

3次元位置姿勢入力インタフェースデバイス “トルネード”*

4 Q-3

○大塚 将史†

新藤 義昭†

小林 文明†

松田 郁夫†

†日本工業大学

†日本工業大学

§株式会社ワコム

†日本工業大学

1 はじめに

仮想現実やシミュレーションの分野においては、3次元空間および空間内の物体の位置、姿勢の制御が不可欠となる。広くGUIの操作デバイスとして用いられているマウスなどは、2次元上の制御においては大変優れた操作性を持っているが、3次元仮想空間を対象とした設計にはなっていない。

そこで本研究では、従来のマウスに代表される2次元操作に加え、3次元空間の、特に回転の制御を行うことが容易となる、新しい入力装置「トルネード」を開発した。本稿では、トルネードの特徴、操作特性などについて報告する。

2 トルネードの開発

図1、図2にトルネードの外観を示す。

開発に当たって、(1)3次元仮想空間で必要となる回転操作が感覚的にわかりやすいもの、(2)従来のマウスに使い慣れたユーザーでも操作において違和感がなく使用できるもの、という点に考慮した。

図1、図2の2台で、ダイヤル中央付近の形状、ボタンの位置などが異なるのは、開発過程で変化したものである。開発前期(1号～5号)ではダイヤルそのものにボタンが付いているのに対し、後期(6号～8号)では本体の方にボタンが付き、その回りをダイヤルが回る構造となっている。

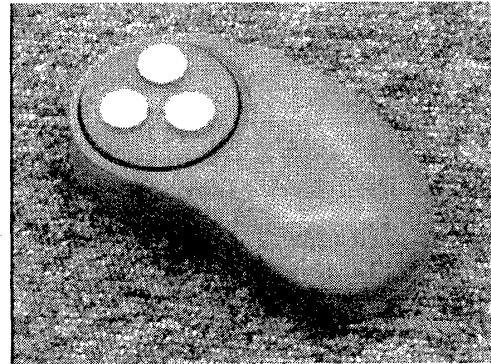


図1 外観（試作4号）

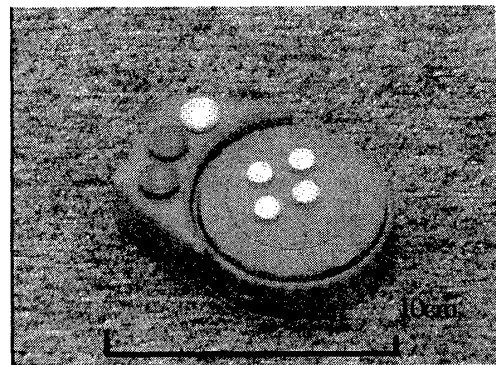


図2 外観（試作7号）

3 トルネードの特徴

トルネードはタブレット上で動作し、これ自身はワイヤレスになっている。

最大の特徴は、中央のダイヤル部分である。このダイヤルを回転させる事で、仮想空間中の移動、回転運動の制御及び、慣性運動(後述)の指示を行う事ができる。このダイヤルにより、回転の制御が感覚的にわかりやすくなる。また、仮想空間を広範囲に連続移動する場合、マウスではドラッグ操作を繰り返す事が必要となる。繰り返し回数を減らすために、移動速度を上げてしまうと、細かい制御が困難になる。しかしトルネードではダイヤル回転を移動に割り当てることで、この繰り返し操作が不要になる。

さらにこのダイヤルは、操作する者が意識的

* 3D-Interface device for virtual workspace "Tornado"

† Masashi Otsuka, Yoshiaki Shindo, Takeaki Kobayashi, Ikuo Matsuda

‡ Nippon Institute of Technology

4-1, Gakuendai, Miyashiro-cho, Minamisaitama-gun, Saitama-ken, 345 Japan

§ WACOM Co.,Ltd.

に操作することで、慣性運動により一定時間回り続けることができる。この慣性運動を応用すれば、たとえば、ルーレットのような慣性運動を伴うような回転、移動操作が可能となる。

開発に際して考慮した、マウスの持つ2次元平面上における優れた操作性も兼備している。

4 トルネードの評価

トルネードの操作性を、市販されている他の入力デバイス(5種類:図4参照)と比較するための評価プログラムを作成した。

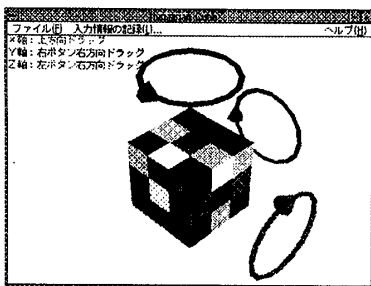


図3 回転作業

評価プログラムの画面を図3に示す。中央に表示されている立方体「ハンガリアンキューブ」を、指示通り回転することが目的である。

中央に表示されている立方体は6色に塗り分けられた3×3×3の小立方体からなっている。いずれの面についても、それを構成している9個の小立方体がまとまって回転する。

実験は指定された回転を10回行い、その時間、移動・回転の量、エラー回数等を記録する。

5 評価結果

図4に実験結果を示す。ここで未経験者とは被験者のうちマウスの操作を全く、もしくはほとんどした事のない者、経験者とは比較的使い慣れている者、全員とはこれらをあわせた被験者全員を示す。グラフの値Rは、各デバイスの指定された回転を行う時の角速度を ω 、平均の角速度を ω_A 、測定したデバイスの数をnとし、式(1)によって求めた。

$$R = \frac{\omega}{\omega_A \times n} \times 100 [\%] \quad (n=6) \quad (1)$$

Rの大きなものほど、早く操作している事を示す。

図4より、マウス、ジョイパッドと共にトルネードが高い操作性(早く目的の回転作業を行っている)のが分かる。

マウスを基準に経験者、未経験者と分けているが、被験者のほとんど全員がトルネードはもとより、パームシートマウス、サーフェスポイントの操作未経験者であった。使用経験のあるマウスやジョイパッドが高い値を示すのは当然としても、他の操作未経験の機器の中でも、特に高い操作性が得られていることから、3次元仮想空間を対象とした操作において、トルネードが優れた特性を持っているといえる。

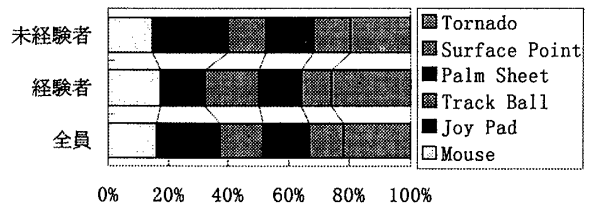


図4 回転作業速度の割合

6 むすび

本稿では、3次元空間を対象とした新しい位置、姿勢入力インタフェースデバイスであるトルネードについて、その特徴、特性などを報告した。今回の評価実験により、トルネードが3次元仮想空間における物体の回転操作について、高い操作性を持つことを確認した。

今後はさらに、3次元仮想空間での形状モデルのモデリング、立体視とも組み合わせ、その操作性がどう影響するかについて研究を行っていく予定である。

参考文献

[1] 金丸直義,高橋友一:指先の接触動作に基づく3次元位置姿勢入力インタフェース,電子情報通信学会論文誌,Vol.J77-D-II,No.8,pp1967-1976,1994
 [2] 片山滋友,新藤義昭,丹羽次郎:コンピュータ利用学習を対象とした簡単な文字選択入力方法の比較実験,日本教育工学雑誌,19(2),101-111,1995