

ジェスチャ入力インタフェースの開発とプレゼンテーションへの応用

永作智史* 西村香菜* 丸山修一* 松永賢次* 綿貫理明*

*専修大学ネットワーク情報学部

現在、コンピュータのインタフェースは GUI (Graphical User Interface) が主流である。これまで GUI は、その視覚効果のために誰にでも操作しやすいとされてきたが、近年、メタファをポインティングして操作する GUI に代わり、コンピュータ操作を全く意識させない TUI (Tangible User Interface) が注目され始めた。そこで本研究では、ポインティングデバイスを主とした現状の入力インタフェースに関して調査し、今後求められる入力インタフェースについて議論した。また、得られた意見を参考に、身体動作による簡単なジェスチャを認識するデバイスを実装し、これをプレゼンテーション支援に適用した。

Development of a Gesture Input Device and Its Application to Presentation

Satoshi Nagasaku* Kana Nishimura* Shuichi Maruyama*

Kenji Matsunaga* Osaaki Watanuki*

*School of Network and Information, Senshu University

Today, the most widely used computer interfaces are Graphical User Interfaces (GUIs). Because of its visual effects using affordance and metaphor, they have long been thought that GUIs are easy for people to use. But then Tangible User Interfaces (TUIs), which give us more physical and intuitive interaction than GUIs, are attracting attention in recent years. Based on research and discussion about some current input interfaces, we developed a new input device and an application system which recognize our simple gestures. We will discuss its specific application to presentation in this paper.

1. はじめに

コンピュータのユーザインタフェースは、キーボードから命令文を打ち込んで操作する CUI (Character User Interface) から、より視覚的な表現を行う GUI (Graphical User Interface) へと移り変わった。GUI 環境においては、ポインティングデバイスでカーソルを移動し、情報を示すアイコンにカーソルを重ねてボタンを押下することでコンピュータに命令を出す。GUI はその操作が視覚的であるこ

とから、誰にでも分かりやすいインタフェースだと考えられ、社会に広く普及した。

しかし、GUI の代表的なポインティングデバイスであるマウスは、その操作方法がコンピュータに独特のものであり、本当に使いやすい道具であるか否かについては議論の余地がある。そこで、これらのユーザインタフェースについて、一般のコンピュータユーザから意見を募り、得られた意見をもとに、ジェスチャ入力が可能なインタフェースを開発した。

2. 入力インタフェースに関する意識調査

研究の前段階として、今後、社会ではどのような入力インタフェースが求められているのか、現在の入力インタフェースを人々はどう感じているのかを知るために、ユーザの意識調査を行った。

2.1. 調査方法

入力インタフェースに関する意識調査は、入力インタフェースを普段使う機会が多い人を調査の対象（母集団）とし、その中から無作為に標本を抽出した。

調査方法は、選択式と自由記述の質問項目で構成し、B4用紙1枚にまとめ、配布する形式をとった。主な質問内容は以下の通りである。

- ①入力インタフェースには何が重要か
- ②PCで使う入力インタフェースの短所は何か
- ③入力インタフェースに期待する機能
- ④未来のインタフェースをどう想像するか

調査は、2005年11月に専修大学ネットワーク情報学部、経営学部の教員と学生の合計255名に調査用紙を配布して実施し、そのうち有効回答206名分のデータを集計した。

2.2. 集計方法

選択式の質問にはSAS(Statistical Analysis Systems)を利用し、単純集計と年齢、分野、性別、興味分野別の集計を出すクロス集計を行った。自由記述には新しい知識を作り出す時に用いられるKJ法を適用し、一つ一つの意見をカードに書き出し、近い内容をグルーピングしてグループ同士の関係や繋がりを洗い出した。

2.3. 集計結果

206名分のデータの集計結果を、質問項目ご

とに示す。

- ①入力インタフェースには何が重要か（選択式）

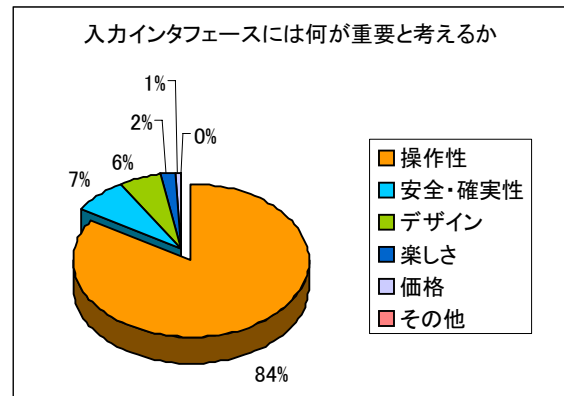


図1 入力インタフェースには何が重要と考えるか

最も多かった回答は「操作性」であり、全体の84%をも占めている。ユーザは「安全・確実性」や見た目などの「デザイン」よりも、「操作性」を意識している傾向を見ると、操作性の観点から今までの入力インタフェースを見直す必要がある。

次の質問内容②では、PCで使う入力インタフェース（マウスなど）に絞って、短所を調査した。

- ②PCで使う入力インタフェースの短所は何か（選択式）

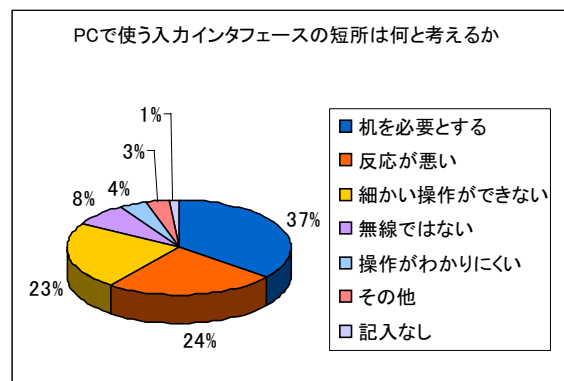


図2 PCで使う入力インタフェースの短所は何と考えるか

マウスは GUI 環境における代表的な入力デバイスであるが、図 2 によると「机を必要とする」が全体の 37% を占め、「反応が悪い」が 24%、「細かい操作ができない」が 23% であり、主にこの 3 つが入力インターフェースの短所として上位に挙げられた。このような操作性での短所は、今後の入力インターフェースで解決していくことが求められている。これを解決する方法には、既存のデバイスを発展させること、または全く新しい操作感を持つデバイスを取り入れることなどが考えられる。

さらに質問内容③により、入力インターフェースにどのような機能があったらよいかを調査した。

③入力インターフェースに期待する機能 (選択式)

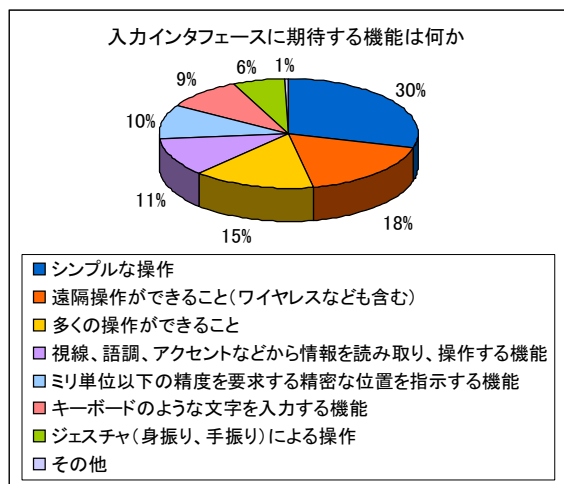


図 3 入力インターフェースに期待する機能は何か

質問内容③の結果は、図 3 によれば、「シンプルな操作」を期待している人が 30% と高い。場所などに縛られない「遠隔操作ができること(ワイヤレス)」の 18% や、「視線、語調、アクセントなどから情報を読み取り、操作する機能」11% や「ジェスチャ(身振り、手振り)による操作」6% などの身体の動きなどによる操

作も多いことがわかる。

質問内容④では、未来のインターフェースをどのように想像しているか自由に記述してもらった。

④未来のインターフェースをどう想像するか (自由記述)

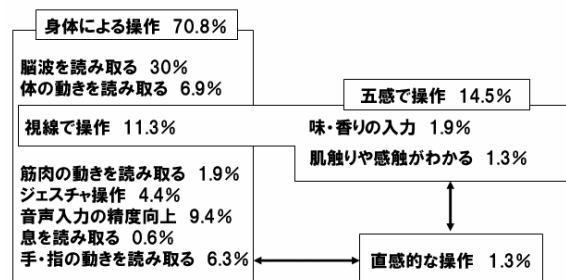


図 4 未来のインターフェースのイメージ

質問内容④では、KJ 法により、近い意見をグルーピングし、関係付けをした。特に多かった意見を図 4 に示した。脳波や体の動き、音声や視線、ジェスチャ操作、手・指の動きなどの日常的な行動による操作が全体の 70.8% を占めている。この結果から、マウスなどのコンピュータ独特の操作とは異なり、普段行っている自然な動作でコンピュータを操作したいという希望を読み取ることができる。

2.4. 意識調査の考察

得られたユーザの意見をまとめると、次の 3 つがポイントとなるだろう。

- ①机を必要とすることが欠点
- ②シンプルな操作を希望
- ③日常の自然な行動による操作

例えば、③の普段行うような自然な動作によって操作できるようになると、直感的な動作でコンピュータを意識せずに操作できる。

以上の意見を参考として、既存の入力インタフェースとは異なった、自然な身体動作で操作可能な入力インタフェースの開発に焦点を当てた。

3. ジェスチャ入力デバイスの設計

3.1. 概要

これまでの調査の結果、多くのユーザは、身体を用いた、または日常的な動作によるコンピュータ操作を期待していることが分かった。そこで、コンピュータ特有の操作を無くし、シンプルな操作で目的を達成できる入力インタフェースの設計を検討した。

身体の動きを使ってコンピュータ操作を行うものとして、ジェスチャ入力というアプローチがある。例えば、指の動作で家電を操作する Ubi-Finger[1]や、スクリーン上部に取り付けた 3 次元カメラでユーザの手指を撮影して認識を行う手法[2]などが提案されている。

ジェスチャ入力の特筆すべき点は、ジェスチャそのものに情報が含まれているということである。あるジェスチャ入力を行うと、当然、指示した命令がコンピュータ上で実行されて目的が達せられるが、併せて、そのジェスチャを観察している人間に対しても、どんな操作をしたのかが伝わることになる(ジェスチャの意味する操作が観察者にとって既知の場合、または見て理解できる場合)。このことが特に有利に働く場面の一例として、プレゼンテーションソフトウェアを使用したプレゼンテーションが挙げられる。プレゼンテーションにおいては、聴衆とのインタラクション効果を高めることが重要な課題である反面、手元の PC を覗き込みながらのスライド操作が必要だという矛盾点が存在するからである。これらのことより、本研究では、ジェスチャ入力インタフェース(以下、入力デバイスと呼称)の開発を行うと

ともに、プレゼンテーションでの応用方法を提案することとした。

3.2. プレゼンテーションの現状

近年、会議や発表などで行われるプレゼンテーションにおいては、プレゼンテーションソフトウェアの利用が一般的になっている。プレゼンテーションソフトウェアを使うと、OHP フィルムを準備することなくスクリーンにスライドを映し出すことができ、またスライドを切り替える際の手間もかからない。この手軽さが普及の鍵になったと考えられるが、プレゼンテーションソフトウェアを使ったプレゼンテーションでは、次に示すような、新たな問題も生まれている。

①スライド操作時の問題

1人でプレゼンテーションを行う場合、ノート PCなどを机の上に置き、話を進めながら、適宜ノート PCでスライドを操作することが多い。問題は、冒頭でも述べたように、キーを叩くなどしてスライド操作をする間、話者が手元の PC に集中するために話が中断してしまうことである[3]。よりスムーズなプレゼンテーションを目指す場合、操作専門のスタッフを用意する必要がある。

②PCを設置する場所の問題

ノート PC を置くには机が必要であり、机とスクリーンが離れている場合には、その間を往来しなければならない。

③マウスの問題

問題点②に関連するが、マウスを使用したい場合には必ず机が必要になる。プレゼンテーションソフトウェアを利用している場合でも、スライド上のハイパーリンクを辿りたい場合などにはマウス操作が必要になるため、マウスが使えない状況では、プレゼンテーションの自由度が制限されることになる。

3.3. 入力デバイスの機能とその効果

入力デバイスを設計するにあたって、前項に示した問題点を解決するために、次の機能を実装することにした。

(1) 手振りによるスライド操作機能

入力デバイスを手に持ち、手を規定の方向に振ることでスライドを送り、戻しを可能とする機能である。従来のキーボードやマウスによる操作と異なり、聴衆に視線を向けたままスライドを進行できることから、聴衆の反応を確かめながら、スムーズにプレゼンテーションを進められるようになる（前項の問題点①を解決）。また、PCを近くに置けない環境でも一人で円滑にプレゼンテーションを進行できるようになる。（問題点②を解決）。

(2) カーソルポインティング機能

入力デバイスを傾けると、傾けた方向にマウスカーソルが移動する。マウスカーソルの移動速度はアナログボタンで調節可能とする。この機能により、前項の問題点③が解決される。

3.4. 既存の解決方法との比較

プレゼンテーション支援ツールとして有名なものに、レーザーポインタとスライド制御ボタンが一体になった製品がある[4]。ここでは、これらを使用した場合と、提案するプレゼンテーション支援策とを比較した際の利点について説明する。

(1) レーザーポインタとの比較

画面の一部分を強調したい場合、レーザーポインタを用いて画面を指し示すことがある。しかし、レーザーを照射できるのは話者の前のスクリーンだけであり、後方席用モニタなどには反映されない。反面、提案システムのカーソルポインティング機能を使うと、実際にPCのカーソルを動かすことができるため、全ての画面上で強調動作を行うことができる。

(2) ボタン操作とジェスチャの比較

PCのキーボードやレーザーポインタ付属のスライド操作ボタンで操作する場合、非常に小さな動作でスライドを操作することができてしまうため、話者の「スライドを切り替える」という意思が聴衆に伝わりにくい。例えば、画面を注視していない聴講者が、スライドの切り替えに気付かず、混乱してしまう場合がある。ジェスチャによるスライド操作を採り入れれば、話者の動きでスライドの進行が察知できるようになるため、このような混乱が少なくなると考えられる。

4. プロトタイプの実装

4.1. プロトタイプ実装にあたって

3.3に示した両機能を実現するために、加速度センサを用いた。これにより、入力デバイスを上下に振ったり、また傾けたりしたことを加速度（角速度）の変化で認識する。

加速度センサは小型化、低廉化が進んでおり、近年では携帯電話やゲーム機の操作系統としても使用され始めた。これは、機器を振る、ないしは傾けるといったシンプルな動作が、誰にでも受け入れやすいものと考えられているからである[5]。

4.2. ハードウェアの構成

ハードウェアは図5のように構成した。3.3に示した両機能を実現するために、加速度センサを1つずつ使用した。また、カーソルの移動速度を調整するためのアナログボタンとして、ボタンを押下する際の圧力が計測されるタイプの圧力センサを利用した。それぞれのセンサについては、次項以降で詳しく述べる。

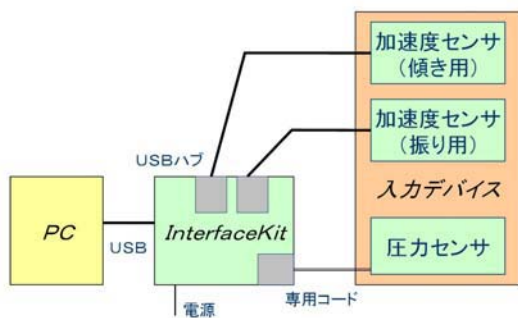


図5 入力デバイス構成図

4.3. 加速度センサ

今回使用したものは、カナダ Phidget 社の加速度センサ (Phidget Accelerometer) である。センサとして Analog Devices 製の ADXL320 を搭載しており、2 軸の加速度を $\pm 5G$ の範囲で計測できる。デバイスドライバやライブラリが同社から提供されており、工作やデバイスドライバの開発を行う必要がないことから、短期間で研究に採り入れられると考え採用した。

3.3 (2) で紹介したカーソルポインティング機能については、当初、手の動きにカーソルが追従するといった動作を想定していた。そこで、この加速度センサの出力値から位置を計算した場合に、正しい値になるかどうかを検証した。検証には、長い定規を机に貼り付けてレールとし、別の小さな定規に固定した加速度センサを 30cm 滑らせるという方法を使った。測定結果は図 6 に示した。距離の測定値は、較正を行っていない、簡易積分法を使っているなどの理由

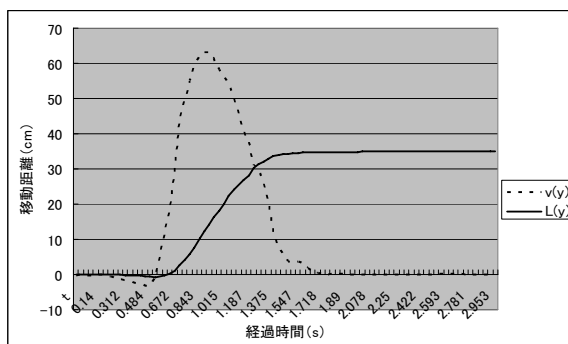


図6 加速度センサ測定データ

で 10% 程度の誤差が生じるが、人間が操作する上では支障をきたさない。

4.4. 圧力センサ

加速度センサと同様、圧力センサについても Phidget 社製のものを利用した。加速度センサと異なり、こちらは Phidget Interfacekit という装置を介して PC に接続する。この出力値をカーソルの移動量に掛け、圧力が強いほどカーソルが高速に移動するようにした。この速度制御で、より正確なポインティングが可能となる。

なお、図 5 に示すように、Interfacekit には USB ハブ機能が搭載されているため、2 つの加速度センサはこの USB ハブに接続した。

4.5. デバイスの形状について

加速度センサと圧力センサをプラスチックケースに収め、図 7 のような形状とした。ボタンはカーソル速度を調整するためのアナログボタンのみとなっている。



図7 デバイス形状とその使用イメージ

なお、Phidget 製のデバイスは、やや大きな基板に実装されているため、これを複数収めるために、プラスチックケースも若干大きなものを使用した。今後は、より自然なジェスチャ入力を可能とするために、手の中に収まるサイズまで小型化することを予定している。

4.6. ソフトウェア

入力デバイスでのスライド操作などを実現するため、プレゼンテーションソフトウェアのバックグラウンドで使用するソフトウェアを開発した。ソフトウェアはセンサの状態を監視し、スライドを切り替えるための振り下ろし、またカーソルを動かすための筐体の傾きなどを検出して、マウスやキーボードのエミュレーションを行う。

代表的なプレゼンテーションソフトはマウスクリックでスライドを送ることができるため、入力デバイスの振り下ろし動作にはクリック入力を割り当てている。このことにより、入力デバイスだけで、クリックを伴う簡単なPC操作も可能になった。例えば、スライドにハイパーリンクが設けられていても、通常のマウス操作と同様にハイパーリンクを辿り、Web サイトを表示することが可能となる。

5. 研究結果

本研究で提案した入力デバイスおよびプレゼンテーション支援策が有効であるかを確かめるため、日本科学未来館における当学部の展示会[6]来場者のうち関心を示した10人に、入力デバイスの操作感について回答してもらった。質問項目は、①スライドの切り替え操作はやり易いか、②カーソルポインティングはやり易いか、③振るジェスチャは自然だと思うか、の3点である。

①スライド切り替え操作はやり易いか
非常に簡単：0%、簡単：30%、
普通：20%、
難しい：50%、非常に難しい：0%

「難しい」と思った理由については、振り下ろす際にある程度の力が必要になることを挙

げたコメントが多かった。また、デバイス下方から出たケーブルが邪魔になるという意見もあった。

②カーソルポインティングはやり易いか
非常に簡単：10%、簡単：30%、
普通：30%、
難しい：30%、非常に難しい：0%

慣れが必要だが、要領を掴むと比較的に簡単に操作できるという声が多かった。ジョイスティックに近い操作感覚であることから、このような操作に慣れている場合、早期に要領を得られるようであった。

③振るジェスチャは自然だと思うか
非常に自然：0%、自然：30%、
普通：30%、
不自然：30%、非常に不自然：10%

プロトタイプの筐体大きいこともあり、手に持ってプレゼンテーションを行うことに違和感を持ったという意見があったが、反面、手の中に収まる大きさであれば自然だとする声もあった。

6. おわりに

今回開発した入力デバイスは、2章に示した将来期待される入力インタフェース像を一定の範囲で実現するものとなった。また、この入力デバイスを使ってプレゼンテーションを行うと、聴衆の反応を確かめながら、手元などを見ずに話を進めることが可能であり、3.1で指摘した矛盾点を解決することができる。

今回実装したジェスチャ入力機能はまだ試験的なものであるが、今後さらに自然なジェスチャでプレゼンテーションを行えるよう、入力

デバイスの小型化、無線化と併せて改良していく予定である。また、カーソルポインティング機能についても、カーソルが手の動きに追従するような動作を検討、実装していきたい。

最後に、アンケートにご協力頂いた専修大学ネットワーク情報学部の教員、学生、経営学部魚田ゼミ、大曾根ゼミの皆様に感謝致します。

7. 参考文献

- [1] 塚田浩二、安村通晃、「Ubi-Finger : モバイル指向ジェスチャ入力デバイスの研究」、情報処理学会論文誌、Vol.43、No.12、pp.3675-3684、2002
- [2] 豊浦雅貴、江端真行、小池英樹、岡兼司、佐藤洋一、「3次元手指認識を用いたポインティングデバイスとその応用」、FIT2005 (第4

回情報科学技術フォーラム) 講演論文集、K-056、2005/9

- [3] 狭間浩史、堀井洋、江原康生、小山田耕二、金澤正憲、「画面操作インタフェースによるPCを活用した授業の円滑化に関する研究」、電子情報通信学会技術研究報告、Vol.103、No.536、pp.71-75、2003/12

- [4] プレゼンテーション用 USB マウス、コクヨ株式会社ウェブサイト、
<http://www.kokuyo.co.jp/press/news/20050407-396.html>

- [5] 「Leading Trends ケータイを皮切りに、デジタル家電は振って操る」、日経エレクトロニクス、pp.51-60、2005/4

- [6] 専修大学ネットワーク情報学部コウサ展
<http://www.ne.senshu-u.ac.jp/~kousa2006/>