株式会社ビレッジセンターが無償で提供して下さっているものです。厚く御礼申し上げます。本論文の構成にあたり大変貴重な御意見を賜った上見憲弘氏(北海道大学電子科学研究所)に感謝致します。

文 献

- [1] 平 重忠, 長岡英司, 福井哲也, “視覚障害者のパソコン事情,” 日本盲人職能開発センター, 東京, 1993.
- [2] 指田忠司, “わが国におけるコンピュータ技術の発達と視覚障害者のための雇用機会,” 障害者職業総合センター研究紀要, 3, pp.105-115, 1994.
- [3] E.D.Mynatt, “Auditory presentation of graphical user interfaces,” Proc. of the 1992 Intl. Conf. on Auditory Display, Santa Fe, U.S., Nov. 1992.
- [4] 渡辺哲也, “視覚情報なしでGUI画面上のオブジェクトを探る作業について,” 信学技報, PRU95-54, July 1995.
- [5] 清水 豊, 篠原正美, 長岡英司, “触覚の手掛かりによる画面上のアイコン探索について,” 第21回感覚代行シンポジウム, pp.59-62, Dec. 1995.
- [6] 海老名毅, 猪木誠二, 河合隆芳, “聴覚フィードバックを用いたGUIオブジェクトの検索について,” 信学技報, HIP95-36, Jan. 1996.
- [7] K.Fellbaum and K.Crispien, “Interfaces vocales et auditives destinees a des utilisateurs non-voyants - Resultats preliminaires du Projet Europeen GUIB,” Interfaces multimodales pour handicapes visuels, ed. D. Burger, pp.21-34, ANPEA, Paris, 1994.
- [8] 渡辺哲也, 岡田伸一, 伊福部達, “視覚障害者用

論文/GUIに対応した視覚障害者用スクリーンリーダーの設計

- Windows画面音声化ソフトウェアの開発,” 第22回感覚代行シンポジウム, pp.47-50, Dec. 1996.
- [9] G.C.Vanderheiden, T.Andersen, L.H.Boyd, and W.L.Boyd, “A dual information class model for providing access to computers with graphic user interfaces for people who are blind,” Trace Reprint Series, Trace Center, Madison, 1992.
- [10] 宍倉幸則, “Windows 95全機能Bible,” 技術評論社, 東京, 1996.
- [11] 石川 准, “GUI用スクリーンリーダーの現状と課題—北米と欧州の取り組みを中心に,” 情報処理, vol.36, no.12, pp.1133-1139, Dec. 1995.
- [12] 岡本修一, 市川 薫, “視覚障害者のためのGUI音声化システムの基礎研究,” 音響学聴覚研資, H-96-39, June 1996.
- [13] 岡田世志彦, 山中克弘, 兼吉昭雄, 井関 治, “視覚障害者支援ツールCounterVisionのGUIアクセス方式,” 情処学ヒューマンインタフェース研報, 96-HI-68-6, pp.39-46, Sept. 1996.
- [14] B.シュナイダーマン, “ユーザーインタフェースの設計第2版,” 日経BP社, 東京, 1993.
- [15] J.L.Conger, “Windows API バイブル 1,” 翔泳社, 東京, 1993.
- [16] “Microsoft Windows Version 3.1 機能ガイド,” マイクロソフト, 東京, 1993.
- [17] Catapult, Inc., “Microsoft Windows 95 アップグレードオフィシャルコースウェア,” アスキー, 東京, 1995.
- [18] 見米快行, “WZ Editor for Windows Ver.2.0 マニュアル,” 株式会社ビレッジセンター, 東京, 1996.
- [19] “ワンステップ通信「95 Readerが動くソフト「Runway95」「DDWin32」,” ASCII, vol.21, no.4, pp.543, April 1997.

(平成9年2月12日受付, 7月31日再受付)



伊福部 達 (正員)

昭44北大・工・電子卒。昭46同大大学院修士課程了。同年北海道大学応用電気研究所助手。以来、感覚代行システムに関する福祉工学の研究に従事。現在、同大電子科学研究所教授。工博。昭59スタンフォード大客員助教授。著書「音声タイプライター的设计」な

ど。



渡辺 哲也 (正員)

平3北大・工・電気卒。平5同大大学院修士課程了。同年水産庁水産工学研究所研究員。平6障害者職業総合センター研究員。現在に至る。音声および福祉工学の研究に従事。



岡田 伸一

昭49慶大・経済学研究科修士課程了。現在、障害者職業総合センター主任研究員。主に視覚障害者用感覚代行機器の開発に従事。