

スライドボリュームを利用したウィンドウ操作体系の構築

A window operation interface using slide potentiometers

小國 健¹⁾
Tsuyoshi OGUNI

1) 株式会社 NTT データ チャネルビジネスユニット
(〒141-0032 東京都品川区大崎 1-6-3 日精ビル 5 階 E-mail: ogunity@nttdata.co.jp)

ABSTRACT. Multi-window systems, such as Microsoft Windows and MacOS, are wide spread, recently. However, under those window systems, users may get frustrated at not be able to switch to their desired window when many windows are opened. To solve this, we designed a new input device using slide potentiometers. In addition, we designed three devices to control windows.

1. 背景

現在、パーソナルコンピュータ用の GUI OS として、Microsoft の Windows や Apple の MacOS が普及している。これらはオーバーラップ方式のマルチウィンドウシステムを実装しており、複数のウィンドウを切り替えながら作業を進めていくことが可能である。

しかし、この「ウィンドウの切り替え」という基本的な操作に対して、満足度の高いユーザインタフェースが提供されているとは言い難い。

通常は、ウィンドウの一部をクリックしたり、タスクバーや Dock と名付けられた平面的な領域内の一部分をクリックしたり、キーボードから特定のキーの組み合わせを押したりすることによって、ウィンドウを切り替える。しかし、それぞれに、ウィンドウがほかのウィンドウに完全に隠れてしまっている場合はそもそもクリックできない、平面的な領域上でオーバーラップマルチウィンドウの三次元的空間を操作するのは無理がある、キーボードによるウィンドウの切り替えは自然で直感的な操作とは言えない、といった問題が存在する。

2. 目的

そこで、ウィンドウを操作するためのより適切な方法がないか検討した。

その結果、次の 4 種類のウィンドウ・画面操作方式を考案し、ハードウェアおよびソフトウェアを試作することにした。

- ・スライドボリュームによるウィンドウの切り替え
- ・のれん型デバイスによるウィンドウの切り替え
- ・無線クリップを使ったウィンドウの記憶
- ・ロータリーエンコーダを使った画面の回転

試作したデバイス本体を[図 1]に示す。以下、個々の方式について説明する。



図 1 試作したデバイス

3. スライドボリュームによるウィンドウの切り替え

(1) 概要

オーバーラップマルチウィンドウの世界は、平板なウィンドウが複数積み重なった三次元空間であるとみなせる。一方、現在もっとも普及しているポインティングデバイスであるマウスは、基本的に、二次元上の一点を指し示すためのデバイスである。ここに、次元のギャップが存在する。

この問題を解決するため、奥行きを扱うためのデバイス、具体的には、直線的な操作に適したスライドボリュームを利用したデバイスを試作した。このデバイスに、三次元目の操作、すなわちウィンドウの切り替えを担当させる。[1][2]

(2) 開発の詳細

a) デバイス本体

デバイス本体の写真を、[図 2]および[図 3]に示す。主要構成部品は、スライドボリューム、引きバネ、ケースである。スライドボリュームのつまみに引きバネを取り付けてセルフリターン式にし、これをケースに収めてい

る。ケースからは3本のコードが出ており、2本のコードを使って外部から電圧を与えると、残りの1本からつまみの位置に応じた電圧が出力される。

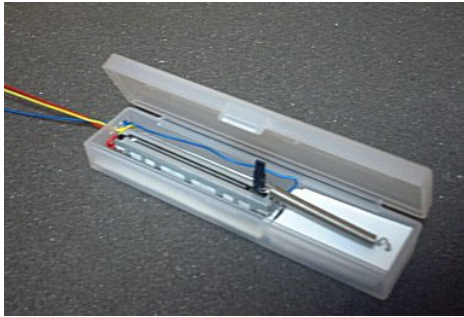


図2 デバイス本体（内部）

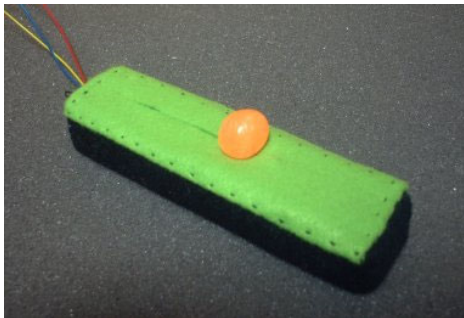


図3 デバイス本体（外観）

b) デバイス制御部

デバイス制御部の写真を、[図4]に示す。ベースは秋月電子のAKI-H8マイコンボードであり、日立の16ビットマイコンであるH8/3048Fを搭載している。

本マイコンに搭載するプログラムは、H8/300HC COMPILERで開発した。このプログラムは、A/D変換機能を利用してデバイスのつまみの位置を取得し、その情報をPCに送信する。PCとのインタフェースはRS-232Cであり、通信速度は38400bpsである。

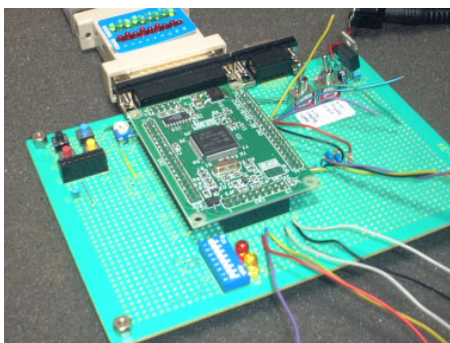


図4 デバイス制御部

c) 表示制御部

表示制御部は、PCに搭載するWindows 2000用のプログラムである。Microsoft Visual C++ .NETで開発した。

本プログラムは、デバイス監視部、ウィンドウ非表示部、ウィンドウ再表示部、ウィンドウ監視部から構成される。

デバイス監視部では、RS-232Cポートを監視し、デバイスのつまみの位置情報を収集する。つまみの位置の変化を検出すると、その位置に応じて、ウィンドウの「ば

らばらめくり」の指示を出す。

ウィンドウ非表示部では、「ばらばらめくり」の実現のため、つまみの位置に応じた枚数分、ウィンドウを非表示にする。このとき、「ユーザーにはひとつのウィンドウにしか見えないが、内部的には複数のウィンドウから構成されている」アプリケーションが存在する。そこで、タイトルバーやシステムメニューをもつウィンドウのみを制御するようにした。また、「ウィンドウのタイトルバーをマウスでつかんだまま本デバイスのつまみを動かすと、ウィンドウの階層が入れ替わる」操作を可能にするため、ドラッグ中のウィンドウは非表示化しないようにした。

ウィンドウ再表示部では、ウィンドウ非表示部と逆の制御を行う。Windows NT系では、単に再表示の指示を出しただけでは、指定のウィンドウが最前面に表示されるとは限らない。そこで、目的のウィンドウが実際に最前面に表示されるまで、最前面にする命令を繰り返し発行するようにした。ただし、ドラッグ中のウィンドウは、無条件で最前面に表示するようにした。

ウィンドウ監視部では、ウィンドウシステム全体にフックをかけ、ウィンドウのドラッグの開始・終了や、アプリケーションの終了を監視する。

(3) 実行例

本デバイスの利用により、以下のような操作が可能になる。

初期状態では、複数のウィンドウが重なって表示されている[図5]。



図5 初期状態

左手をデバイス本体に添え、つまみを少し動かすと、手前のウィンドウが非表示になり、二番目のウィンドウが前面に表示される[図6]。

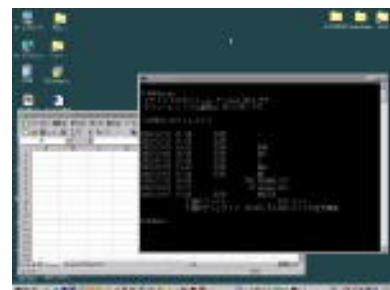


図6 もう少しつまみを押したところ

さらにつまみを押し込むと、二番目のウィンドウが非表示になり、三番目のウィンドウが前面に表示される[図7]。



図7 さらにつまみを押したところ

こうしてつまみを押し込んでいくと、最終的にデスクトップに到達する[図8]。

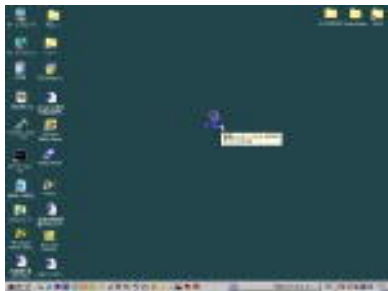


図8 デスクトップに到達

ここで、左手のつまみの位置はそのままに、右手でマウスを持ち、デスクトップにあるアイコン上でマウスボタンを押すと、アイコンのドラッグが始まる。そして、左手のつまみを離してウィンドウを初期状態に戻し、マウスボタンを離すと、アイコンが最前面のウィンドウにドロップされる。

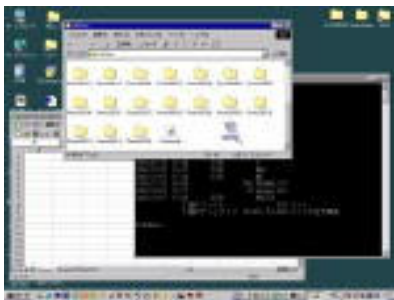


図9 ウィンドウをドロップ

このように、本デバイスの利用によりウィンドウのブラウジングが簡単に実現する。また、本デバイスとマウスを併用することにより、オーバーラップしているウィンドウ間でのドラッグ&ドロップが容易に実現する。

4. のれん型デバイスによるウィンドウの切り替え

(1) 概要

前述の「スライドボリュームによるウィンドウの切り替え」方式には、さまざまなバリエーションが考えられる。

つまみにスイッチを取り付けて左手だけでウィンドウの階層の移動ができるようにしたもの、スライドボリュームではなくマウスホイールのようなダイヤル状のデバイスを使用したもの、タッチパッドを利用して機械的な動作を排除したもの、ウィンドウの表示・非表示の際に

半透明化の技術を利用するものなどである。

こうしたバリエーションのひとつとして、ウィンドウを下から上に持ち上げる方式について検討し、試作した。これは、ウィンドウのブラウジングの際、ウィンドウが画面上を移動すると移動していくようにするものである。本質的には「スライドボリュームによるウィンドウの切り替え」方式と同じだが、従来にない使用感が得られるのではないかと考えた。特に、使って楽しい感じを演出できるのではないかと考えた。デバイスの形状は、「下から上に持ち上げる」というイメージから連想された「のれん」型を採用した。

(2) 開発の詳細

a) デバイス本体

デバイス本体の写真を、[図10]に示す。主要構成部品は、回転式のボリューム、引きバネ、のれん、台である。のれんはプラスチック製、台は木製であり、フェルトで装飾を施した。

のれんは、左上角を軸として、手前に回転させることができる。手を離すと、のれんは元の位置に戻る。

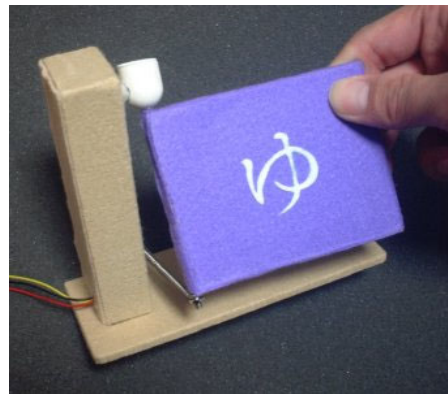


図10 デバイス本体

本体からは3本のコードが出ており、2本のコードを使って外部から電圧を与えると、残りの1本からのれんの角度に応じた電圧が出力される。

b) デバイス制御部

デバイス制御部の写真を、[図4]に示す。すなわち、「スライドボリュームによるウィンドウの切り替え」方式で製作したものと同一である。

マイコン用のプログラムも、のれん型デバイス用に分解能を最適化している点を除き、前述のプログラムと同一である。のれんの角度の情報を取得し、その情報をRS-232Cを介してPCに送信する。

c) 表示制御部

表示制御部は、PCに搭載するWindows 2000用のプログラムである。これも、「スライドボリュームによるウィンドウの切り替え」方式にて開発したものとほぼ同一である。

本プログラムは、デバイス監視部、ウィンドウ上移動部、ウィンドウ下移動部、ウィンドウ監視部から構成される。

デバイス監視部では、RS-232Cポートを監視し、のれんの位置情報を収集する。のれんの角度の変化を検出すると、その角度に応じて、ウィンドウ移動の指示を出す。

ウィンドウ非表示部では、次の手順でウィンドウを上方向に移動する。

- ・最初は最前面のウィンドウを移動対象とする。このとき、のれんの角度に応じて、段階的に上方向に移動していく。
- ・最前面のウィンドウが完全に画面から消えたら、二番目のウィンドウを移動対象とする。このとき、やはり、のれんの角度に応じて、段階的に上方向に移動していく。
- ・以後、同様に繰り返す。最終的には、デスクトップのみが表示された状態になる。

ウィンドウ下移動部では、上移動部の逆順にウィンドウを移動する。各ウィンドウごとに、上方向に移動する前に配置されていた座標を記憶しているのので、最終的にはのれんを持ち上げる前の状態に戻る。

ウィンドウ監視部では、ウィンドウシステム全体にフックをかけ、ウィンドウのドラッグの開始・終了や、アプリケーションの終了を監視する。

(3) 実行例

本デバイスの利用により、以下のような操作が可能になる。

初期状態では、複数のウィンドウが重なって表示されている [図 11]。

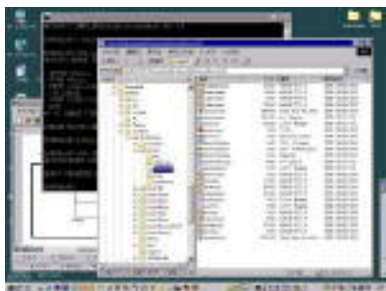


図 11 初期状態

のれんを少し持ち上げると、手前のウィンドウが、すするとアニメーションしながら上方に移動する。 [図 12]。



図 12 のれんを少し持ち上げたところ

さらにのれんを持ち上げると、二番目のウィンドウが持ち上がり、最後に三番目のウィンドウが持ち上がる。 [図 13] は、三番目のウィンドウが半分ほど上方に移動したところである。

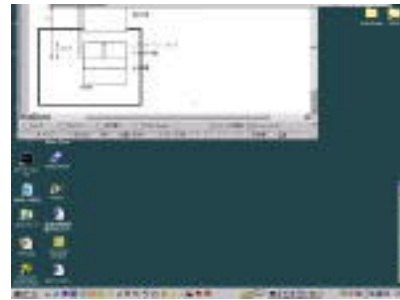


図 13 のれんをさらに持ち上げたところ

最終的にはすべてのウィンドウが画面外に移動し、デスクトップのみが表示される。

このように、本デバイスの利用によりなめらかなウィンドウのブラウジングが実現する。また、のれん型デバイスによるウィンドウの移動と、マウスによるドラッグを組み合わせると、ウィンドウ間のドラッグ&ドロップを行うことも可能である。

5. 無線クリップを使ったウィンドウの記憶

(1) 概要

マルチウィンドウ環境では、一時的にほかのウィンドウに移った後、元のウィンドウに戻るといった作業が頻繁に発生する。このとき、元のウィンドウはどれだったかと探し回ることがある。この問題を解決するため、次の方式を考案した。

まず、現在作業中のウィンドウを記憶しておきたいと思ったら、人形の形をしたクリップを任意の場所、たとえばパイプ式ファイルの背表紙に挟む。これで、ウィンドウが記憶される。

その後、別の作業をしてアクティブウィンドウが切り替わったとしても、先ほど挟んでおいたクリップの頭部を指で触って揺らせば、記憶していたウィンドウが再びアクティブになる。

最後に、クリップを外せば、ウィンドウの記憶は失われる。

こうしたクリップを複数個用意しておけば、後ほど参照するであろうページに付箋紙を貼りながら本を読んでいるかのようなイメージで、ウィンドウが操作できる。

前述の2つのデバイスがウィンドウを順次切り替えるシーケンシャルアクセス方式だとすると、本デバイスは目的のウィンドウを直接アクティブにするダイレクトアクセス方式であると言える。

(2) 開発の詳細

a) デバイス本体

デバイス本体の写真を、[図 14] および [図 15] に示す。

主要構成部品は、クリップ、無線送信機、マイクロスイッチ、バネ、ボールである。クリップの内部に無線送信機を仕込み、その上にバネとボールを取り付けた。クリップで何らかのモノを挟んだり、バネとボールから成る頭部を揺らしたりすると、その動作をマイクロスイッチが検出する。

クリップとウィンドウの関連付けの記憶を助けるため、クリップの頭部に熊やペンギンのぬいぐるみを被せた。



図 14 デバイス本体（構造）



図 15 デバイス本体（外観）

b) デバイス制御部

デバイス制御部の写真を、[図 16]に示す。ベースは秋月電子の UHF 無線リモコンシステムである。

クリップから発信される無線信号を受信し、その情報を RS-232C 経由で PC に送信する。

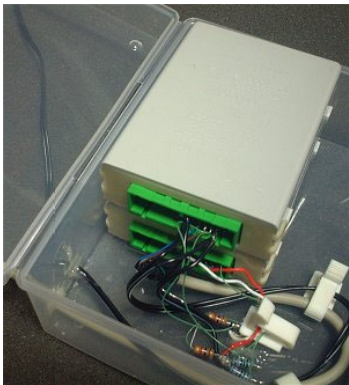


図 16 デバイス制御部

c) 表示制御部

表示制御部は、Borland C++Builder 6 で開発した。

本プログラムは、RS-232C ポートのモデムステータス信号を監視し、クリップが何らかのモノを挟んだことを検出するとアクティブウィンドウを記憶する。また、クリップ頭部の振動を検出すると、記憶していたウィンドウを前面に表示する。

(3) 実行例

本デバイスの利用により、以下のような操作が可能になる。

[図 17]は、画面中央のメールソフトで作業をしているところである。この状態で、クリップを挟む。



図 17 画面中央のウィンドウで作業中

[図 18]は、マウスの操作によりアクティブウィンドウを変更したところである。



図 18 アクティブウィンドウの変更

[図 19]は、先ほど挟んだクリップの頭部を揺らしたところである。画面中央のメールソフトが再びアクティブになっている。



図 19 ウィンドウの復元

こうした機能をもつクリップを、試作品では 2 個まで利用可能である。

6. ロータリーエンコーダを使った画面の回転

(1) 概要

最後に、これまでのように個々のウィンドウを操作するのではなく、画面全体を操作するためのデバイスについて検討した。

Windows では、通常、[Alt]+[Ctrl]+[Del]キーを押して [Windows のセキュリティ] ウィンドウを表示し、続いて [コンピュータのロック] ボタンを押すことで、コンピュータをロックする。しかし、改めて考えると、このユーザインタフェースは不自然で非直感的である。そこで、次の方式を考案した。

ディスプレイの上部に、ダイヤル式つまみを据え付ける。このつまみを回すと、その角度に応じて画面全体が回転する。つまみを 180 度回すと画面全体が引っくり返り、コンピュータにロックがかかる。

「つまみを回してウィンドウ全体をひっくり返して離席」という操作は、読みかけの本を机に伏せて席を外すかのような自然なインタフェースであると考えた。

(2) 開発の詳細

a) デバイス本体

デバイス本体の写真を、[図 20]に示す。これは、インクリメンタル方式のロータリーエンコーダに半球状のつまみを被せ、ディスプレイ上部に据え付けたものである。つまみを回すと、90度の位相差をもつ2種類のパルス信号が出力される。



図 20 デバイス本体

b) デバイス制御部

デバイス制御部の写真を、[図 4]に示す。すなわち、「スライドボリュームによるウィンドウの切り替え」方式で利用したものと同一である。

本マイコンに搭載するプログラムは、H8/300HC COMPILER で開発した。このプログラムは、H8の位相計数モードを利用してつまみの回転方向と回転角度を取得し、その情報をPCに送信する。PCとのインタフェースはRS-232Cであり、通信速度は38400bpsである。

c) 表示制御部

表示制御部は、Microsoft Visual C++ .NET で開発した。

本プログラムは、RS-232Cポートを監視し、つまみが回されたことを検出すると、その方向・角度に応じて画面全体を回転させる。

画面の回転は、Direct3D 8 で実装している。メモリ上に仮想的なビットマップファイルを作成し、ここに画面全体のイメージを書き込み、テクスチャとして利用している。裏面は、白と青のグラデーションで表現した。

(3) 実行例

本デバイスの利用により、以下のような操作が可能になる。

[図 21]はつまみを少し回したところである。画面全体が少し回転する。

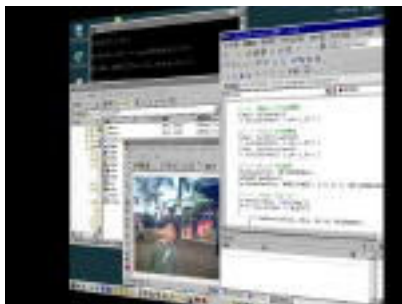


図 21 画面を少し回転させたところ

[図 22]はつまみをさらに回したところである。つまみの回転角度に応じて画面も回転する。



図 22 つまみの回転角度に応じて画面が回転

[図 23]は、つまみを90度以上回したところである。画面の「裏」が表示されている。

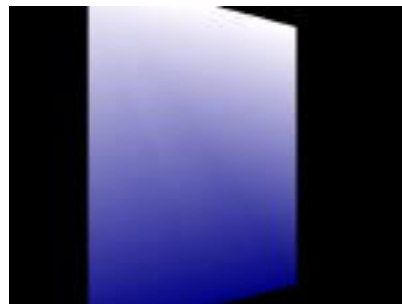


図 23 画面の「裏」

元の画面に戻すには、つまみを反対方向に回すか、キーボードから[ESC]キーを押す。なお、現時点では、実際に画面がロックされることまでの作り込みは行っていない。

7. 参加企業及び機関

本プロジェクトでご協力いただいた参加企業および機関を次に示す。

- ・農工大ティー・エル・オー株式会社
- ・株式会社マイクロブレイン

8. おわりに

本プロジェクトでは、ウィンドウや画面を直感的に操作するための4つの方法を考案するとともに、4つのデバイスを試作した。具体的には、スライドボリュームを動かしたり、のれんを持ち上げたり、無線クリップで紙などを挟んだり、つまみを回したりすることで、ウィンドウや画面を操作できるようにした。キーボード+マウスという既存の単調なデバイスとは異なる使用感をもつ方式・デバイスが提案できたと考える。

9. 参考文献

- [1] 小國健、加藤直樹：ウィンドウの切り替えを容易にするインタフェースの提案、情報科学技術フォーラム情報技術レターズ、Vol.1、pp.201-202 (2002.9)
- [2] 加藤直樹、小國健：ぱらぱらウィンドウ：ウィンドウの切り替えを容易にするインタフェース、インタラクシオン 2003、pp.123-130 (2003.2)