

# 手の移動方向と回転ジェスチャを用いたインタラクション手法

中村 卓<sup>†</sup> 高橋 伸<sup>†</sup> 田中 二郎<sup>†</sup>

## Interaction Technique using Direction of Hand Movement and Rotate Gesture

TAKASHI NAKAMURA,<sup>†</sup> SHIN TAKAHASHI<sup>†</sup> and JIRO TANAKA<sup>†</sup>

### 1. はじめに

液晶ディスプレイの大型化やプロジェクタの利用した大画面が広く普及し、より様々な場所で画面とインタラクションを行う機会が増えてきた。大画面環境では、画面全体を把握しながら操作するために、図1のように画面から離れた場所から操作する必要がある。画面から離れた場所から操作するための手法にハンドジェスチャを利用がある<sup>1),2),5)</sup>。しかし、これらの手法の多くは、多くの種類のジェスチャを利用するため、インタラクション手法が複雑である。また、ジェスチャを認識するために複雑なシステムが必要になるため、設備なども大がかりになりやすい。

これらの問題を解決するための手法にメニュー操作と組み合わせたインタラクション手法がある<sup>4)</sup>。ハンドジェスチャとメニュー操作を組み合わせることで、少ない種類のジェスチャで様々な操作を行うことが出来るため、操作も簡単になり、利用者にとって使いやすいインタフェースを設計することが可能である。

我々も、以前に手の動きとFlowMenu<sup>3)</sup>を組み合わせた手法を2種類作成してきた。ひとつは、手の位置とFlowMenuの各メニューを1対1対応させて操作する位置ベースによる手法<sup>7)</sup>、もうひとつは、FlowMenuの操作時に描かれる軌跡に着目し、手の動きによって描かれた軌跡をパターンマッチングして、その結果に応じて操作を行う手法である<sup>8)</sup>。しかし、位置ベースによる操作手法では、手ぶれなどの影響で意図しないメニューを選択したり、手の位置関係に常に注意を払わなければならないなどの問題が発生した。ま



図1 離れた場所からの大画面の操作

た、軌跡による手法では、手ぶれによる影響は軽減できたが、軌跡の描き方が個人によって異なるため、個人毎にパターンを用意しなければならないなど、認識精度の面で問題があった。

本研究では、これらの問題を解決するために、手の動いた方向や、手を回すように動かすジェスチャを利用してメニュー操作を行うインタラクション手法を提案する。メニューインタフェースについては、利用するジェスチャに合わせて新たに作成した。本手法では、大まかな方向や回転を用いるため、位置やパターン認識による手法と比べて正確な位置を必要としないため、手ぶれや個人差による影響を受けにくく、よりロバストな認識を行うことが出来る。また、操作の開始地点と終了地点を同じ場所にする事で、メニューの連続操作をスムーズに行うことが出来る。

<sup>†</sup> 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻  
Department of Computer Science, University of  
Tsukuba

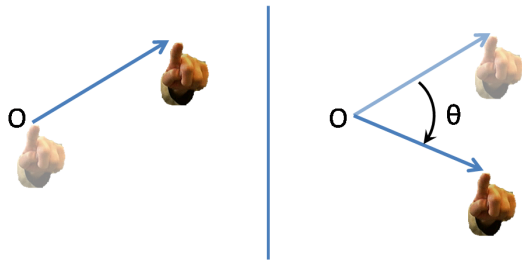


図 2 手の動きを利用したジェスチャ (左: ある方向に手を動かす  
右: 手の動きによる回転運動)

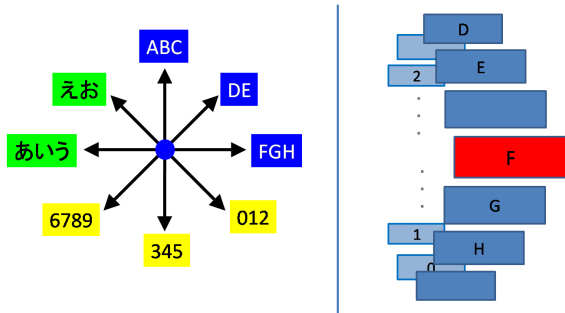


図 3 左: メニューインターフェースの概観 (初期状態)  
右: 右上方向のサブメニューを中心に展開した状態

## 2. 手の移動方向と回転ジェスチャによるメニュー操作手法

### 2.1 操作の流れ

メニューの選択については、次のような流れで行われる。1) 体の中心付近で手をしばらく留める、2) 図 2 の左図のように選択したいメニューの方向に手を動かす、3) 図 2 の右図のように、メニューをスクロールさせる、4) 手を初期位置に戻してメニューを決定する。メニューについては、1) を行った直後に図 3 の左図のようなメニューが表示される。また、2) の動作を行うことで、図 3 の左図のメニューが消え、その方向に対応したメニューが図 3 の右図のように展開される。展開される位置については、手を動かした方向にあるメニューのラベル付近を中心にして展開される。また、選択した方向に応じて図 3 の右図の展開方法についても傾けて配置するなど、展開の向きなどが変化する。

メニュー選択後に画面のスクロールを行う場合や、音量などの値を変化させる場合には、さらに次の操作を行う。4) 手を開始地点から少し移動させた後に図 2 の右図のように手を動かす、5) 手を開始値点に戻すことで終了する。値の増減については、時計回りに動かすことで増加し、反時計回りで減少する。このような操作形態にすることで、一回のメニュー操作であまり大きく手を動かす必要がなく、また始点と終点と同じ

であるため、連続でメニュー操作を行うことも容易である。値の変更についても、手を回すような操作にすることで連続的に値を増減させることができる。

本手法では、図 2 のような手の動きによってできる 2 種類のジェスチャを利用した。ひとつは、ある方向に手を動かす (図 2 の左図) というジェスチャである。手の動いた方向を判断し、その方向に応じたメニューを展開したり、最終的なメニューの決定を行う。手の移動方向については、上下左右と斜めの全 8 方向で判断する。もうひとつのジェスチャは、ある地点から手を円を描くように動かすことのできる回転運動である (図 2 の右図)。この回転運動の際の回転角 ( ) を利用して、メニューをスクロールさせて、選択するメニューを決定したり、画面のスクロールや音量などのパラメータ値の変更などを行う。

### 2.2 メニューインターフェース

本研究では、手の動きを利用してメニュー操作を行うために、図 3 のようなメニューインターフェースを作成した。このメニューインターフェースでは、初期状態では方向毎に対応したメニューの一部が表示されている。初期状態は図 3 の左図のように方向とそれに対応したメニューが矢印とラベルを用いて表示されている。手が動いてメニューが展開された場合、図 3 の右図のようにその方向に対応したサブメニューを中心としてメニューが展開される。選択された方向のサブメニューだけでなく、その周囲の方向のサブメニューも同時に展開される。

#### 2.2.1 メニューの展開

手を動かしてある方向のメニューを展開しようとする場合、手の動かし方によって、意図した方向の隣にある方向のメニューを選択してしまうことがある。この誤動作は利用者の認識とシステム側の認識のズレによって度々起こる。この問題を解決するために、選択された方向にあるサブメニューのみを展開するのではなく、その両隣にある方向のサブメニューも同時に展開する。図 4 は右上方向を中心に展開した例である。この例では、上・右上・右の 3 方向のサブメニューを一つのサブメニュー群として扱い、これらのサブメニューは図 4 の黒矢印のように連結されている。メニューを展開する場合、手を動かした方向に対応したサブメニューを中心にし、かつサブメニュー同士の連結関係を維持するような状態で展開される。

各方向のサブメニュー同士は空白のメニューを挟んで連結されている。この空白のサブメニューを選択・決定することでメニューのキャンセルを行うことができ、キャンセルした場合は、何もせずに初期状態に戻る。

## 手の移動方向と回転ジェスチャを用いたインタラクション手法

このようにすることで、最初の移動方向を誤った場合でも、一度メニューをキャンセルしてもう一度初めから操作し直すことが減少するため、操作の効率を上げることが可能である。また、誤動作による誤認識にも対応することができる。

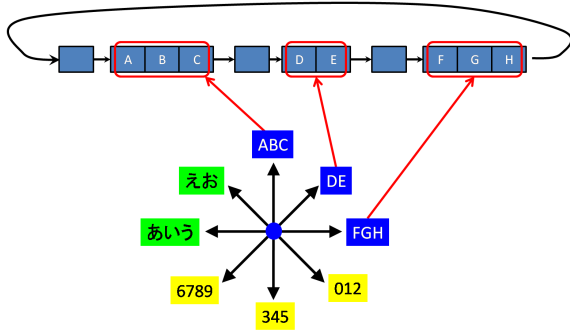


図 4 メニューの展開の例

### 2.2.2 フィードバック

操作性を向上させるために、このメニューインタフェース上に 2 種類の視覚的フィードバックを与えている。これらのフィードバックは基本的に手が認識された位置や方向を基に与えられ、メニューの操作状況に応じて与えるフィードバックを変化させている。

初期状態時のメニュー選択では、現在動かしている方向に最も近い方向のメニューの矢印が動いた距離に応じて、図 5 の上図のように黒から赤に変化していく。手の動いた距離に応じて色が変化するため、利用者は矢印がどこまで赤くなったかを見ることで現在の状況を判断することができる。なお、一定時間動きがない場合には、それまでの動きの軌跡はリセットされ、初期状態に戻る。途中で手を動かす方向を変化させた場合、変更した方向に合わせてフィードバックも変化する。例えば、右上に動かしている途中で移動方向を変更して上方向に動かした場合、上方向に動いているとシステムが認識した段階で、赤い線は上方向の矢印に現れ、元の方向の矢印の色は全て黒に戻る。

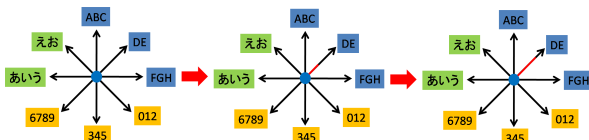


図 5 手の移動方向に対するフィードバックの変化

### 2.3 利用例

本手法では、利用するアプリケーションに応じてメニューの内容を変更することで、そのアプリケーション

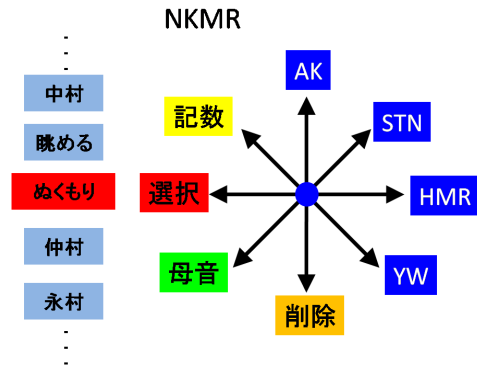


図 6 文字入力システム

ンに特化した操作を行うことができる。また「コピー」や「貼り付け」などよく利用する操作をメニューとして割り当てることで、普段行っている作業の補助を行うなど、様々な場面で利用することができる。

また、Popie<sup>6)</sup> と組み合わせることで手の動きのみで文字入力を行うことを可能になる。図 6 は実際に Popie と組み合わせたインタフェースの概観である。子音のメニューをひとつのグループとすることで、別の子音のサブメニューを選択しても、隣接したサブメニューの子音を選択したい場合であれば、一度初期状態に戻る必要がないため、効率よく入力を行うことができる。この文字入力インタフェースでは、入力した子音に対する変換候補を表示する必要があるため、図 6 の左側にリストとして変換候補が表示されているが、「選択」のメニューを選択・決定後に、先に述べた回転操作やメニュー選択を行うことによって、変換候補のスクロールや決定(出力)することができる。

## 3. 実装

本システムのシステムの構成図は図 7 のようになっている。利用者の手の動きを認識するために、利用者の正面にウェブカメラを設置する。手の認識と大画面上への表示については、全て 1 台の PC のみで処理を行う。なお、手の認識については、認識精度の向上やリアルタイムでの処理を図るために利用者の指に LED デバイスを装着し、その光を認識することによって行っている。

手の移動方向の認識方法については、現時刻で認識された点と少し前の時刻に認識された点の 2 点を結ぶことでできるベクトルから判断する。次に、x 軸(または y 軸)を 0 度としたとき、その軸とベクトルがなす角を計算する。この角の大きさによってどの方向に手を動かしているかを判断する。ベクトルの長さが一定以上に達した場合は、その直前に判断された方向

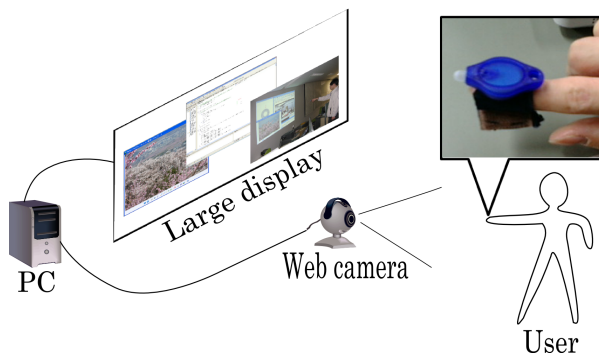


図 7 システムの概観

のメニューの展開が行われる。

サブメニューのスクロールについては、まず、メニューの展開が行われた際の移動方向の角度を基準角、メニューが展開された時のベクトルの始点を基準点とする。次に、記憶した始点と移動した手の位置から新たにベクトルを作成し、軸とそのベクトルがなす角度を求め、基準角との差分をとる。この差の絶対値が一定値以上であれば、スクロールが行われる。スクロールする方向については、求めた差の正負によって決定する。そして、スクロールが行われた際のベクトルの角度を新たな基準角として更新する。基準点については、更新は行わない。なお、ベクトルを作成した時に、そのベクトルの長さが一定値以下であれば、現在選択状態にあるメニューのコマンドを実行し、初期状態に戻す。

#### 4. ま と め

我々は、手の動きの移動方向や手を回すように動かした際の回転をジェスチャとして利用し、それによるメニュー操作によってインタラクシオンを行う手法を提案した。本手法を用いることにより、簡単なジェスチャで様々な操作を行うことが出来るため、利用者にとって操作が容易なインタラクシオン手法となっている。また、一つ一つの操作も容易であり、また誤動作も減少することができる。

今後の課題として、現状ではメニュー操作のみしか行うことが出来ないため、ポインタの移動手法についても検討・実装を行っていく必要がある。また、メニューインタフェースについても、利用者の意図に応じてメニューを自由に決めることができないため、利用者毎に自由にメニューの配置を行えるようにするための枠組みも必要である。

#### 参 考 文 献

- 1) Bolt, R.A.: "Put-that-there": Voice and gesture at the graphics interface, *SIGGRAPH '80*, pp.262-270 (1980).
- 2) Dhawale, P., Masoodian, M. and Rogers, B.: Bare-hand 3D gesture input to interactive systems, *CHINZ '06*, New York, NY, USA, ACM, pp.25-32 (2006).
- 3) Guimbretière, F., Martin, A. and Winograd, T.: Benefits of merging command selection and direct manipulation, *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, Vol. 12, No. 3, pp. 460-476 (2005).
- 4) Lenman, S., Bretzner, L. and Thuresson, B.: Using marking menus to develop command sets for computer vision based hand gesture interfaces, *NordiCHI '02*, New York, NY, USA, ACM, pp.239-242 (2002).
- 5) Vogel, D. and Balakrishnan, R.: Distant Free-hand Pointing and Clicking on Very Large, High Resolution Displays, *UIST'05*, pp.33-42 (2005).
- 6) 佐藤大介, 志築文太郎, 三浦元喜, 田中二郎: Popie: フローメニューに基づく日本語入力手法, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.7, pp.2305-2316 (2006).
- 7) 中村 卓, 高橋 伸, 田中二郎: Hands-Popie: 両手の動きを利用した日本語入力手法, 第 14 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, pp.151-152 (2006).
- 8) 中村 卓, 佐藤大介, 高橋 伸, 志築文太郎, 田中二郎: 手の軌跡と FlowMenu を組み合わせたインタラクシオン手法, *WISS 2007*, pp.181-182 (2007).