

Helix Pointer : モードレス 3D ポインティング手法

河本 佑介[†] 沼部 裕介[†]
森 高篤司[†] 野中 秀俊[†]

Helix Pointer : Modeless 3D Pointing Method

YUSUKE KOUMOTO,[†] YUSUKE NUMABE,[†] ATUSHI MORITAKA[†]
and HIDETOSHI NONAKA[†]

1. はじめに

3DCG (3D コンピュータグラフィックス) 機能の向上にともない, 仮想現実感, 拡張現実感, 複合現実感などの研究が盛んに行われ, 科学技術, 芸術, 娯楽, 医療現場など, 幅広い分野で 3DCG の需要は高まっている^{1),2)}. しかし, 3DCG 環境で用いる 3D ユーザインタフェースデバイスはユーザに広く普及するまで至っていない. 3DCG 環境でポインティング操作を行う際に, 多くのユーザは GUI を応用したインタフェースを用いているが, GUI を用いた操作では「直観的な操作が行いにくい」「一定以上の操作速度の向上が困難」などの難点を挙げるユーザも多い. これらの問題を解決するために, 通常の 2 次元ポインティングデバイスのみを用いて, 3DCG 環境におけるポインティング操作を可能とする手法を提案する.

2. 3D ポインティングの問題点

3DCG 環境において通常のポインティング方法としては, 主に以下の方法が挙げられる.

- GUI を用いて各方向に移動可能なボタンを設置し, それを用いて操作する
- マウスホイールを 3D 空間上の奥行き方向に対応させて操作する

前者の場合は, GUI ボタンによる操作となるため, ブラインドでの操作ができず, 一定以上の習熟が望みにくいという問題がある. 後者の場合は, スクロールホ

イールが無いマウスやタッチパッド, トラックポイントなどのポインティングデバイスでは十分な操作は行えず, 操作性の良し悪しは用いるデバイスに依存してしまう. また, 各方法とも操作方法が分割されており, 滑らかに操作を行うためには, 二つ以上の動作をうまく連携させつつ操作する必要がある. そのため, 操作時には一つの動作を行い, その後次の動作を行うといった操作方法になってしまう. マウスホイールを用いた場合, まずマウス本体を動かして X, Y 座標を合わせ, その後 Z 軸方向への移動をマウスホイールで合わせるという 2 段階の操作を必要とする. この動作を二つ同時に行うためには, ある程度の習熟が必要とされる.

3. 提案手法

提案手法では, ポインタの軌跡より変位角度と変位距離を求め, それらの値を用いて奥行き方向への変位を求める. この手法では, デバイスに依存することなく操作を行えるため習熟を蓄積でき, また, 動作の切り換え操作を必要としないためブラインドでの操作を行うことができる.

各 (X, Y, Z) 軸方向への変位を以下の式で定義する.

$$X_{t+1} = X_t + \Delta x, Y_{t+1} = Y_t + \Delta y,$$

$$Z_{t+1} = Z_t + \alpha f(\theta)g(r), r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

$$f(\theta) = \frac{\theta}{|\theta|}(1 - |\cos \theta|),$$

$$g(r) = \log(1 + \frac{r}{\beta}) / \log(1 + \frac{\gamma}{\beta}).$$

X, Y 軸方向への変位は通常のポインティング操作に

[†] 北海道大学 大学院情報科学研究科

Graduate School of Computer Science, Hokkaido University

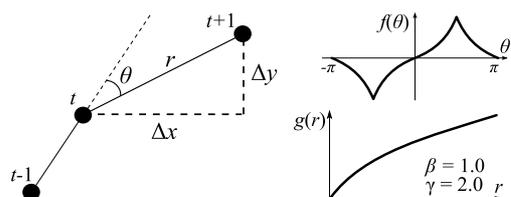


図 1 (左) 変位の測定方法, (右) Z 軸方向への変位決定関数

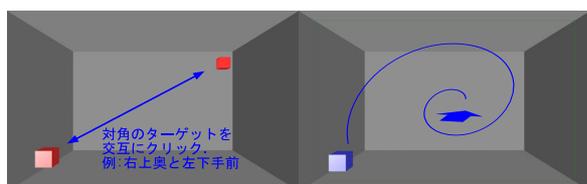


図 2 (左) ポインティングタスク (右) 提案手法による移動イメージ

おける変位と同様である。Z 軸方向への変位は、測定される角度と距離からなる関数 ($f(\theta), g(r)$) によって求められる (図 1)。 $f(\theta)$ は進行方向に対してどれだけ折れ曲がったかを評価する式であり、 $g(r)$ はすばやく動いたかどうかを評価する式である。素早く大きな円を描くと Z 軸方向への変位が大きくなり、ゆっくり直線的に動かすと Z 軸方向への変位は小さくなる。

提案手法を用いることによって、3DCG 環境におけるポインティング操作が円滑に行えることを確かめる実験を行った (図 2)。実験では、被験者 10 名にマウスホイールを用いる手法と提案手法のそれぞれで 3D ポインティングタスクを行ってもらい、クリックの精度と所用時間を比較した。その結果、マウスホイールを用いる手法と比較して、実行時間に約 1~2 秒程度の遅れが生じていた。これは、提案手法はマウスホイールを用いる手法に比べて習熟を必要とするために生じた差と考えられる。十分に習熟した筆者らが実験を行った場合には、各手法の間にほとんど差は見られなかった。また、初めて触れた被験者から「直感的に操作が行えた」「慣れるともっと速く操作できそう」といったコメントが得られた。本稿執筆以降も、引き続き実験を行う。

4. 考 察

提案手法の応用例として、ウォークスルー環境での使用が挙げられる。ウォークスルー環境とは 3DCG で構成された仮想空間の中を実際に歩き進む人物の視点を表現した環境のことであり、建築物や都市空間のサンプルをプレゼンテーションする際に多く用いられる。ウォークスルー環境では、3D ポインティングを要する場面が多く登場するが、ユーザの多くは専用のデバイスを持っていないため前述した手法を用いた操



図 3 ウォークスルー環境への実装例。図に表示されているマジックハンドがポインタに当たる。

作を強いられる。本手法を用いることで、モード切り替えの煩わしさや操作の直観性の低下から逃れることができるため、この環境における操作性が向上する。これを検証するために、ウォークスルー環境を実装し、提案手法とマウスホイールを用いる手法のそれぞれを被験者に自由に操作してもらった (図 3)。被験者から得られた主なコメントに「ホイール操作より面白さがある」「ある程度まで慣れるのは早い」「微調整目的に使用しやすい」などが得られた。

以上のことから、本手法は通常用いられる手法と比較して、ある程度の習熟は必要とするものの、習熟も早く、直観的に操作可能であると言える。なお、本手法は通常用いられる、GUI 手法やマウスカーソルを用いる手法と併せて使用することが可能である。被験者からのコメントにもあるように、マウスホイールを用いて大きな移動を行い、本手法を用いて微調整を行うといった使用方法も考えられる。

5. おわりに

本稿では、通常の 2 次元ポインティングデバイスのみを用いて、3DCG 環境におけるポインティング操作を可能とする手法を提案し、その有効性を述べた。今後は、ユーザの習熟の早さなどを検証し、本手法が一般に受け入れられやすい手法であるかどうかを検証していきたい。

参 考 文 献

- 1) Subramanian, S., IJsselsteijn, W.: Survey and Classification of Spatial Object Manipulation Techniques, Proceedings of OZCHI 2000, Sydney, Australia, pp. 330-337 (2000).
- 2) 山本匠見, 野中秀俊, 栗原正仁: 入力デバイス F-Cube の開発と 3 次元操作性の評価, 情報処理北海道シンポジウム 2005, 江別, (2005).