

## 視覚障害者支援ツール CounterVision の GUI アクセス方式

岡田 世志彦    山中 克弘    兼吉 昭雄    井関 治  
okada@obp.cl.nec.co.jp  
NEC 関西 C&C 研究所

視覚障害者の GUI 利用を可能とするためのスクリーンリーダが、国内外で数多く開発されている。我々は、特にマルチメディア応用への可能性を追求し、視覚障害者の GUI 操作支援システム CounterVision の開発を進めている。これまでにそのサブシステムであるタッチ・サウンド・ディスプレイ (TSD)、スクリーンリーダ CounterVision/SR(CV/SR) を開発し、評価を行ってきた。本稿ではそれらの評価結果をもとに、操作対象と操作方法に関して複数のバリエーションを実現するマルチアクセスインタフェースを提案し、その概要を説明する。マルチアクセスインタフェースでは、タッチパネル、触覚ピンディスプレイ付きポインティングデバイス、テンキー、操作デバイスと合成音声、効果音、点字などのメディアを使い分け、利用者のニーズに適した情報探索が可能である。

### **A GUI Access with CounterVision: A Support Tool for the Visually Impaired**

Yoshihiko Okada    Katsuhiko Yamanaka    Akio Kaneyoshi    Osamu Iseki  
Kansai C&C Research Laboratory,  
NEC Corporation  
1-4-24, Shiromi, Chuo-ku, Osaka 540, Japan

Many screen readers which enable the visually impaired to access GUI of interactive systems have been developed. We have studied the possibility to provide them with the accessibilities of multimedia applications and have been developing the CounterVision as a GUI access system. We have already developed its sub-systems, Touch Sound Display and CounterVision/SR, and have evaluated them. In this paper, we propose the multi-access interface which has a variety of access method concerning with the object and the way of operation into the CounterVision. This multi-access interface enable the users to search information according to their needs by incorporating some operational devices such as touch screen, pointing device with image pin display and numeric keypad, and information display such as voice and sound synthesizer and braille pin display.

## 1. はじめに

視覚障害者の GUI 利用を可能とするためのスクリーンリーダーが、国内外で数多く開発され一部は商品化されている。我々は、特にマルチメディア応用への可能性を追求し、視覚障害者の Windows\* 操作支援システム CounterVision の開発を進めている<sup>[1]</sup>。これまでにそのサブシステムであるタッチ・サウンド・ディスプレイ (TSD)<sup>[2]</sup>、スクリーンリーダー CounterVision/SR(CV/SR)<sup>[3]</sup> を Windows3.1 上で開発し、評価を行ってきた。本稿ではそれらの評価結果をもとに、CounterVision システムに導入するマルチアクセスインタフェースを提案し、その概要を説明する。

## 2. GUI 対応のスクリーンリーダーのアクセス方式

GUI を構成するウィンドウ、タイトルバー、アイコン、メニューなどの対話部品は、一般的には木構造で表現できる階層的な論理構造と、画面上に二次元的に配置された画面構造の 2 つの側面を持っている。これまで提案されてきている GUI 対応のスクリーンリーダーは、これらの構造のいずれかを扱っている。また対話部品の指示 (操作) 方法としては、従来の DOS 用スクリーンリーダーを踏襲し、キーボードなどの間接的なデバイスを用いるものと、晴眼者と同様にポインティングデバイスという直接的手段を用いるものに大別できる。

これらを整理すると、GUI 対応スクリーンリーダーのアクセス方式は図 1 に示すように 4 種に分類できる。

一般に、論理構造探索方式は、

- ・対話部品やタスクの論理構造の把握が容易で確実な探索が可能
- ・レイアウト情報の把握は困難

	直接指示型	間接指示型
論理構造探索方式	直接指示型 CV/SR	ScreenPower Virgo Mercator CV/SR
画面構造探索方式	Touch Sound Display	GUIB outSPOKEN JAWS

図 1 GUI アクセス方式の分類

という特徴があり、一方画面構造探索方式は、

- ・画面上の対話部品の位置関係の把握が可能
- ・対話部品の配置や探索の規則を見出すことが困難

という特徴があるが、晴眼者が直感的に両方の構造を把握できるのに対し、視覚障害者には一面的にしかとらえられないのが現状である。

上述の 4 方式を整理すると、以下のように特徴づけることができる。

- (1) 間接指示型論理構造探索方式  
間接論理と略す。GUI 対話部品の階層構造内を、テンキーや方向キーで移動し情報を取得する。
- (2) 直接指示型論理構造探索方式  
直接論理と略す。GUI 対話部品の階層構造を、何らかの形式で二次元的に表示し、それを直接ポインティングデバイスで指示し情報を取得する。
- (3) 間接指示型画面構造探索方式  
間接画面と略す。画面を小領域の行と列とで区分し、テンキー操作などで行列に沿って移動することで対話部品の情報を取得する。
- (4) 直接指示型画面構造探索方式  
直接画面と略す。通常表示されている GUI 画面そのものを直接ポインティングデバイスで指示して情報を取得する。基本的には、晴眼者のインタフェースと同様。

\* Windows は米国 Microsoft 社の商標です。

既存のスクリーンリーダーの多くは、これらのうち間接論理探索と間接画面探索に分類される。

一方我々は、CounterVision システムを構成する要素として、直接画面探索のTSD、間接および直接指示型のスクリーンリーダー(CV/SR)を開発してきた。

以下にこれらの概要および簡単な評価について述べる。

### 3. CounterVision の構成要素

#### 3.1 タッチ・サウンド・ディスプレイ (TSD)

TSD は直接画面探索を備えた対話型音響ディスプレイである。概観を図2に示す。

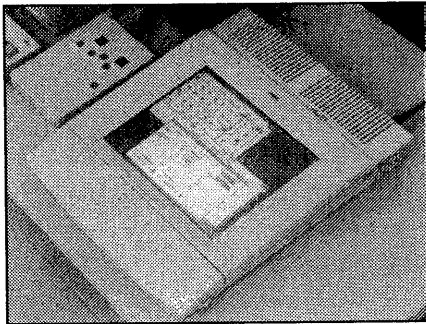


図2 タッチ・サウンド・ディスプレイ

TSD はタッチパネル操作で Windows の対話部品を直接指示することで、音声／音響フィードバックにより画面情報の取得が可能である。また、数多い対話部品の中から情報を絞り込みながら探索を進めるためのオブジェクトビュー制御機能により、着目する対話部品の種類や出力される音声／音響フィードバックの種類を選択することができる。さらに、操作に伴う画面の変化に対応し、効果音によるアクションフィードバックが提示され、操作の結果を確認することができる。

TSD の視覚障害者による短期間の試用評価の結果によると、自由な探索が可能であることからレイアウト情報を把握することが重要な場合や Windows 環境の概念などを学習するのに適していることが示された。

しかしその反面、対話部品の配置の規則性を把握することが困難なため、効率が要求されるような日常的な操作には不向きであることもわかった。その他、オブジェクトビュー制御により反応する対話部品の選択はできるが、探索領域の絞り込みができないため、常に全画面を探索しなければならないことや、指示した1点に対して探索するため周囲の情報が得られず、すぐ隣りにある目的の対話部品に気づかないなど改良すべき点が明らかになった。

#### 3.2 CV/SR

CV/SR は間接指示の2方式を備えたスクリーンリーダーである。テンキー操作で音声／音響フィードバックにより間接論理探索と間接画面探索を切り替えて対話部品の情報取得が可能である。

間接論理探索では、Windows の操作構造を視覚障害者向けに再構造化した図3の「探索テーブル」を用いて探索する。また、図4の間接画面探索を間接論理探索の補助として用いている。

アプリケーションとしてメモ帳が使用でき、一般のIMEを利用し、詳細読み辞書によるかな漢字入力が可能である。

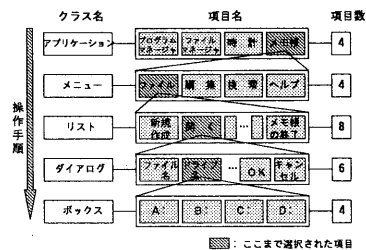


図3 探索テーブルによる間接論理探索

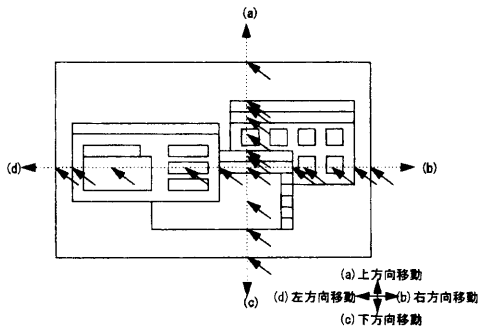


図4 間接画面探索

視覚障害者による評価の結果では、探索テーブルによる間接論理探索はわかりやすいと好評であった。しかし、「プログラムマネージャ」やダイアログボックスなど並列的な操作を含むものをテーブル化した部分は他の部分の操作より理解が困難であることや、あるダイアログボックス操作により別のダイアログボックス操作が発生するような探索の階層が深くなる場面では自分の位置の把握が困難になるなどの問題点が観察された。

また、探索の経路が限られるため、対話部品数が多いとどうしても探索効率が落ちる。フィルタリング機能によりユーザーズに応じて部品数を制限することはできるが、より直接的な選択方法も場合によっては必要であることが示された。

その他、晴眼者との共同作業のための対応が必要であること、他のアプリケーション対応への要望が強いことなどがわかった。

### 3.3 直接指示型 CV/SR

直接指示型 CV/SR は前述の CV/SR の評価から得られた間接論理探索に関する以下の課題に対応するため開発したもので、直接論理探索方式を採用した。

- ・ 並列的な操作構造をテーブル表現で把握するのは困難

- ・ 探索経路の制限
- ・ 階層が深いと認知的負担が増大

直接指示型 CV/SR では、直接ポインティングデバイス操作により、決まった探索経路をたどらなくても目的とする対話部品に直接移動可能とするだけでなく、手の運動の方向や対話部品の配置の情報を利用し認知的負担の軽減を図っている。

ここで、TSDで確認されたように、日常的な作業を効率的に行いたい場合には、直接指示操作は不向きであるという問題がある。GUIにおいて視覚障害者の直接指示操作を困難にしている要因として、次のものが考えられる。

- ・ 多様な対話部品が様々な位置に配置されているため目的の対話部品の位置を予測できない
- ・ 対話部品のサイズが小さすぎたり隙間があったりする
- ・ マウス等のデバイスでは、絶対位置の把握が困難である

そこで直接指示型 CV/SR では、ポインティングデバイスとして絶対位置の指示が可能なタッチパネルを採用し、二次元平面の配置に論理的な意味を持たせ、探索テーブルを分割、展開する。これにより、その規則に従った確実な探索だけでなく、並列的な操作も可能となる。さらに、フィルタリング機能を利用することでキー数を減らし、容易な直接指示に十分な大きさのキー表示領域を確保している。

図5は探索テーブルをタスクの種類に応じて分割した展開例であり、クラス名、項目名、項目数を示すキーからなる反応域と、触れても反応しない無反応域からなる。タッチパネル上のキーに触れると、CV/SRの間接論理探索に準じた出力が得られ、対話部品の選択実行は、その項目キー上で手を離すことで行われる。実行したくない場合には、無反応域までそのまま手をふれたまま移動してから離す。

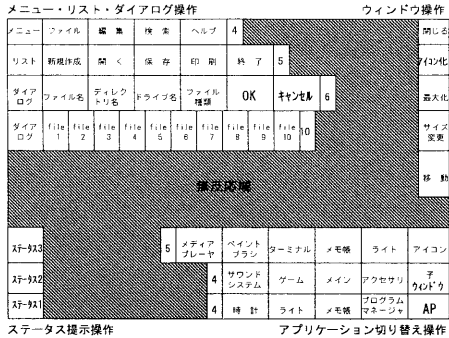


図5 探索テーブルの展開

簡単な評価結果からは、探索テーブルを分割することで並列的なタスクも操作が容易になることや直接指示操作はキーの大きさがある程度確保できれば可能だということがわかった。

しかし、タスクを実行する上でファイルなど項目数の多いものはフィルタリングによって制限することは現実的でないため、直接指示が困難になる。

その他、指を滑らせて対話部品をたどる場合には、水平垂直方向からずれるため触覚的なガイドラインがあることが望ましいことや、タッチパネルからごくわずかな時間手が離れてしまうと入力されてしまうことがあるので、タッチパネルの入力調整が必要であること、間接論理探索の場合よりフィードバックのパフォーマンスが要求されることが示された。

#### 4. マルチアクセスインタフェース

各システムの評価結果を参考にし、CounterVision システムに導入するマルチアクセスインタフェースを提案し、その概要を述べる。

マルチアクセスインタフェースはある情報を論理構造、画面構造の両面からとらえるだけでなく、4アクセス(探索)方式の特徴を活かした統合利用を可能とすることに重点を置く。

#### 4.1 システム構成

CounterVision のシステム構成を図6に示す。

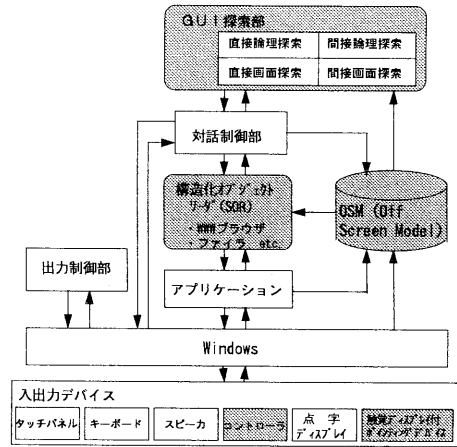


図6 システム構成

4アクセス方式を切り替えて使用可能とするために、CounterVision では、Off Screen Model(OSM)という画面情報を論理的に保持するデータベースを基にした構成を取っている。OSMは画面情報の変化に対応し動的に更新され、アクセス方式を切り替えた場合の整合性を保証している。我々のOSM<sup>[4]</sup>では、ダイアログボックス上の対話部品間のような並列な関係を、意味を反映した親子関係に変換したり、画面上ではウィンドウの陰に隠れている対話部品などの情報も保持するという特徴がある。

また、4アクセス方式の効果的な実現のために多くの入出力デバイスがシステムの構成要素となっている。特に、触覚ピンディスプレイ付きポインティングデバイス<sup>[5]</sup>は、直接画面探索の有効性を高めるために我々が現在開発中のハードウェアである。

## 4.2 複数アクセス方式の統合利用

4つのGUIアクセス方式の特徴を活かすために、以下では、探索の目的となる情報やその種類を分析し、対応するアクセス方式、出力メディア、操作デバイスの最適な割り当てを検討する。

### 4.2.1 アクセス方式の割り当て

Windows環境ではユーザに提示すべき情報は表1のように操作情報と内容情報の2つに大きく分類される。

表1 提示情報の種類

操作情報 (Windows および 7アプリケーション)	対話部品(オブジェクト)
	操作経路
	状態(ステータス)
内容情報 (ドキュメント)	レイアウト情報

#### (1) 操作情報へのアクセス

情報獲得や文書作成が目的の場合、視覚障害者にとってはGUIそのものの画面(レイアウト)構造に制約されることなく、あまり意識せずに操作できることが望ましい。つまりCV/SRの評価において視覚障害者自身にも支持されたように、基本的なGUI操作には間接論理探索が適しているといえる。さらに効率化を図る場合や、定型的なルーティンワークなどには、操作のショートカットが可能な直接論理探索を補助的に使用することが有効であると考えられる。

一方、操作の学習やカスタマイズが目的で、Windowsやアプリケーション自体が興味の対象である場合には、操作効率よりも画面構造と合わせた論理構造の把握が重要になる。このような場合には直接画面探索を用いることが適切だと考えられる。

これらの探索方式は必ずしも独立で使用する必要はなく、融合して用いることも考えられる。例えば、Windowsの画面はそのレイアウト自体が論理情報を含んでいるといえる。従って論理探索および画面探索の差異はその規則性をどのような構造に設定するかの問題である。よって図7の例のように、レイアウト情報を残したまま、タッチスクリーン上に論理的に再配置するような画面/論理融合型のバリエーションも可能である。

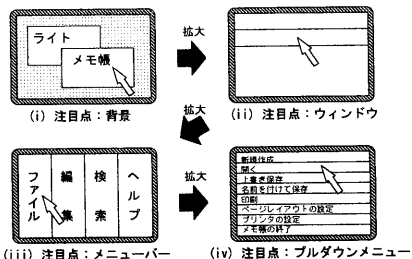


図7 論理/画面融合方式

図7では、操作が進行するごとに注目点(焦点)が、背景→ウィンドウ→メニューバー→プルダウンメニューと変更され、注目した対話部品のみが本来の部品の形状に応じてタッチパネル上に拡大表示される。部品の形状を反映し、かつ論理的に配置されるこのような方式を用いれば、Windowsに対する学習効果があがるだけでなく、ユーザが熟練してキーボードのみで操作したい場合などの移行も容易だと考えられる。

#### (2) 内容情報へのアクセス

ドキュメントそのものの探索については、カーソル移動によって文章や表を探索することが考えられるが、この方式は間接画面探索に相当する。DOS環境からの探索方式を継承しており、慣れ親しんでいるだけでなく、特に表などは、データの配置が重要であるため、このような方式が適していると考えられる。

えられる。ただし、DTPを行う場合やイメージ情報そのものに関心がある場合は、その絶対位置との関係による情報把握が重要となるため直接画面探索を用いる必要がある。

操作情報と同様に、内容情報に関しても、その構成要素によって論理構造的なものや画面構造的なものが存在するため、探索方式を独立に使用する必要はない。例えば、文章は、その章構成や段落などの論理的なツリー構造を探索する方が効率が向上する場合も多い。表などのレイアウト情報を含んだものも関係を保持してさえいれば、そのマトリクス構造の中を探索することができる。

CounterVisionでは、内容情報から構造情報を抽出し、その構造に従ったアクセスを可能とするための構造化オブジェクトリーダー(SOR:Structured Object Reader)を提供する。SORはアプリケーションとユーザとのインタフェースとなる中間アプリケーションであり、論理構造に対しては、複数のアプリケーション間で共通な基本操作を提供することを目標としている。

現在は、図8の一般のブラウザを利用した視覚障害者向けWWWブラウザを開発中である。このほか、ファイル管理ツールやその他のアプリケーションへの対応を検討している。

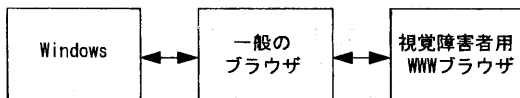


図8 WWWブラウザの構成

視覚障害者向けWWWブラウザは、HTML文書の構造に従って、見出しや段落単位でスキップしながら情報の探索が可能である。

#### 4.2.2 出力メディアの割り当て

CounterVisionシステムにおいて使用可能な出力メディアは次のものである。

- ・合成音声(男声, 女声)
- ・効果音
- ・点字ディスプレイ
- ・触覚ピンディスプレイ

内容情報のテキストについては、繰り返し読みたり、じっくり読む必要があることから、音声だけでなく点字ディスプレイによる出力が適当であると考えられる。

対話部品の探索や操作結果の出力はある一時点の情報を出力すればよいことから、音を中心に用いることが適当であると考えられる。項目名などには、その識別のために音声を用いるが、属性や操作結果の出力は、その種類がある程度限定されることから、効果音で簡潔に表現してもよい。

状態の提示は、注意を促すようなものは、音声、効果音を利用し提示するが、一定時間その状態が続くものについては、点字出力が適当である。

イメージ、レイアウト情報は、視覚障害者にとって把握が困難であることから、触覚ピンディスプレイを用いるだけでなく、音声、効果音などを併用し、その把握を助ける必要がある。

#### 4.2.3 操作デバイスの割り当て

CounterVisionシステムでは操作の局面に応じて以下の複数の操作デバイスが使用できる。

- ・タッチパネル
- ・キーボード(文字入力キー)
- ・キーボード(方向キーなど)
- ・キーボード(テンキー)
- ・コントローラ
- ・触覚ピンディスプレイ付きポインティングデバイス
- ・点字ディスプレイ操作キー
- ・カーソルルーティングスイッチ

しかし、同一デバイスを方式によって別の意味で使用するとユーザの認知的な負担が増大する。そこで操作デバイスは、目的とする情報および対応するアクセス方式に従って、ユーザが明示的な切り替えを意識せずすみよう割り当てなければならない。

前述のように、ドキュメント内のテキスト情報探索には、基本的に間接画面探索を用いる。そこでその操作には、アプリケーションのカーソル移動操作をそのまま利用することを考え、方向キーと、カーソル移動機能を割り当てた点字ディスプレイ操作キーを用いる。これにより入力作業が中心となる場合はキーボード上で操作し、逆に情報取得作業が中心の場合には点字ディスプレイ上で操作するというような使い分けも可能となる。

操作情報の探索には間接論理探索を用いるが、内容情報探索との差異を明確にするために、方向キーは使用せず、CV/SRと同じくテンキーを用いる。ただし、テンキーの機能は、探索のレベルその他の機能を触知可能な物理的なボタンやスライダを備えた操作デバイスであるコントローラに最終的に統合して、さらに操作性を向上させることを検討している。

また、直接指示の2方式については、直接ポインティングデバイスが必要であるため、直接論理はタッチパネル、直接画面は触覚ピンディスプレイ付きポインティングデバイスを割り当てる。

これにより、ユーザは目的に応じて操作デバイスを選択することで探索方式の切り替えを意識することなく、複数のアクセス方式を利用できる。

以上検討したの4アクセス方式の対象、メディア、操作デバイスを図9にまとめる。

	直接指示型	間接指示型
論理構造探索方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ GUI 操作補助</li> <li>・ 定型的なルーティンワーク</li> </ul> タッチパネル → 音声、効果音	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般的な GUI 操作</li> </ul> テンキー → 音声、効果音
画面構造探索方式	論理/画面融合方式 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Windowsの学習</li> <li>・ レイアウト情報の取得</li> <li>・ イメージ情報の取得</li> </ul> 触覚ピンディスプレイ → 音声、効果音	構造化オブジェクトリーダー(SOR) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一般的な内容情報の取得</li> </ul> フルキー、点字キー → 音声、効果音、点字

図9 複数のアクセス方式の統合利用

## 5. おわりに

視覚障害者の GUI アクセス支援ツール CounterVision のマルチアクセスインタフェースの概要を述べた。CounterVision は現在 Windows3.1 上で開発したサブシステムをベースに Windows95 環境上で開発中である。

今後、視覚障害者による基礎的な実験によりデータを収集しながら、多くのユーザに最適なインタフェースの開発を進めていく。

なお、本研究開発は、通産省工業技術院の産業科学技術研究開発制度に基づき、「医療福祉機器技術研究開発」の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの委託により実施したものである。

## 参考文献

- [1] 井関 他：障害者対応マルチメディアシステムの開発, Pin 第 16 号, pp.68-71, 1995.7.
- [2] 山中 他：視覚障害者用 GUI 端末, 情報全 50, 5T-4, 1995.3.
- [3] 岡田 他：視覚障害者用スクリーンリーダ CounterVision/SR, 情報研報 95-HI-62, p.17-24, 1995.9.
- [4] 山中 他：GUI 対応スクリーンリーダのためのオフスクリーンモデル, 情報全 52, 4S-6, 1996.3.
- [5] 山中：触覚ピンディスプレイ付きポインティングデバイスの提案, HIS12(1996.10) 掲載予定.