



2003/10/28

## 視点

ユーザー・インタフェースが変わる--実感のある、自然な動作で！

お好みの音楽ファイルを、“ピンセット”で“つまむ”。

“ピンセット”をスピーカの上に移動し、ファイルを“離す”。すると、不思議。スピーカから、お好みの曲が流れ始める。

今、「産官学」のうち「学」の世界で、こんなユーザー・インタフェースの研究が進んでいる。

現在、パソコンで音楽を聞こうとすると、以下の操作が必要ではないだろうか。例えば、プレーヤ・ソフトのライブラリ画面に表示された音楽ファイルをマウスで「ポイント」し、再生ボタンを「クリック」する。もしくは、音楽ファイルをマウスで「ドラッグ」し、スピーカの形をしたアイコンの上に「ドロップ」しているかもしれない。

いずれも、「パソコンの操作」という観点から見れば自然な動作だ。しかし、「音楽を聞く」という視点で見ると、直感的な操作とは言えない。「ポイント」、「クリック」、「ドラッグ」、「ドロップ」---というマウスの操作方法を知らなければ、パソコンで音楽を聞くことはできない。

Windowsの登場以来、もはやGUI（グラフィカル・ユーザー・インタフェース）は当たり前前の存在になっている。しかし、これに続く次世代ユーザー・インタフェースが芽をふこうとしている。

マウスやペンを使わず、自然な動作で

ピンセットの事例は、大阪大学の修士課程に在学する池田洋一氏の研究だ。池田氏を中心に、大阪大学の佐藤宏介教授と立命館大学の木村朝子助教授がサポートしながら研究を進めている。2004年3月までに池田氏の修士論文としてまとめる予定だ。

一方、ホワイトボードに書かれた連絡事項を、PDA（携帯情報端末）を“かざす”だけで“写し取る”研究も進められている。PDAの画面を“鏡”に見立てる。

これは東京農工大学の助手、加藤直樹氏の研究。現行のPDA製品で同じことをしようとすると、デジカメを使って連絡事項を撮影、SDカードをデジカメからPDAに移し替え、記録されている画像データを移動・保存するという作業が必要になる。移動・保存は、ペンを使って、必要なメニューを選択するという操作になるだろう。

いずれの研究にも共通するのは、マウスやペンといった従来型の入力機器を利用しない点。そして、“ピンセット”で“つまむ”、“鏡”に“映す”という「自然な動作」で、やりたいことができるようにする点だ。マウスやペンを使ってボタンやメニューを選択するGUIに比べて、「実感」のある操作方法とすることもできるだろう。

## 実世界インタフェースがキーワード

学の世界では、こうしたインタフェースを「実世界指向インタフェース」と呼んでいる。記者は、この実世界指向インタフェースが、ユビキタス時代のキー・テクノロジーの一つになると考えている。

ユビキタス・コンピューティングを巡る議論の中で、記者は、「通信」と「ユーザー・インタフェース」にかかわる議論が抜け落ちているように思っていた。

通信については、P2Pの無線通信（[参考記事はこちら](#)）についてもっと議論し、技術を進化させる必要があると考えている。超小型コンピュータが遍在したとして、それらが通信し合うのに、いちいち中央で管理するサーバーが必要だとすると、用途が限定されてしまう。

また、無線通信において通信距離を伸ばすためにも、P2Pのホップの技術が必要だろう。IPv6が利用できるようになれば、それだけで済むというものではない。

一方、ユーザー・インタフェースについては、これまた超小型コンピュータが遍在したとして、これらのコンピュータが容易に使いこなせないものであったなら、現実の役には立たない。

誰でも容易に利用できるコンピュータが偏在して初めて、真のユビキタス世界が到来する。実世界指向インタフェースは、このために重要な役割を果たす。

GUIは、キーボードに頼るCUI(キャラクタ・ユーザー・インタフェース)に比べてはるかに使い勝手がよい（もちろん用途と使う人の熟練度・特性によるが・・）。

文字や数字、記号の配列を覚える必要もないし、コマンドを覚える必要もない。

クリックやダブルクリックなど、キーボードに比べてずっと容易なマウスの操作方法さえ身に着ければ、やりたいことができる。ペンは、マウスの亜流と言えるだろう。

ただし、パソコン教室がはやっているのを見れば分かるとおり、GUIの操作には教育と訓練が必須だ。実世界インタフェースは、この教育と訓練の壁を乗り越える可能性を持つ。

## 研究者の意識が高まる

実世界指向インタフェースは、学の世界では、3~4年前から研究が盛り上がってきているという。

前出の立命館大学の木村助教授は「ユビキタス・コンピューティングの時代になると、あらゆるモノに情報が備わるようになる。そのため、『入力』の必要性は今よりも薄れる。一方、あるモノに備わっている情報を、異なるモノにいかに容易に『移動』させるかが重要性を増す。ピンセット・デバイスの研究は、こうした問題意識の下で取り組んできた」と語る。

東京農工大の加藤氏は、「私はマウスやキーボードを使いことができるけど、親や子供に使わせようと考えたら、やはり使えない人がいる。それに、屋外で情報機器を使用することを考えると、マウスやキーボードは適さない場所がある。マウスやキーボードが使えない人、使えないところでも、容易に情報機器を扱えるようにしたくて、今の研究を始めた」と語る。研究者の意識は高まってきている。

## タブレットとタッチ・センサーで情報を伝える

池田氏と加藤氏の、それぞれの研究の技術的な側面を紹介しよう。

池田氏のピンセット・デバイスの研究では、音楽ファイルを、パソコンに接続したタブレット型ディスプレイに表示する。同じくパソコンに接続した“ピンセット”の先で音楽ファイルをタップすると、タブレットがこれを検知し、どの曲が選択されたかを制御ソフトに伝える。

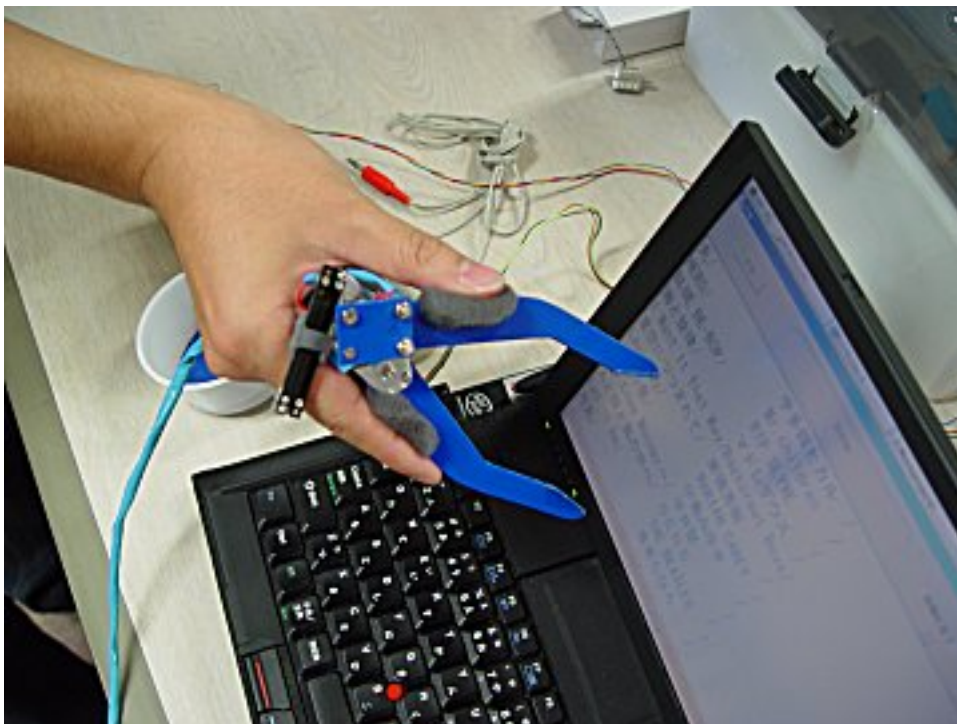


写真1-1：音楽ファイルを“つまむ”ための“ピンセット”。ファイルの数が多いほど、“つまむ”のに大きな力が要るようになる。

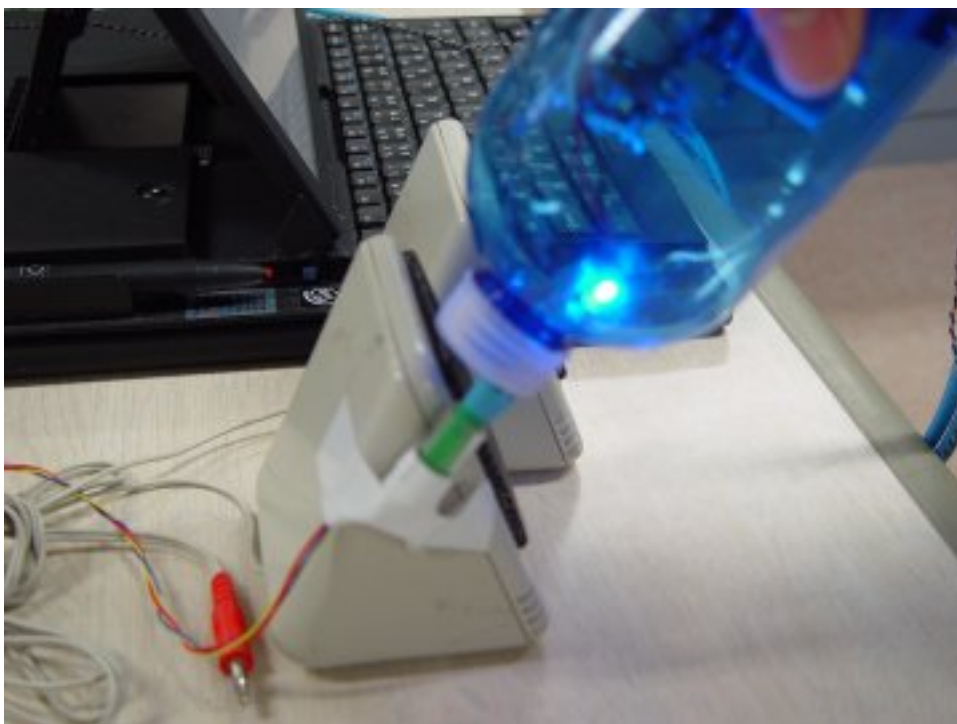


写真1-2：音楽ファイルを“吸い込んだ”“スポイト”。スピーカと取り付けたタッチ・センサーに音楽ファイルを“吐き出す”と再生が始まる。

次に、スピーカに貼り付けられたタッチ・センサーに、“ピンセット”の先でタッチすると、これが制御ソフトに伝えられ、先に選択された音楽ファイルを再生する。タッチセンサーとスピーカも、パソコンに接続されている。

冒頭で、パソコンで音楽ファイルを再生する場合、「音楽ファイルをマウスでドラッグし、スピーカの形をしたアイコンの上にドロップしているかもしれない」と書いた。「マウスでドラッグ」の代わりにタブレットに表示された音楽ファイルをタップ、「スピーカの形をしたアイコンの上にドロップ」する代わりにタッチ・センサーにタッチしているわけだ。

たくさんのファイルをつまむには力がいる

ピンセットであることには必然性がある。

音楽ファイルは、複数選択することができる。まず1曲目をタップ、次に2曲目をタップ。そして、“ピンセット”で“つまむ”動作をすると、この2曲の間に並んでいる複数の曲を選択できる。

さらに面白いのは、“つまむ”曲の数を増やせば増やすほど、“つまむ”のに力が要る点だ。

ピンセットの支点の部分にはモーターが取り付けられている。ファイルを選択すると、制御ソフトがモーターを動かし、ピンセットを開げる力が加わる。選択するファイル数が多いほど、開く角度が大きくなり、これに逆らって“つまむ”のに大きな力が要るようになる。

池田氏を後見する佐藤教授の解説によると、「ユーザー・インタフェースの世界に『アフォーダンス』という考え方がある。モノが持つ形状から使い方が容易に導かれることをいう」。池田氏の研究は、このアフォーダンスを重視したものである。

“ペン”は“書く”道具であって、“つまむ”道具ではない。“ペン”からは、“つまむ”機能を想像することはできない。

アフォーダンスのあるユーザー・インタフェースが開発できれば、マウス操作のような「教育と訓練が必要なくなり、情報機器を経験だけで操作できるようになる」（立命館大学の木村助教授）。

レーザー光線でPDAを感知、無線通信で文字データを送信

一方、東京農工大の加藤氏の研究では、ペン入力可能なホワイトボードを利用する。ペンまたは指で「ようこそ」と書くと、ホワイトボードに接続されたパソコン上で作動する制御ソフトが、書かれた位置と文字の形状を認識する。文字の形状はストローク・データとして保持する。ストローク・データというのは、文字における点の位置と、その点を結ぶ順番で構成されるものだ。

「ようこそ」と書かれた場所にPDAをかざすと、制御ソフトがその存在を感知する。ホワイトボード上には、2台の発信装置からレーザー光線が照射されてお

り、PDAをかざすことでレーザー光線がさえぎられると、制御ソフトがその位置を割り出す。



写真2：ホワイトボードに書いた「ようこそ」の文字が、PDA（携帯情報端末）を“かざす”だけで、PDAに“写し取る”ことができる

制御ソフトは、PDAがかざされた位置にある文字が「ようこそ」であることを検索し、「ようこそ」このデータを、無線通信のBluetoothを使ってPDAに送信する。PDA上で動作する、ストローク・データの表示ソフトがこれを表示する。

加藤氏が作成した試作機は、PDAに表示した文字を、ホワイトボードに移すことも可能だ。PDAをかざした位置に文字情報が存在しない場合は、文字を送信するよう制御ソフトがPDAに指示を出す。

#### RFIDが必要な役割を果たす

池田氏も加藤氏も、RFIDタグを利用することで、さらにそれぞれの技術を進化させようとしている。RFIDタグというのは、小型のICチップと、通信用のアンテナを一体化させた小型装置だ。

池田氏は、音楽CDの表面にRFIDタグを貼り付け、RFIDリーダーを先端に取り付けた“スポット”を近づけることで音楽ファイルを“吸い込む”仕組みを試作済みだ。実際には、RFIDタグから、音楽ファイルのIDデータを読み込む。スピーカに向かってデータを“吐き出す”と、ピンセットの場合と同じ仕組みで音楽ファイルが再生される（写真1-2を参照）。

加藤氏は、掲示板などに貼られる紙に書かれた情報をPDAに“写し取る”ことにRFIDタグを応用する。紙を掲示板に貼る際、普通は画鋏を使うが、この代わりにRFIDタグを組み込んだ専用画鋏を使う。RFIDリーダーを拡張スロットに挿入したPDAをこれに近づけると、紙ごとに割り当てられたIDが転送される。後は、IDに合致するデータをパソコンからPDAに送信すればよい、というわけだ。

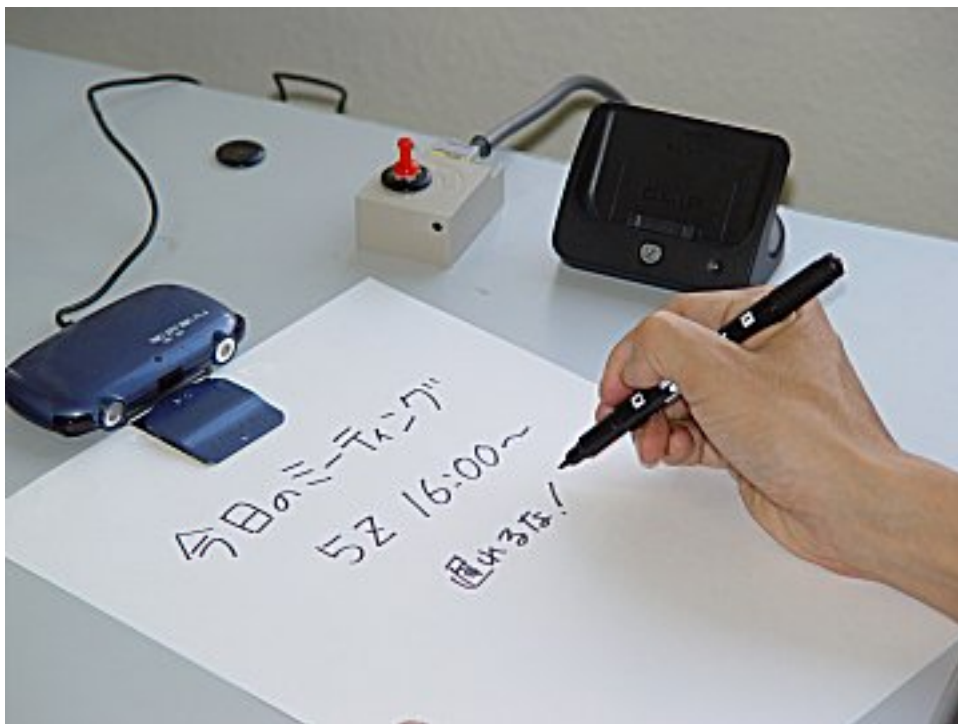


写真3-1：RFIDタグへの入力装置。紙に文字を書くと、そのデータがRFIDタグに記憶される。記憶する容量が大きい場合は、ID情報だけを記憶させる。入力装置は市販の製品。

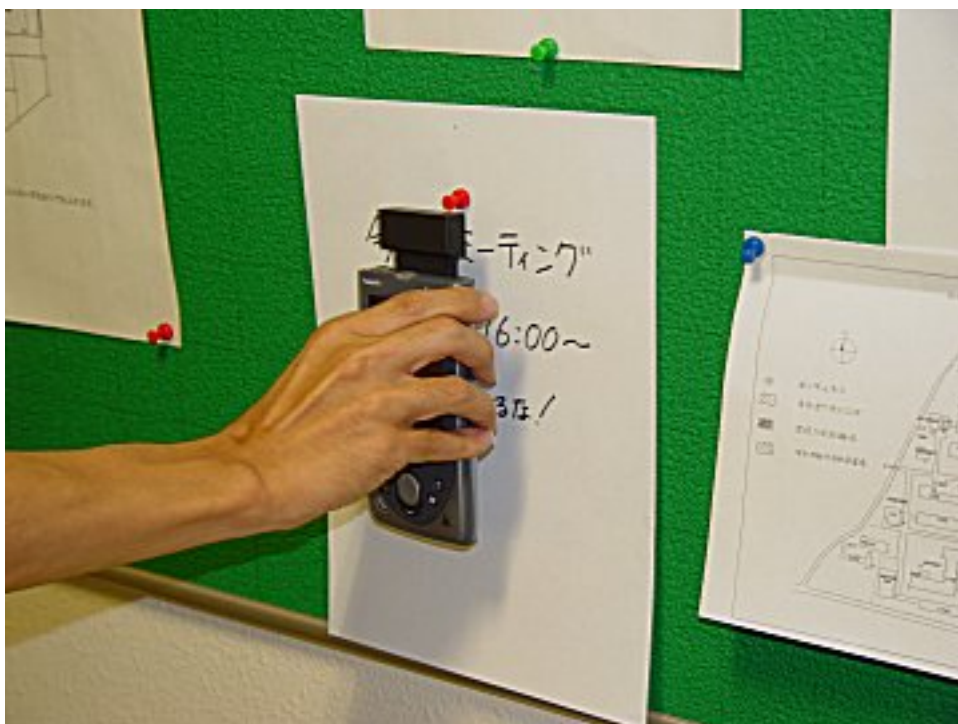


写真3-2：RFIDタグの情報を、PDAに挿入したリーダーで読み取っているところ。ユーザーは、掲示内容を“写し取る”感覚で利用できる。

### マウスによる操作に「実感」を加える

キーボードやマウス、ペンを使わない実世界インタフェースの研究事例を紹介してきた。最後に、少し趣を変えて、マウス操作に「実感」を持たせる研究を紹介しよう。奈良先端科学技術大学院大学の修士課程に在学する福中謙一氏が、2003年春に学部の卒業論文のテーマとしたものである。福中氏は、大阪大学で池田氏と同じ佐藤研究室に在籍していた。



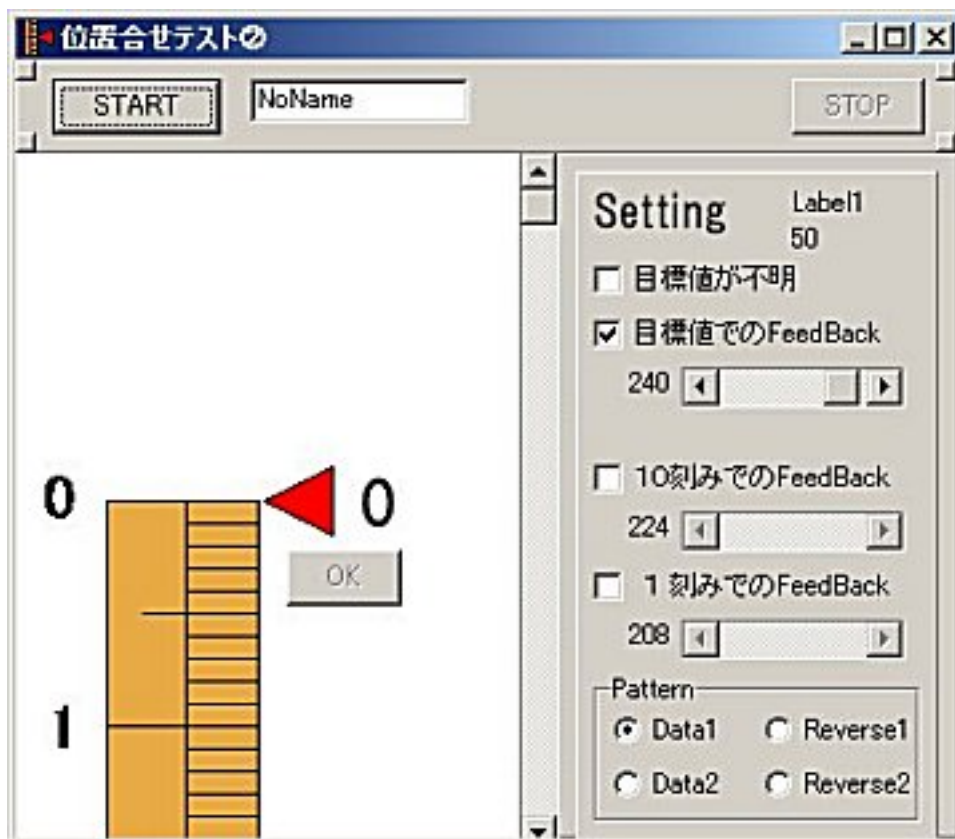


写真4-1：「実感」を持つ専用マウスのホイールを回し、赤いポインタが「0」に到達すると、それ以上回せなくなる。

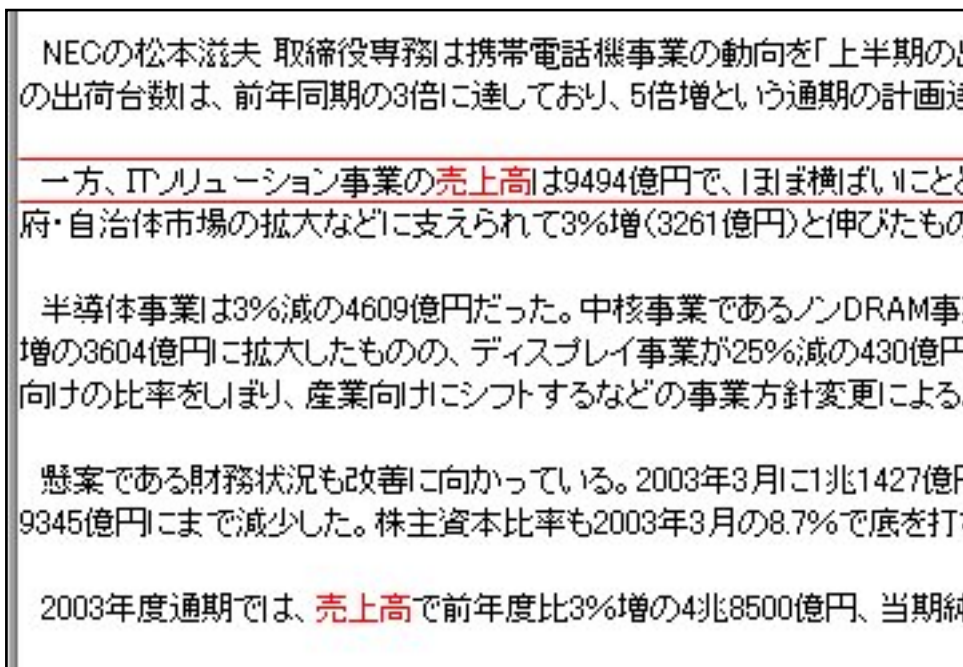


写真4-2：テキスト・エディタ上で文字を検索した場合に、該当文字の行に達するとホイールを重くする、といった応用もできる。

写真4は、パソコンの画面上に表示された定規。マウスのホイールを回転させると、それに合わせて赤いポインタが上下する。ポインタを、数字の大きな方から、

ゼロに向かって移動させていき、「0」に到着するとホイールがそれ以上回せなくなる。

もちろん「0」でなくてもよい。例えば「3.4」を指定しておく、ポインタが3.4に近づくとつれて、ホイールが重く感じられる。

3.4の上では、一瞬動かなくなるほどの重さだ。3.4を越えると、再び軽く移動させることができるようになる。テキスト・エディタ上で文字検索した場合に、該当文字のある行に達するとホイールが重くなる、といった応用も可能だ。



写真5：「実感」を持つ専用マウス。磁力を応用することで、操作に「実感」を持たせている。

福中氏の研究で「実感」の素となっているのは磁力だ。マウスのホイールを支える軸は、MR流体（磁性流体）という流体で囲まれている。MR流体は、周囲の磁界が大きくなると、粘性が高まる性質を持っている。具体的には、流体の中に散らばっている細かな鉄粉がくっつき粘度が増す。

何もしなければ、軸は流体の中で自由に回転できる。しかし、磁界が大きくなりMR流体の粘度が高くなると、軸は回転しづらくなる。これが、重さとして感じられるわけだ。

磁界の強弱は電磁石で調整する。MR流体の周りにコイルを巻いておき、これに流す電流の大小とポインタの位置とが連動するように、パソコン上のソフトで制御している。

福中氏は、ドラッグ&ドロップにも「実感」を持たせた。写真6をご覧ください。赤い をドラッグし下方に移動させていく。青い に触れてもなお移動させ

ると、 がつぶれていく。この時の抵抗を実感することができる。



写真6：赤い をドラッグし下方に移動させる。青いに触れてもなお移動させると、 がつぶれる感触を実感できる。

こちらも「実感」の素はやはり磁力。マウスの両脇に電磁石が取り付けられており、これが金属製のマウスパッドとくっつくことで抵抗を感じる。ソフトが、マウスの位置に応じて、流す電流の大きさと磁界の強さを制御する。

マウスの操作が「実感」を伴うものになれば、パソコン利用者の目にかかる負担が軽減される可能性があるだろう。「GUIは『グラフィカル』なので、見続けなければ使えない」（大阪大学の佐藤教授）。このため、眼精疲労や肩こりに悩むユーザーは数知れない。視覚にかかる負担の一部を触覚に肩代わりさせることができれば、こうした悩みが減るかもしれない。

（森 永輔 = BizTech副編集長）

= 読者からのコメント =

久々にこれ以下はないというほど下らない記事でした。「Windowsを越えるほどの、直感的で使い難いインターフェース」など開発して、いかがするつもりでしょう？

（TM：31：SI）

非常におもしろい技術だと思います。バーチャルと実世界を結ぶ、あるいは、融合とでもいうのでしょうか。インターフェースでの実感覚のフィードバックは、作業の正確さや、離れた人との環境共有などにも有効と思います。また、現在タッチパネルでは実現しにくい、立体感のあるスイッチ、レバー、ダイヤルなどの実現に結びつくでしょう。

「実世界のインターフェース」という点については、家庭のどこにでもころがっているリモコンも一つの「実世界のインターフェース」であると認知してもよいと思います。PCでも既にリモコンでAV家電相応のことができるようになってきました。これが、PCの操作にも対応で見るよう、リモコンと表示器、そして、人間に対する五感のフィードバック等において、もっと工夫をしていくというのもひとつの解

ユーザー・インタフェースが変わる--実感のある、自然な動作で！

だと思います。究極は、手ぶらで中空に浮かび上がった操作器の映像を操作するよ  
うなものになるのではないのでしょうか。（視線、音声、ジェスチャー等もあ  
ります  
が・・・）

（stan：46：ユニバーサルデザイン等コンサルタント）

[お問い合わせ：editor@nikkeibp.co.jp](mailto:editor@nikkeibp.co.jp)

**BizTech**

---

**日経BP社**

[プライバシーポリシー](#)   [リンクポリシー](#)   [editor@nikkeibp.co.jp](mailto:editor@nikkeibp.co.jp)

Copyright (c) 2003 Nikkei Business Publications, Inc.  
All Rights Reserved.