

Title	Design and Evaluation of Body Proximal 3D Interaction Techniques for Large Displays Design and Evaluation of Body Proximal 3D Interaction Techniques for Large Displays
Author(s)	Katzakis, Nikolaos
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/53942
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (Nikolaos Katzakis)	
論文題名	Design and Evaluation of Body Proximal 3D Interaction Techniques for Large Displays (大型ディスプレイ操作のための身体近位 3次元インタラクション手法の設計と評価)
論文内容の要旨	
<p>This thesis presents the design and evaluation of a set of novel techniques for manipulating and annotating 3D graphics. These techniques are analysed in terms of human performance and efficiency. A series of four interaction techniques are presented and evaluated. All the techniques consider the manipulation of a 3D model located out of arms reach for the purposes of presentations or education but also have application in virtual reality, augmented reality etc.</p> <p>The first set of techniques, Mesh-Grab and Arcball-3D leverage proprioception and general human performance when operating a pointing device (wand) from the hip area. Evaluation results point to this technique performing similarly in terms of task completion time with Scaled HOMER, a state of the art 3D manipulation technique, while at the same time being more accurate and requiring smaller motions.</p> <p>Unistroke is an extension to ray-based manipulation. Unistroke allows drawing on a mesh with implicit switch to rotation for making smooth long strokes on a 3D object. Evaluation of Unistroke shows that the technique is slower and requires more strokes than a state-of-the-art 3D mesh drawing technique but is more accurate in a tracing task.</p> <p>The last set of techniques free/pivot Plane-Casting explore a low cost and low fatigue off-screen means for 3D cursor translation. Evaluation of these techniques shows superior performance to a baseline wand technique as well as the users' preference towards free Plane-Casting which is used as the basis for further work. INSPECT presents a set of off-screen touch rotation techniques that allow for smooth transitions between controlling different degrees of freedom. Evaluation of INSPECT versus a state-of-the-art manipulation technique found better movement times and on-par rotation times in a docking task.</p> <p>The thesis concludes with a summary of our findings and directions for future improvement.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名	Nicholas KATZAKIS		
論文審査担当者	(職)	氏名	
	主査	教授	竹村 治雄
	副査	教授	尾上 孝雄
	副査	准教授	伊藤 雄一
	副査	准教授	清川 清

論文審査の結果の要旨

本論文は大画面に映し出される三次元物体をユーザの身体近傍で効率的に操作するためのインタラクション手法に関するものである。本論文では、講義や企画会議など様々な場面で、大画面に臓器や工業製品などの三次元物体の形状モデルを表示し、聴衆に説明を行うような状況を想定している。プレゼンターは簡便な操作で三次元物体の位置や姿勢を変更したり、注釈を記入したりできる必要がある。従来手法の多くは、三次元位置センサなどを用いてユーザの手の位置や姿勢をトラッキングし、直接手を伸ばしたり回転したりすることで物体を操作する、いわゆる直接操作を採用している。直接操作は直感的で効率的な操作が可能であるが、三次元位置センサが必要で、手の移動量が大きく疲労しやすいといった問題があった。また、ゲームコントローラなどを用いる操作手法は、ボタンやレバーと並進・回転運動などとの対応が必ずしも直感的でないという問題があった。

この問題に対処するため、本論文ではユーザの身体近傍で僅かに手を動かすだけで、直感的に三次元物体を操作する手法に関する研究成果をとりまとめている。本論文の主な成果として次の三点が認められる。

第一に、操作デバイスから仮想的な直線（レイ）を発射し、レイと物体の交差点を作用点として物体を効率的に操作できる、Mesh-Grab および Arcball-3D なる手法を提案している。例えば物体の回転の場合、直接操作手法であれば手首の捻りを用いるが、提案手法ではレイの角度を僅かに変更することで物体を大きく回転することができる。被験者実験を通じて、直接操作手法の中で特に操作効率が良いことで知られる Scaled HOMER と比べて、提案手法は同程度の作業時間でより精度の高い操作が可能であること、手の移動量が小さくユーザからも疲れにくいと評価されること、などを明らかにしている。

第二に、レイを用いた物体操作の応用例として、Unistroke なる新たな注釈入力手法を提案している。提案手法では、三次元物体の表面に注釈を記入する操作について、端縁を超えて連続的かつ安定的に注釈を記入するために物体を自動的に回転させる。被験者実験を通じて、注釈が記入されるメッシュに正対するように常にカメラを制御する従来手法 ACCD と比べて、提案手法はやや作業時間が長くなるがより精度が高くなることを明らかにしている。

第三に、特殊な操作デバイスや三次元位置センサを要さず、一般的なスマートフォン単体で三次元物体を直感的に操作できる、Plane-Casting および INSPECT なる手法を提案している。Plane-Casting はスマートフォン本体の傾きに追従する操作面に沿って、スマートフォンのタッチパネル上のフリック操作を用いて三次元物体を平行移動させることで、直感的に任意の方向に物体を移動する手法である。INSPECT では、使用頻度の少ないタッチパネルのコーナー部分を用いたモード遷移により、平行移動だけでなく回転操作も可能なように Plane-Casting を拡張している。被験者実験を通じて、これらの提案手法は Scaled HOMER と比べて、作業効率に優れ、ユーザからも好まれることを明らかにしている。

以上のように、本論文は今後さらに利活用が進むと期待されるインタラクティブ三次元コンピュータグラフィックス技術の進展に重要な成果を挙げた研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。