

3D 環境における移動手法 Presstick3D の提案と評価

西山 卓志[†] 赤池 英夫[‡] 角田 博保[‡]
 電気通信大学情報工学専攻[†] 電気通信大学情報工学科[‡]

1 はじめに

本研究では押下圧力を利用してオブジェクトを跳ばす, 3D 環境向けの移動手法を提案し既存の移動手法との比較を行った.

近年 3D コンピュータグラフィック技術の向上により様々な分野で 3D アプリケーションの需要が高まってきた [1] が, ほとんどのユーザは 3D アプリケーションでも使い慣れたマウスを利用している. マウスで 3D インタラクションを行う場合, z 軸の操作法が使いやすさの鍵となる. 過去の研究ではマウスの描く軌道に対応させたり [1], オブジェクトの衝突判定を用いてアルゴリズムにより自動的に奥行きを決定する手法 [2] などが提案された. しかしこれらの手法は操作が難しかったり自由度が制限される欠点を持つ.

一方 SpaceNavigator や 3D マウスなど直感的で自由度の高い操作ができる 3D 専用のデバイスも数多く開発されているが, それらは高価格であったりマウスのように汎用性の高いデバイスではないため, 一般的には普及していない.

本研究では従来の移動手法に対し, オブジェクトを跳ばすことで移動の高速化および操作数の低減, また広く普及しているゲームコントローラーを使うことで高い学習の容易性を目指した. その結果, 長距離の移動にかかる時間はマウスでの移動より短く, 3D 専用デバイスの SpaceNavigator に匹敵することがわかった.

2 提案手法

提案手法である Presstick3D は 1 つのオブジェクトに対する移動手法であり, 正確に短距離の移動を行う「スライドモード」と大まかに長距離の移動を行う「ジャンプモード」との 2 つからなる. スライドモードでは使用デバイスの傾きに応じたカメラアングルの変更とオブジェクトの水平移動を行う. ジャンプモードではオブジェクトを中心として押下圧力

により拡大縮小する半球が視線前方に表示され, その半球の表面上にオブジェクトを跳ばす.

2.1 使用デバイス

デバイスは図 1 の PlayStation®3 用コントローラー DUALSHOCK®3 を使用する. このデバイスは感圧導電ゴムにより各ボタンで 256 段階の圧力を取得可能であり, デバイスの上下, 左右の傾きを加速度センサで, 左右の振りをジャイロセンサで取得する.

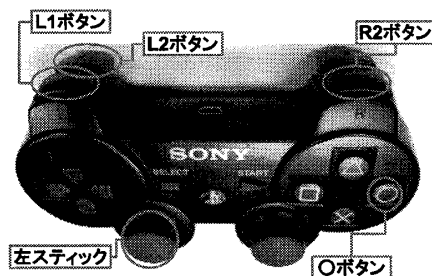


図 1: DUALSHOCK3

2.2 操作方法

2.2.1 スライドモード

スライドモードではカメラアングルの変更とオブジェクトの平行移動が行える. デバイスを上に向けるとカメラも上向きに, 右に向けるとカメラも右を向くといったようにデバイスの向きに連動してカメラのアングルが変わる. アナログスティックを倒すとオブジェクトは画面の水平方向に移動するので, アングルを変えることで 3D 空間内の移動方向も変わる. また L1 ボタンを押している間は視点が固定され離れた時のデバイスの向きがその視点になる (クラッチング操作). この操作はデバイスの左右の振りにのみ対応している.

2.2.2 ジャンプモード

ジャンプモードでは半球の拡大縮小方法として Relative と Absolute の 2 つの手法を実装した. Relative では拡大用の R2 ボタン, 縮小用の L2 ボタンで半球の大きさを相対的に決める. そのさい拡大縮小の速度は押下圧力に比例して変化する. 一方 Absolute では R2 ボタンの押下圧力に比例して絶対的に半球の大きさが決まる.

半球を拡大させるとオブジェクトの代わりに半球の表面に青い着地点が現れるのでアナログスティックで表面上を移動させる. O ボタンを押すとオブジェクトは着地点に跳ぶ.

Presstick3D : A Proposition and Evaluation of 3D Positioning Technique

[†]Takushi NISHIYAMA, Graduate school of Computer Science, The University of Electro-Communications

[‡]Hideo AKAIKE and Hiroyasu KAKUDA, Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

3 評価実験

提案手法の有用性を示すために評価実験を行った。比較対象としてマウスと 3D 専用の入力デバイスである SpaceNavigator を選び、8 人の被験者が 3D 環境でオブジェクトをターゲットまで移動させるというタスクを行った。また、実験後に各手法の容易さ、疲労度、楽しさに関するアンケートを行った。

3.1 比較デバイスでのインタラクション

マウスでのインタラクションでは、マウスのホイールの操作量を奥行き移動量に対応させた。オブジェクト上でドラッグ操作を行うと画面に対して上下左右に、ホイールを操作すると奥行き方向にオブジェクトを移動できる。またカメラアングルは ARCBALL[3] テクニックを利用して、カーソルをオブジェクトの外からドラッグさせると周りの景色を回転させているかのように変更できる。

SpaceNavigator は 1 つのつまみを押したり、傾けたり、ひねったりして操作するデバイスで、3 軸方向の移動とアングルの変更が行える。

3.2 タスク

実験画面を図 2 に示す。以下移動空間内の距離単位を pt とする。1 辺が 2048pt の立方体の移動空間で半径 50pt の青い球状のオブジェクトを半透明の赤い球状のターゲット内まで移動させる。1 つのターゲットへの移動を 1 トライアルとし、ターゲットまでの距離 (300, 600, 1200pt)、ターゲットサイズ (55, 60, 70pt)、タスク開始時にターゲットが見えるか否かを変化させた。72 トライアルを 1 セッションとして 4 セッションずつ、計 288 トライアルを各手法毎に行った。被験者は年齢 20 代の 8 名である。

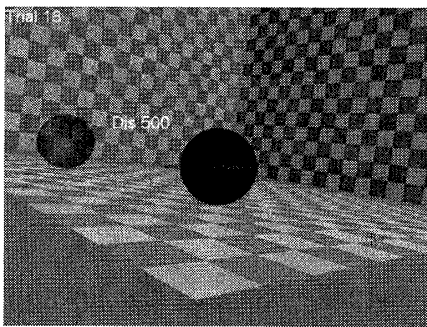


図 2: 実験画面

4 結果

図 3 は手法毎のターゲットまでの距離とタスク完了時間のグラフである。学習効果の考慮と各手法の単純な移動時間の比較を行うため、3, 4 セッション目のデータの中からタスク開始時にターゲットが見えている状態でターゲットサイズが最大の 70pt の時のデータを使用した。エラーバーは標準偏差を表している。

グラフを見ると距離の増加に伴うタスク時間の増加はマウスに比べ提案手法の方が緩やかなのがわかる。距離が 1200pt になると Relative とマウス間に有意な差が現れた。SpaceNavigator は他の手法に比べ速かったが、距離 1200pt において Relative と有意な差はなかった。

またターゲットサイズが小さい場合も他の手法と比べて SpaceNavigator が速いが、提案手法とマウス間に有意な差はなかった。被験者のコメントにスライドモードの操作が難しいといったものもあり、提案手法は正確さを要求される移動ではよい結果が得られなかった。

容易さ、疲労度、楽しさに対する 5 段階評価アンケートの結果、楽しさにおいて 8 人中 6 人が提案手法は SpaceNavigator と同等かそれ以上と回答し、また最低評価とする被験者はいなかった。

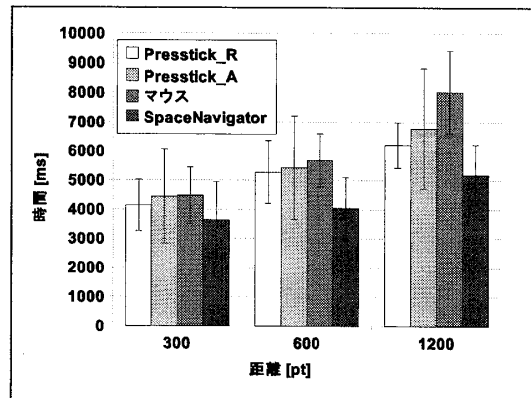


図 3: タスク完了時間のグラフ

5 おわりに

本研究では圧力とアナログスティックを利用してオブジェクトを跳ばす、3D 環境における移動手法 Presstick3D を提案し、マウスや 3D 専用デバイスである SpaceNavigator を用いた移動手法と比較した。その結果、長距離の移動においてはマウスを上回り、SpaceNavigator に匹敵する結果が得られた。

今後は被験者の不満が多かったスライドモードの操作方法を改善するとともに、提案手法を実際の 3D アプリケーションで使用できるようにして操作性の実験を行いたい。

参考文献

- [1] 河本 佑介, 沼部 裕介, 森高 篤司, 野中 秀俊. Helix Pointer : モードレス 3D ポインティング手法. インタラクション 2009. 2009.
- [2] J.-Y. Oh, W. Stuerzlinger. Moving Objects with 2D Input Devices in CAD Systems and Desktop Virtual Environments. In Proc. of Graphics Interface 2005, pp. 195-202, 2005.
- [3] Ken Shoemake. Arcball : A User Interface for Specifying Three-Dimensional Orientation Using Mouse. In Proceedings of the conference on Graphics interface '92, pages 151-156. Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1992.