

# 力覚呈示デバイスによるポインティング操作支援

宮本 隆志

宮里 勉

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科デザイン経営工学専攻

## 1. はじめに

本稿では、コンピュータ操作において最も重要であるポインティング操作について着目し、近年非常に研究が盛んである力覚呈示デバイスを用いて、操作支援を行うシステムを提案する。

コンピュータの操作においては、マウス等を用いたポインティング操作やキーボード入力が大半を占めており、得にネットサーフィンやアプリケーションソフトでは、ポインティング操作がその殆どである。これまで、ポインティングデバイスについて操作性に関する研究[1][2]・実世界指向インターフェース等[3]が研究されてきた。操作方法をユーザに理解させ、またそのトレーニング等に要するユーザの負担軽減が重要となる。

そこで本研究では、学習・トレーニング段階を要しないデバイスを提案する。力覚呈示デバイスの「動き」によってポインタの動作を表現し、操作感を伝えるとともに、ポインティングデバイス特有の微妙な操作に対する支援を行う。なお、画面上のポインタによる誘導（擬似力覚呈示）を行う際の違和感を、このデバイスの力覚呈示によって軽減する。今回、その「動き」を直接伝えることができるデバイスとして、トラックボールを用いた力覚呈示デバイスシステムを構築した。

## 2. 力覚呈示デバイス

実験環境全体は、ポインタをコントロールする入力デバイスと、ポインタの位置情報を把握して誘導するための制御駆動部とに分かれている。制御駆動部は、ポインタの位置をコントロールするために、直接入力デバイスを操作する（動かす）ことで、構造を簡単化している。具体的には、後述のトラックボールのボールをモータ制御によって回転させる方法を採用した(Fig.1 参照)。

Pointing Operation Support by Haptic Device  
Takashi Miyamoto, Tsutomu Miyasato  
Graduate School of Science and Technology, Kyoto  
Institute of Technology

実験は、パーソナルコンピュータ（Latitude D500：デル社）を用いて操作実験環境を構築し、被験者にディスプレイ(14inch LCD)を見せて作業を行わせた。また、システムは、Visual C++（Microsoft 社）を利用して開発を行っている。入力デバイスとしては、トラックボール（Expert Mouse PRO：Kensington 社）を使用した。Fig.2 にトラックボールを、Fig.3 にトラックボール回転計測用ステンレス製ローラーの位置を示す。

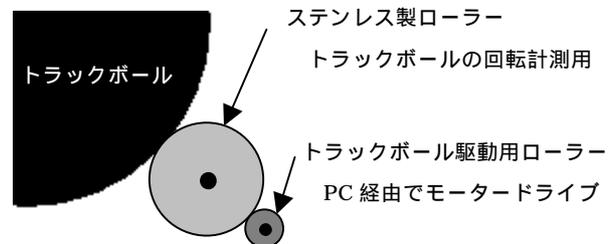


Fig.1 力覚呈示デバイス駆動部イメージ図



Fig.2 トラックボール



Fig.3 ローラー位置

## 3. 実験

### 3.1 実験1：力覚呈示能力の検証

#### 3.1.1 目的

先ず、今回開発を行った本デバイスの有効性を確認するために、力覚呈示の能力を検証した。作業課題は、画面上のポインタを操作するのではなく、入力デバイス兼力覚呈示デバイスである本デバイスからの力覚情報のみで、実際に誘導を行うことが可能であるかを調べた。

#### 3.1.2 実験手順

被験者には、画面のポインタを見せない状態で、本デバイスの力覚情報のみで、誘導する方向を口頭で回答してもらう。誘導する方向は、全 12 方

向（30度間隔）をランダムに呈示し、1被験者に3回ずつ実施した。被験者は、コンピューター利用経験3年以上の10名（22～61歳：36.7歳）で行った。

### 3.1.3 結果

力覚呈示による誘導方向認識に関する実験結果を、Fig.4に示す。図は、各力覚呈示方向における正解回数の平均を示している。各方向について、3回/人で行っているため、認識率が100%の場合は3.0である。

Top, Bottom, Left, Right(3.0,3.0,2.9,2.9)は、認識率が高く、その他の方向は2.7～2.8であった。なお、本稿では画面を見ながらポインタを誘導するため、この程度の認識率で十分目的が達成できると考えられる。

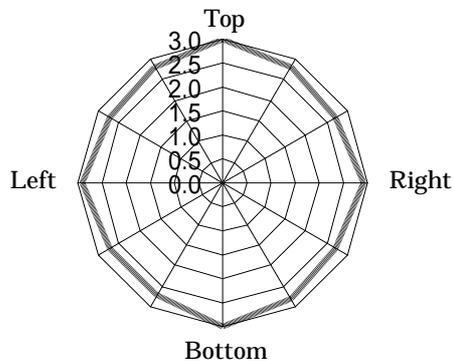


Fig.4 力覚呈示による誘導方向認識実験結果

## 3.2 実験2：擬似誘導と力覚誘導の比較

### 3.2.1 目的

実験2では、ソフト的に行うポインタの誘導（以下、擬似誘導）と、本デバイスによる誘導（以下、力覚誘導）について、比較実験を行った。

### 3.2.2 実験手順

被験者には、画面のポインタを見た状態で、あるターゲットにポインタを移動し、ターゲット上でクリックを行う動作を行わせた。

ターゲットの周りに同心円状に誘導領域を持たせ、ある一定の範囲に近づいたところから、ターゲットへ誘導を行うモデルを、擬似誘導と力覚誘導に導入した。

擬似誘導では、指定のターゲットにポインタが近づくと、ターゲットに引力があるかの如く引き寄せられ、ターゲットの中央でポインタが静止する。また、力覚誘導は、擬似誘導とは異なり、実際にトラックボールが動く（実際には、通常ポ

ールによって回転させるローラーを、モーターで回転させ、それによってボールも回転する）事でポインタがターゲットへ向かうという違いがある。また、これらと誘導を行わないものとを比較した。比較には、作業時間と正答率、アンケートを用いた。被験者は、実験1の場合と同じである。なお、経験による差を排除するために、実験の順番を考慮している。

### 3.2.3 結果

作業時間と正答率の結果から、ターゲットへの誘導による効果が見られた。なお、擬似誘導と力覚誘導において有意な差は見られなかった。ただし、アンケートの結果を見ると、擬似誘導では誘導時の不快感が見られており、明らかに力覚呈示が有効であることが示された。

## 4. 考察

本システムの有効性を検証するために、被験者による評価実験を行い、提案した手法によるポインティング操作支援の有効性を確認した。

擬似誘導では、被験者が自らコントロールできない状態に陥ることによる不快感を感じている事がわかった。また、提案した力覚誘導では誘導されながらも、その方向を感じ取れることから、自らコントロールしているかのような感覚を持つことがわかった。

## 5. おわりに

本稿では、力覚呈示による誘導の効果が確認できたが、ターゲットの予測等を取り入れた評価には至っておらず、通常のネットサーフィンやアプリケーションソフトに即座に導入できる状態ではない。今後は、障害者の操作支援も考慮して、本システムの応用や操作感向上のためのデバイス改良を進めたい。

## 参考文献

- [1] 坂巻他:2 次元アクチュエータを用いた触覚呈示システム; ヒューマンインタフェース学会研究報告集 Vol.1, No.5, pp.83-86 (1999)
- [2] M. Akamatsu, S. Saito, A Multi-Modal Mouse With Tactile and Force Feedback, International Journal of Human Computer Studies, 40-1, 443-453(1994)
- [3] 暦本純一, InfoRoom:実世界に拡張した直接操作環境, 情報処理学会, INTERACTION2000, 予稿集 2000