

擬似的三次元コピー機のインタラクション拡張法とその応用

上原悠永[†] 水野慎士[†]愛知工業大学[†]

1. はじめに

近年では、三次元データの立体的な表示手法や表示映像とのインタラクションが開発され注目を集めており、いくつかの立体映像システムが提案開発されている[1].

そのような背景の中、筆者は三次元物体から瞬時に 3DCG コピーを生成して運動視差の原理に基づいた立体表示を行う「擬似的三次元コピー機」を開発してきた[2]. このシステムではテーブル上に配置した三次元物体をコピーして複製を制作することを擬似的に体験するとともに、その三次元 CG コピー物体との簡単なインタラクションを行うことが可能である. 一方で本システムにおけるユーザインターフェース(以下, UI)はほとんど開発されていなかった. そこで本研究では「擬似的三次元コピー機」における新たな UI を開発してインタラクションに関する拡張を行った.

2. 擬似的三次元コピー機について

「擬似的三次元コピー機」はテーブルトップスクリーン, PC, 超短焦点プロジェクタ, そしてスクリーン上方に設置された RGB-D カメラで構成される.

このシステムは、ユーザがスクリーン上に配置した三次元物体を上方からスキャンして三次元形状と色の情報を取得する. そしてスクリーン上から物体を取り除くと、システムはスキャンデータに基づいて三次元物体の CG 映像を生成してスクリーンに表示する. このときシステムはユーザの視点の位置を認識して運動視差立体視による三次元 CG を生成する. そのため、取り除いた三次元物体のコピーがそのままスクリーン上に存在しているような三次元 CG 映像を様々な位置から観察することができる. そしてユーザが三次元 CG コピー物体に片手を近づけることで、三次元 CG コピー物体の変形やサウンド生成、色塗りなどの操作を対話的に行うことができ、三次元 CG コピー物体を触るような動作のインタラクションが可能である.

3. システムの拡張

我々の身近に存在する UI として、スマートフォンやタブレットなどのタッチパネル操作が考えられる. タッチパネルを操作する場合、ユーザは目の前に操

作対象があることを前提に様々な操作を行う. 例えば表示物の移動操作を行う場合では、ユーザはスクリーン上の一点をタッチして移動させたい方向へ指をスライドさせる. これは実世界でテーブル上に置いた紙を手で移動させる操作そのものである. このようにタッチパネルに対するインタラクション操作は現実での操作を模したものであることが多い.

そこで本研究では擬似的三次元コピー機の UI 開発として、タッチパネル操作を 3 次元的に拡張したようなインタラクション操作を提案開発する. これにより、ユーザは自身の手を使ってスクリーン上に表示された立体視 CG コピー物体を実物体と同様の感覚で自由自在に操作することが可能となる. 例えば立体視 CG コピーの移動を行う場合はユーザの片手をスクリーンにむかってかざし左右手前奥の自由な方向へ手をスライドさせることでコピー物体を移動させる. さらにかざした手を上下方向へスライドさせるとコピー物体も手の移動に応じて移動する. これは実物体をつかんで持ち上げている動作をイメージした操作である.

3.1 両手位置の推定手法の開発

本研究では従来システムでは不可能だったインタラクション操作を実現するため、新たに両手位置推定手法を導入した. 両手位置推定にはシステム上部に設置された RGB-D カメラから得られる深度情報を用いる. システムは RGB-D カメラから取得した深度情報のうちテーブルよりも高く頭部位置よりも低い深度をもつ領域を抽出して、その領域のうち面積の大きいふたつの領域を両手領域として推定する. その後推定した領域のうち頭部座標から遠い一定領域を手先として推定する. これはユーザがスクリーン上の映像を観察し、観察対象に向かって手を伸ばした場合に手先が頭部位置から最も遠い領域となることが多いためである. そして手先と推定した領域の重点を手の座標として決定する.

3.2 両手形状の推定手法の開発

両手位置推定の他に両手それぞれの形状の認識を行う. 形状の認識には円形度を使用する. 3.1 節で推定した手先の領域の円形度を計算し、その値に応じて手の形状が円に近いかどうかを推定する. これにより手先の形状が円に近い場合はグー、複雑な形状の場合はパーであると推定する. グーとパーの形状認識によりインタラクション機能の切り替えや同じジェスチャ動作に複数の効果を付加することが可能

Extension of a Virtual 3D Photocopy System and its Application

[†]Yuto Uehara [†]Shinji Mizuno

[†]Aichi Institute of Technology 1247, Yachigusa, Yakusa-cho, Toyota 470-0392, Japan

となった。

3.3 インタラクションの拡張

本研究では、「擬似的三次元コピー機」によってテーブル上に表示された立体視 CG コピー物体に対して両手を使った新たなインタラクション操作を導入した。導入操作は、タッチパネルなどで実行できる移動・回転・拡大縮小操作であり、これらの操作は立体視システムであることを活かしていずれも三次元的に自由な方向へ操作が可能となっている。ここでは一例として両手を使った拡大縮小操作を説明する。ユーザがスクリーン上に両手をかざして、両手形状をグーにするとシステムはその瞬間の両手間の x, y, z 方向それぞれの距離を記録する。その後、ユーザが両手を任意の方向へ移動させるとシステムは逐次移動後の両手間距離を計算し、記録しておいた初期両手間距離との変化量を算出する。そして、算出された変化量に基づいて表示する立体視 CG コピー物体を拡大縮小する。その他の操作も含めて動作条件を表 1 に示す。

表 1: 各操作の動作条件

操作	使用する手	手の形状	動作開始位置の指定	備考
移動	片手	グー あるいは パー	スクリーン付近 (cm 以内)	動作開始位置からの片手の移動量に基づいて表示物体を移動
拡大縮小	両手	両手をグー	なし	両手の x, y, z 方向への移動量に応じて表示物体を拡大縮小
回転	両手	片手をグー 片手をパー	なし	グーの手の座標を基点として表示物体を回転

4. 実験

拡張システムの実験を行った。使用した機材は MacBookPro(Corei7,2.7GHz), Kinect, 超短焦点プロジェクタで、スクリーンの大きさは 1220×725 (mm) となっている。Kinect はスクリーン直上の 1800(mm) の位置に設置して、640×480(画素) で色データおよび深度データを取得する。データの取得および三次元 CG の表示は 30(フレーム/秒) で行う。

立体視 CG コピー物体に対して各インタラクション操作を行った実験結果を図 1 に示す。コピー物体が表示されたスクリーン付近にユーザが片手を近づけることでコピー物体の移動を行うことが可能であった(図 1 (a)(b))。さらに片手をグーにすると横方向以外に上方向への三次元的な移動も可能であることを確認した(図 1 (c))。また、ユーザがスクリーンにむけて両手をかざし、両手をグーにすることで、立体視 CG コピーの拡大縮小が可能であることを確認した。両手の位置を自由に変化させることで立体視 CG コピーの自由方向への拡大縮小が可能であった(図 1 (d)(e))。そしてスクリーンにかざした両手のうち一方をグーもう一方をパーにすることで立体視 CG コ

ピーの回転操作も可能であった(図 1 (f)(g))。

5. まとめ

本研究では立体視 CG システム「擬似的三次元コピー機」の UI 開発としてインタラクションに関する拡張を行った。今後の課題としては、表示された立体視 CG 物体の個別選択や複数選択操作の実現および選択対象への各操作の適用などが挙げられる。



(a) 立体視 CG コピー物体



(b) 移動操作 (右方向)



(c) 移動操作 (上方向)



(d) 拡大操作



(e) 縮小操作



(f) 回転操作 (1)



(g) 回転操作 (2)

図 1: 実験結果

参考文献

- [1] Otmar Hilliges, David Kim, Shahram Izadi, Malte Weiss, Andrew D. Wilson: "HoloDesk: Direct 3D Interactions with a Situated See-Through Display", CHI (2012), pp.2421-2430.
- [2] 上原悠永, 水野慎士, "擬似的三次元コピーの生成とインタラクションの実現方法", 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, Vol. 3, No. 2, pp. 22-31 (2015.8).