

触覚ピンディスプレイ付マウスにおける GUI 操作

岡田 世志彦 兼吉 昭雄

okada@hml.cl.nec.co.jp, kaneyosi@hml.cl.nec.co.jp

NEC ヒューマンメディア研究所

〒 630-0101 奈良県生駒市高山町 8916-47

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、非視覚的 GUI アクセスシステム CounterVision の開発を進めている。CounterVision では音声フィードバックによりキーボード操作が可能だけでなく、タッチパネル等により画面を直接操作することが可能である。今回は GUI 画面の配置や対話部品の形状をより効果的に把握するための触覚ピンディスプレイ付マウスを導入した。また、文書のテキスト、イメージのエリアなどの文書レイアウトを表示するためのサンプルアプリケーションを開発した。

A GUI Operation Method with a Mouse with Tactile Image Pin Display

Yoshihiko Okada Akio Kaneyoshi

okada@hml.cl.nec.co.jp, kaneyosi@hml.cl.nec.co.jp

Human Media Research Laboratories.

NEC Corporation

8916-47, Takayama-cho, Ikoma, Nara 630-0101, 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 CounterVision as a GUI access system. In addition to keyboard operation with synthesized voice, users can also directly operate GUI objects with pointing devices, such as a mouse, a touch screen. We developed pointing devices with a tactile image pin display and a sample of document layout access application with which users can grasp location of text area and image area in documents.

1. はじめに

我々は通産省工技院プロジェクト「障害者対応マルチメディアシステム」の開発 (NEC, 日立, 日本アイ・ビー・エムの3社が参加) において、視覚障害者のマルチメディア利用の可能性を追求し、非視覚的 GUI アクセスシステム CounterVision の開発を進めている^{[1][2]}。CounterVision は、キ

ーボード操作を音声出力によりフィードバックする一般的なスクリーンリーダ機能^[3]に加え、画面上のオブジェクトをポインティングデバイスにより操作する直接画面探索機能を備える。今回は新たに触覚フィードバック機能を導入し、GUI の情報や文書のレイアウトを提示するための検討と、CounterVision への機能の実装を行った。

2. 非視覚的 GUI アクセスシステム

CounterVision の直接画面探索

非視覚的 GUI アクセスシステム CounterVision は、コンピュータ上に視覚表現された情報を聴覚情報や触覚情報に変換、提示するスクリーンリーダ機能を備えた対話型音響／触覚ディスプレイであり、視覚障害者のマルチメディアアクセスのためのベースとなるシステムである。

一般に GUI 対応スクリーンリーダでは、キーボード操作により GUI の対話部品の構造に従いアクセスが可能である。しかしそのレイアウトなど二次元的な情報にアクセスすることは難しい。晴眼者は GUI の論理構造と画面レイアウトの両方を直感的に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ることができない。そこで CounterVision ではキーボード操作による構造探索方式に加えて、直接画面探索方式を導入した^[4]。

我々が導入した直接画面探索方式では、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。

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唆されたが、以下のような問題点があることもわかった。

- ・ある領域が探索済みかどうかを確認できず、何度も同じ領域を探索したり、全く探索されない領域が生じる。
- ・ポインティングしている 1 点の情報しか提示されないため、目的の対話部品のすぐとなりを探索していてもそれに気づかない。

- ・正確に水平／垂直方向に手を動かすことが難しく、アイコンなどの規則的に配置された対話部品でも順にたどることができない。

3. 触覚ピンディスプレイ付マウスの導入

我々は CounterVision の開発当初から、視覚障害者の図形情報などを含めたマルチメディア情報へのアクセスのためのデバイスを提案していた^[5](図 1)。これは、絶対座標系での指示装置の上で、ポインティング座標付近の情報のみが提示される触覚ピンディスプレイを自由に動かすことにより、ユーザが凹凸のある面を実際に触っているような感じを受けられるようなポインティングデバイスである。また、このデバイスを用いることにより直接画面探索方式の問題にも対処できると予想された。そこで今回以下の触覚ピンディスプレイ付マウスを試作した。

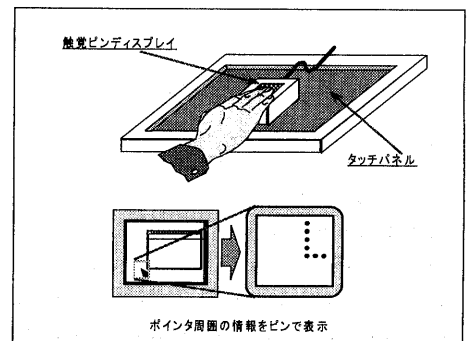


図 1 触覚ピンディスプレイ付マウス

3.1 相対座標型デバイス(マウス型)

視覚障害者がマウスのような相対座標系のポインティングデバイスを利用することは難しいと考えられるため、我々は絶対座標形で指示操作が可能なデバイ

スが必要だと考えた。そこで比較検討のため、絶対座標系のデバイスの試作過程で実現可能な相対座標系の触覚ペンディスプレイ付マウス(図2)を実現した。

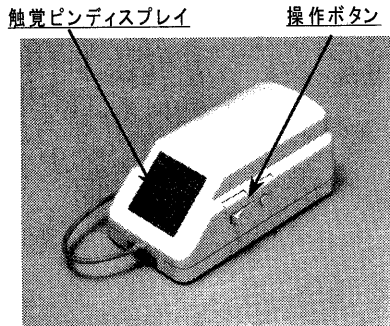


図2 相対座標型デバイス(マウス型)

触覚ペンディスプレイ付マウスに搭載された触覚ペンディスプレイは、 16×16 ドット表示、ピン間 3mm で、底面のボールにより座標を検出し、マウス左右ボタンの機能を持つ。また、触覚ピン表示を確認するため、ドロー系ソフトと同様の方法で図形を作画し、作成した図形を触覚ペンディスプレイに表示するソフトウェアを作成した。

● 評価

試作したデバイスで簡単な評価を行った結果、以下のようなことが確認された。

- ・手のブレや、腕の運動方向の関係から、触覚ピンの表示位置がずれてしまい、直線などを水平／垂直にたどる場合でも、1本の線として認識できない。
- ・探索を開始するための基準点を見つけ出すことが難しく、目的の図形にたどり着けない。

3.2 絶対座標型デバイス(プロッタ型)

先の簡単な評価により相対座標形での操作はやはり困難なため、絶対座標形で指示操作が行えるような XY プロッタ型の触覚ペンディスプレイ付マウスを開発した(図3)。

本システムは、PC、タッチパネル、ディスプレイ、触覚ペンディスプレイ付マウス(XY プロッタ型)から構成され、PC、ディスプレイ以外の構成要素は一体化された専用端末となっている。水平／垂直方向への移動を用意するための XY プロッタ型の支持部を持ち、座標検出は触覚ペンディスプレイ下部に備えられた突起で、タッチパネル部を押下することにより行われ、これにより絶対座標形での指示操作が可能である。また、マウスの左右ボタンに相当する機能を備えている。

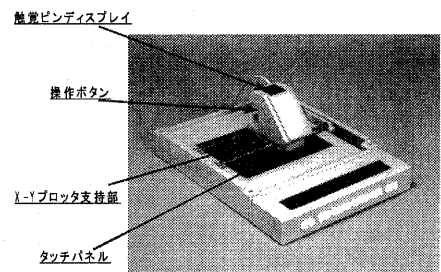


図3 絶対座標型デバイス(プロッタ型)

● 評価

前述の触覚ピン表示実験ソフトウェアを用いて、試作した XY プロッタ型の触覚ペンディスプレイの簡単な評価を行った結果、マウス型と比較して、以下のようなことが確認された。

- ・XY プロッタ状の機構を設けたことにより、手のブレや腕の運動方向によるズレが減少し、マウス型と比較して、

水平／垂直方向に直線をたどることが容易になった。

- ・斜め方向の直線をたどることはマウス型と同様に困難であった。
- ・絶対座標系の指示操作を導入したことにより、位置がわからなくなった場合は、例えば、左上隅から探索を再開するなどの操作で、目的の図形にたどり着くことが容易になった。

またその他、以下のようなことをわかった。

- ・触覚ピンの表示面と基準となるタッチパネル面との高低差が大きいため、絶対位置を把握する上で多少違和感がある。
- ・触覚によりある図形を探索する場合、デバイスの移動中は、触覚ディスプレイの中心部だけに指をおいたまま、停止したときに、触覚ピン表示面全体を指を動かして確認する。
- ・図形の輪郭だけの表示では、たくさんの図形が密集しているような場合では、いくつ隣接している図形があるのかということや、その図形の中を指しているのか、外を指しているのかといったことがわかりにくい。

4. 触覚を利用した直接画面探索

先の結果などもふまえ、触覚を利用した直接画面探索方式を検討し、Counter-Vision に実装した。これまでのタッチフィードバック機能に加えて、以下のようなことを考慮し、触覚ピンによるフィードバックを可能とした。またポインタ移動時の効果音／音声フィードバック方法は、キーボード操作時との違和感なくするため同様の方式とした。

- ・GUI 操作を素早く行いたい場合など場面によっては輪郭で表示するより、その存在を示すための記号的な表現の方が望ましいと考えられる。そこで、図形の内部に入ったことを知らせるために、部品に対して、記号パターンなどで表示することも可能とする。
- ・記号(パターン)表示において、ある程度以上の速度でマウスポインタを移動したときに、別のオブジェクト上に入ってもパターンが同じ場合、別のオブジェクトに入ったことが認識できないため、この場合は、一旦ピンを全て OFF 状態にした後に、記号パターンを再表示する。

触覚利用直接画面探索方式で利用可能な表示モードは以下の通りである。

- ・エッジ表示
画面上の GUI 部品の輪郭を表示。
- ・記号表示
GUI 部品に対応して設定した記号パターンを表示
- ・エッジ＋記号表示(図 4)
GUI 部品の外部にいる場合は輪郭、内部に入ったときには、設定した記号パターンを表示
- ・タイリング表示
GUI 対話部品に対して設定した、塗りつぶしパターンにより表示。
- ・二値表示
画面上の特定エリアをキャプチャし、黒で描かれた部分だけを表示したり、平均輝度の低い部分だけを表示。

また、画面全体を表示する「マルチウインドウモード」、操作対象となっているウインドウだけを拡大表示する「シングルウインドウモード」を切り替えることができる(図 5)。

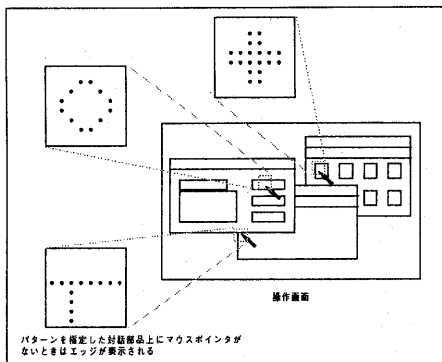


図 4 エッジ+記号表示

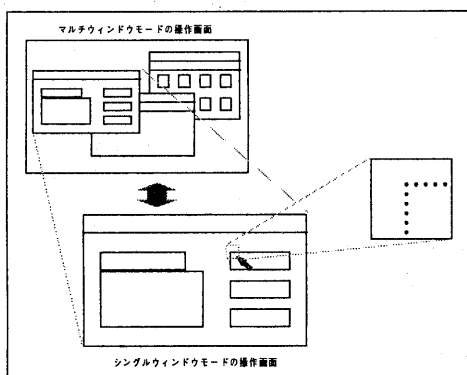


図 5 ウィンドウ表示モード

5. 文書レイアウトの表示

次に文書レイアウトを触覚ピンディスプレイ表示により把握可能とするためのサンプルアプリケーション(以下レイアウト表示 AP)を実装した。同プロジェクトに参加している日本アイ・ビー・エム社が開発を進めている「光学的メディアリーダー^[6]」のレイアウト情報出力ファイルを入力として、そのレイアウトを触覚ピンディスプレイで表示する(図6)。CounterVisionと連携することで、音声および触覚フィードバックを行う。また、単

体でも動作可能であり、その場合は、触覚出力のみを行う。

● 光学的メディアリーダーの出力

光学的メディアリーダーでは、雑誌などの文書レイアウトを抽出し、テキスト部分をページや段落などの構造的な単位に従って読み上げることができる。光学的メディアリーダーの出力ファイルはHTMLを独自に拡張した形式で、その中に、テキストエリア、イメージエリアの位置情報が含まれる。

追加されたタグを以下に示す。

・ テキストブロックの出力

```
<textarea ul="(x1, y1)" br="(x2, y2)">
</textarea>
```

・ 画像ブロックの出力

```
<imagearea ul="(x1, y1)" br="(x2, y2)" />
```

またレイアウト表示 AP 独自の拡張として以下のグラフエリアを示すタグを加えた。

・ グラフエリアの出力

```
<grapharea ul="(x1, y1)" br="(x2, y2)">
</grapharea>
```

グラフ内容の指定は以下のように行う。

```
<graph>
<graphtitle>グラフのタイトル</graphtitle>
<graphtype>グラフの種類</graphtype>
```

グラフの種類は以下の4種類。

－円 －棒 －帯 －折れ線

```
<graphscale>軸の名前, グラフの目盛り数,
目盛り1, 目盛り2 ... </graphscale>
```

例)

```
<graphscale>比率(100%), 6, 0, 20, 40, 60, 80, 100
</graphscale>
```

<graphlabel>ラベルの名前,ラベル数,
ラベル 1,ラベル 2,...</graphlabel>
例)
<graphlabel>科目,3,英語,国語,数学
</graphlabel>
<graphdata>データ 1,データ 2,...</graphdata>
例)
<graphdata>60,70,75</graphdata>
</graph>

● 情報提示方法

各エリアに対応する触覚パターン、効果音を定義し、それぞれのエリアにマウスポインタが入った場合、対応する触覚パターンと効果音が提示され、テキストであれば内容、イメージであればタイトル、グラフであればその内容を入力する。特にグラフエリアの場合には、

グラフのタイトル→グラフの種類→
ラベルの名前→軸の名前→
ラベル 1, データ 1→
ラベル 2, データ 2→...

の順序で読み上げる。

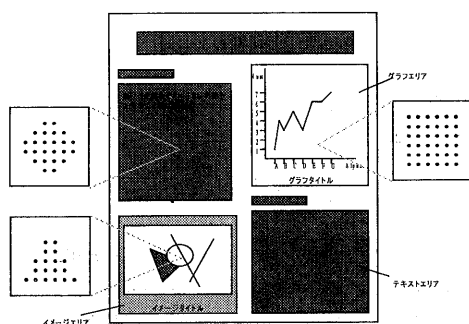


図 6 レイアウト表示

6. 今後の課題

現在、機能の実装を終え、内部的にごく簡単な動作評価を行っている。また、触覚提示面と基準面の高さを統一するた

めにガイドボックスを筐体左と奥に加える改造を行っている。

改造終了後は、視覚障害者数名を被験者としていくつかのタスクを行ってもらい、プロトコル解析などを行って最終評価とする予定である。

7. おわりに

非視覚的 GUI アクセスシステム CounterVision への触覚フィードバック機能の導入と GUI 表示機能、文書レイアウト表示機能について述べた。本「障害者対応マルチメディアシステム」開発プロジェクトは本年が最終年度であるが、視覚障害者による最終評価を実施しまとめとしたい。

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] 岡田 他:視覚障害者支援ツール CounterVision の GUI アクセス方式, 情処研報 96-HI-68, pp.39-46, 1996.9.
- [3] 岡田 他:視覚障害者用スクリーンリーダ CounterVision/SR, 情処研報 95-HK2, pp.1724, 1995.9.
- [4] 山中 他:視覚障害者用 GUI 端末, 情処全 50, 5T4, 1995.3.
- [5] 山中:触覚ビジュアルディスプレイ付きホーディング・デバイスの提案,HIS12, pp.63-66, 1996.10.
- [6] 菅原:視覚障害者用文字認識システムにおけるレイアウト/論理情報抽出法, 情処全 53, 1Q8, 1996.9.