

Kirifuki: 呼気・吸気を利用したGUI操作環境の提案

伊賀 聡一郎[†], 伊藤 英一[‡], 安村 通晃[†]

慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科[†]

〒252-0816 神奈川県藤沢市遠藤 5322

igaiga@chi.mag.keio.ac.jp

<http://www.sfc.keio.ac.jp/~igaiga/>

神奈川県総合リハビリテーションセンター[‡]

〒243-01 神奈川県厚木市七沢 516

Abstract

本稿では、呼気・吸気を利用して計算機とインタラクションできる *Kirifuki* システムを提案する。システムはワークステーション、ブレスマイクスイッチ、ポヒマス磁気センサーから構成され、ユーザはマイクスイッチと磁気センサーを頭部に装着する。ユーザは頭部を動かして計算機のマウスポインターを操作する。そして、マイクスイッチに向かって「吹いたり」「吸ったり」することによって視覚的なオブジェクトを操作したり、コマンドを実行したりできる。ウィンドウの移動、拡大・縮小、アイコンのカット&ペーストなどを呼気と吸気によって行なうことができる。さらに、本手法をお絵書きツールや楽器操作のためのインタフェースにも応用したことを報告する。

Kirifuki: Breathe in/out User Interface for Manipulating GUI

Soichiro Iga[†], Eiichi Itoh[‡], Michiaki Yasumura[†]

Graduate School of Media and Governance, Keio University[†]

5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252-0816 JAPAN

Kanagawa Rehabilitation Center[‡]

516, Nanasawa, Atsugi, Kanagawa, 243-01, JAPAN

Abstract

This paper proposes a novel system called "*Kirifuki*". *Kirifuki* has the ability of controlling GUI objects by applying breathing. The system consists of a work station (SGI Indigo2), a breath microphone switch, and a polhemus sensor. The user wears a head set device with a breath microphone switch and a polhemus sensor. The user can control a mouse pointer by his or her head, and he can manipulate GUI objects such as windows or icons when he breathes in or out to the microphone switch.

1 まえがき

人間の現実世界で観察される様々な行為に着目し、計算機とのインタラクションに応用することにより、親密な HCI (Human Computer Interaction) スタイルを実現できる [1]。

著者らはこれまで人間の行為に密着した HCI スタイル「やわらかインタラクション」を提案している [3, 4]。やわらかインタラクションでは、「だいたい」「おおよそ」といったあいまいではあるが、充分に実世界タスクを遂行できている点に着目し、計算機とのインタラクションに応用することを試みている。

本稿では、やわらかインタラクションの一つの実現例として、呼気・吸気を利用して計算機とインタラクションできる Kirifuki システムを提案する。そして、システムを GUI (Graphical User Interface) 操作に応用したことを報告する。さらに、その他の応用として本システムをお絵書きツールや楽器操作に応用した。

2 Kirifuki システム

Kirifuki システムでは呼気・吸気を利用して計算機とインタラクションすることができる。また、システムを GUI オブジェクト操作に応用した。ユーザは呼気と吸気により、ウィンドウの移動、拡大・縮小、アイコンのカット & ペースト、コマンド実行などを行なうことができる。

2.1 システム構成

システムの構成を図 1 に示す。システムのハードウェア構成は、WS(SGI Indigo2)、液晶プロジェクター (Epson ELP-5300)、ポヒマスセンサー、プレスマイクスイッチから構成される。ソフトウェア部分は C 言語と Iris GL で記述している。ユーザはヘッドセット型に構成されているポヒマスセンサーとプレスマイクスイッチを装着する。頭部にポヒマスセンサーを装着し、口唇部にプレスマイクスイッチがくるようにセットする。ポヒマスセンサーとマイクスイッチの出力を WS 内に取り込み、ユーザの頭部の位置や角度、呼気と吸気を検出する。これら検出された頭部位置や呼気・吸気を GUI オブ

ジェクト操作に対応させており、GUI オブジェクトの動きなどの視覚的な情報がプロジェクターから机の上に投影される。

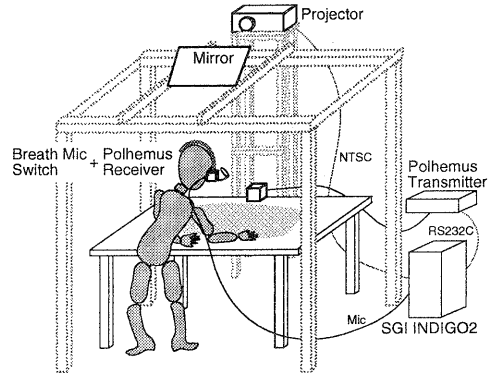


図 1: Kirifuki システム構成

システムを利用する際の外観を図 2 に示す。ユーザは頭部を動かすことによりマウスポインターを移動させ、プロジェクターにより机の上に投影された視覚的なオブジェクトをプレスマイクスイッチに向かって吹いたり吸ったりしながら操作する。

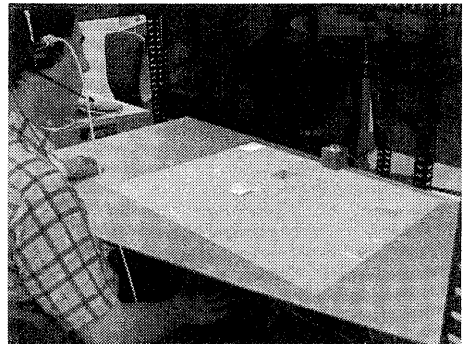


図 2: Kirifuki システム外観

図 3 にポヒマスセンサーとプレスマイクスイッチによるマウスポインター位置と呼気・吸気検出の流れを示す。プレスマイクスイッチはユーザの口唇部の音声を計算機に取り込み、呼気あるいは吸気による入力を検出する。ポヒマスセンサーはユーザの頭部と机上に設置されたセンサー受信部との相対

的な位置関係を元に、ユーザの頭部位置の姿勢と計算機のマウスポインター位置を計算する。ユーザの頭部位置の姿勢が高い場合は、ユーザがシステムに対して入力を行っていないと仮定しており、ブレスマイクスイッチの入力を行なわないようにしている。ユーザの頭部位置が机上に近い場合、ユーザがシステムに対して入力する意思があると仮定して、ブレスマイクスイッチのトリガーを開始する。

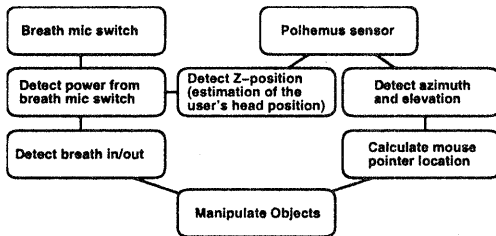


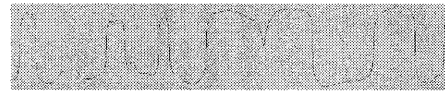
図 3: ポインター操作と呼気・吸気検出の流れ

2.2 マウスポインター操作

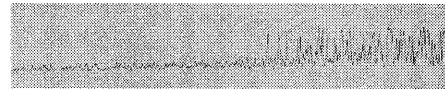
ユーザは頭部を動かすことによって、机に投影されたスクリーン上のマウスポインターを動かすことができる。ユーザの頭部に装着したポヒマスセンサーの方位角 (azimuth) と仰角 (elevation) の値を元にして計算機のマウスポインター位置を計算する。方位角を ± 90 度、仰角を ± 20 度までを上下限として、方位角、仰角ともに 0 度になる場合に、マウスポインターがスクリーンのほぼ中央に位置するようにユーザの操作位置を決める。

2.3 呼気・吸気の検出

本プロトタイプシステムでは、呼気・吸気をマイクからの音の信号により識別している。図 4 に呼気・吸気それぞれの音声パワースペクトルの入力例を示す。一般に呼気・吸気の音声波形は通常の発話などに比較して位相などの音声波形の特徴を検出するのは困難である。本システムでは、音声波形が吸う場合に比較して吹く場合のランダムさが低いことに着目して、波形の振動数を元にして呼気と吸気を識別している。



(a) 「吹く」場合のパワースペクトル



(b) 「吸う」場合のパワースペクトル

図 4: 呼気・吸気別音声パワースペクトル

2.4 識別のトリガー

ブレスマイクスイッチは基本的に音の信号を検出するため、ユーザが発話するとユーザがシステムを操作しているのかどうかに関わらず発話をシステムへの入力として検出してしまふ。そこで、ユーザの頭部に装着したポヒマスセンサーの Z 軸方向 (垂直方向の高さ) の値を検出して、ユーザがシステムを操作している場合と操作していない場合のモードを切り分けている (図 5 参照)。ユーザがオブジェクトを「吹いたり吸ったり」する際の前屈みになる動作に着目し、ポヒマスセンサーの Z 軸方向の値が閾値 (p) よりも低くなった場合をブレスマイクスイッチの検出トリガーとしている。

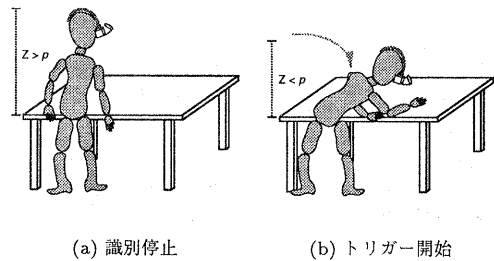


図 5: 識別トリガー: ポヒマスセンサーによりユーザの頭部の高さを検出する。頭部位置が閾値以下の場合ブレスマイクスイッチの識別を開始する。

3 Kirifuki システムの GUI オブジェクト操作への応用

Kirifuki システムを GUI オブジェクト操作へ応用することができる。現在のシステムで操作可能な GUI オブジェクトは、ルートウィンドウ (*Root*)、ウィンドウ (*Window*)、アイコン (*Icon*) の 3 種類である。これら GUI オブジェクトと呼気 (吹く)・吸気 (吸う) との操作の対応関係を表 1 に示す。

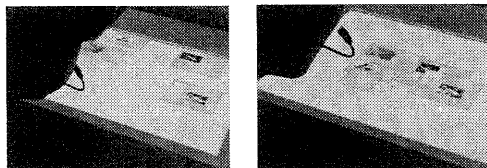
表 1: 呼気・吸気と GUI オブジェクト操作対応関係

オブジェクト	吹く	吸う
<i>Root</i>	<i>window</i> 拡散	<i>window</i> 集積
<i>Window</i>	<i>window</i> 拡大 (<i>Icon</i> ペースト) コマンド実行	<i>window</i> 縮小
<i>Icon</i>		<i>Icon</i> カット

以下に個々のオブジェクトに対する操作について説明する。

3.1 ウィンドウの移動操作

ルート上にマウスポインターを移動させて、吹いたり吸ったりすることにより複数のウィンドウの集散を操作できる (図 6 参照)。ユーザがルート上にポインターを移して、プレスマイクスイッチに向かって吹く動作を行なうと、ウィンドウが吹き飛ばされるような形で移動する。反対にユーザが吸う動作をすると、ウィンドウは吸い寄せられてくる。



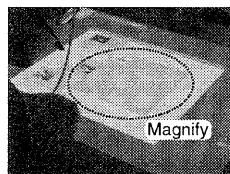
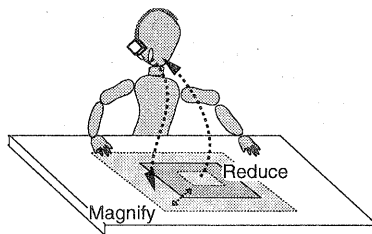
(a) ウィンドウを吹き飛ばす

(b) ウィンドウを吸い寄せる

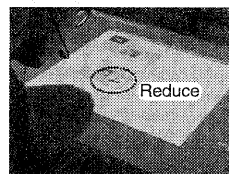
図 6: ウィンドウの移動操作: ウィンドウを「吹き飛ばす・吸い寄せる」

3.2 ウィンドウの拡大・縮小操作

特定のウィンドウ内にマウスポインターを移動させて、吹いたり吸ったりすることにより、そのウィンドウサイズの拡大・縮小を行なえる (図 7 参照)。ユーザがマウスポインターを特定のウィンドウ内部に移動させて、プレスマイクスイッチに向かって吹く動作をすると、そのウィンドウサイズが拡大される。反対に吸う動作をすると、ウィンドウサイズが縮小される。



(a) ウィンドウを膨らませる



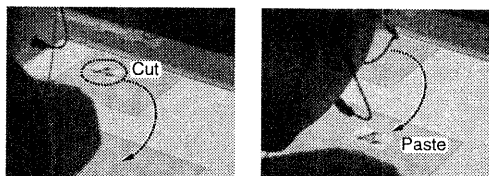
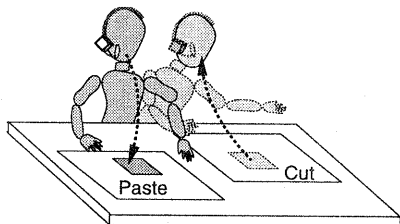
(b) ウィンドウをしぼませる

図 7: ウィンドウの拡大・縮小操作: ウィンドウを「膨らませる (拡大)・しぼませる (縮小)」

3.3 アイコンのカット & ペースト操作

マウスポインターをアイコン上に移動させて、吹いたり吸ったりすることにより、そのアイコンのカット & ペーストや、アイコンに割り付けられたコマンドを実行できる (図 8 参照)。ユーザがアイコン内にマウスポインターを移動させて、プレスマイクスイッチに向かって吸う動作をすると、そのアイコンが「カット」される。これは物理的な世界で「ものを吸い込む」といった感覚に近い。ユーザがアイコンをカットした状態で特定のウィンドウ内にマウスポインターを移動させて、プレスマイクスイッチに向かって吹く動作をすると、カットされていたア

アイコンがペーストされる。これは吸い込んでいたものを「吹き出す」といった感覚に近い。これによりユーザは、複数ウィンドウ間においてアイコンといった視覚的オブジェクトを呼気と吸気により移動させることができる。



(a) アイコンを吸い込む

(b) アイコンを吹き出す

図 8: アイコンのカット & ペースト操作: アイコンを「吸い込む(カット)・吹き出す(ペースト)」

また、ユーザがマウスポインタをアイコン内に移動させて、プレスマイクスイッチに向かって吹く動作をすると、あらかじめ割り付けられた計算機のアプリケーションを実行できる。

4 その他の応用システム

本システムは GUI 操作だけでなく、お絵書きや楽器演奏の操作インターフェースといったように幅広く応用できる。

4.1 Kirifuki Draw

Kirifuki システムをお絵書きに応用することができる。図 9 にユーザによる描画例の一部を挙げる。ユーザは頭を動かしてマウスポインタを操作しながら、文字通り「霧吹き」のように画面に対して息を吹き付けることで計算機上で描画することができる。

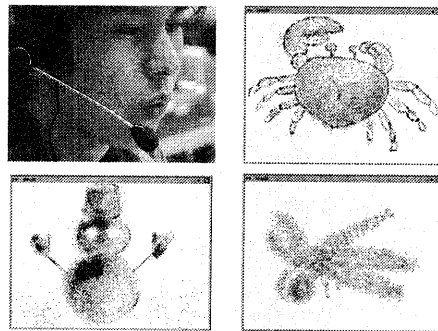


図 9: Kirifuki Draw 描画例

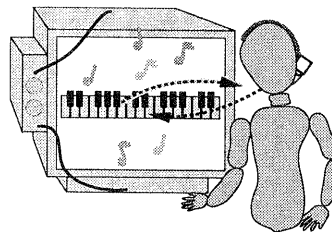


図 10: Kirifuki Music

4.2 Kirifuki Music

Kirifuki システムを楽器の演奏に応用することもできる(図 10 参照)。計算機ディスプレイ上の仮想的な楽器の鍵盤のようなソフトウェアを本システムで操作することにより、呼気や吸気による簡単な楽器演奏を行なえる。ユーザは頭でマウスポインタを操作しながら、鳴りたい鍵盤の上で息を吹いたり吸ったりすることにより音が鳴るようになっている。現状のシステムでは、計算機から MIDI 楽器を制御することで音を生成している。呼気・吸気別に MIDI 楽器の音色を割り振っており、吹いたり吸ったりすることで音色を変えながら演奏できる。

5 考察と展望

本研究では、呼気と吸気を利用した計算機入力インターフェースについて提案し、GUI 操作への応用を試みた。ここでは本研究に関連するアプローチについて考察する。また、本研究の現状の問題と今

後の展望について述べる。

アイコン操作時の視覚効果に力学的なフィードバックを加える手法が提案されている [6]。本研究もウィンドウの移動時に、実世界の紙や消しゴムを吹き飛ばしたり吸い込んだりという感覚がユーザに伝わりやすいように、加速度や摩擦などの力学的な視覚効果を応用している。

計算機間の情報交換を容易にする一手法として Pick and Drop インタフェース [7] がある。複数の計算機間で、ある計算機上の視覚的オブジェクトをインタフェースデバイスで摘んで、別の計算機上に移動させることができる。本研究のアイコンのカット&ペースト操作は、Pick and Drop インタフェースを応用し、さらに身体的な操作を可能にしているといえる。

現状のシステムではユーザが呼気・吸気によって計算機を操作する際のフィードバックとして視覚情報と音声情報を利用している。著者らの研究室で開発を進めている口腔内入出力インタフェースデバイス [5] の出力部分にアクチュエータを加えることにより、ユーザの身体に物理的なフィードバックを与えることを検討している。

今回はプレスマイクロフォンスイッチを用いることで非接触な入力インタフェースを実現しているが、特定ユーザを対象としたアプリケーションの場合、今回のような非接触型よりも接触型インタフェースの方が一般に高精度な入力が可能であろう。現在、圧力センサーを利用した呼気・吸気スイッチを開発しており、操作精度を高めている段階である。さらに、身体障害者や高齢者のための GUI 操作インタフェースとして応用することを検討している。

6 まとめ

呼気・吸気を利用して計算機とインタラクションできる *Kirifuki* システムを提案し、GUI 操作に応用した。ユーザは頭部の動きによりマウスポインターを操作し、呼気と吸気で視覚的なオブジェクトを操作できる。本システムは、お絵書きや楽器演奏のためのエンターテイメントシステムの操作インタフェースなどに対しても幅広い応用が期待できる。

今後は圧力センサーなど呼気・吸気入力面の精度

を高め、計算機初心者、高齢者、上肢による GUI 操作が困難なユーザなどのための操作インタフェースとしても応用する予定である。

参考文献

- [1] B.L. Harrison, K.P. Fishkin, A. Gujar, C. Mochon, and R. Want, Squeeze Me, Hold Me, Tilt Me! An Exploration of Manipulative User Interfaces, In *Proc. of CHI'98*, pp.17-24, 1998.
- [2] E.L. Hutchins, J.D. Hollan, and D.A. Norman, Direct manipulation interfaces, In D.A. Norman, and S.W. Draper, *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates, pp.87-124, 1986.
- [3] 伊賀聡一郎, 新西誠人, 明関賢太郎, 樋口文人, 安村通晃, やわらかインタラクション: 「やわらかい世界」を対象にしたユーザインタフェース, 日本ソフトウェア科学会インタラクティブシステムとソフトウェア VI(WISS'98, pp.137-142, 1998.
- [4] S. Iga, Approximate Interaction: User interface for the ambiguous world, In *Proc. of SCI'99/ISAS'99*, Vol.2, pp.252-257, 1999.
- [5] F. Higuchi, S. Iga, M. Yasumura, A tonguing approach: A trial for a taste of a new user interface, In *Proc. of SCI'99/ISAS'99*, Vol.4, pp.66-71, 1999.
- [6] 久野靖, 大木敦雄, 角田博保, 粕川正充, 「アイコン投げ」ユーザインタフェイス, コンピュータソフトウェア, Vol.13, No.3, pp.38-48, 1996.
- [7] J. Rekimoto, A Multiple Device Approach for Supporting Whiteboard-based Interactions, In *Proc. of CHI'98*, pp.344-351, 1998.