

ハイパーリアル三次元形状デザイン支援システム

学籍番号：90163163 佐藤(宏)研究室 山本 景子

1. 研究背景

現在、工業製品における形状デザインの重要性が非常に高まってきている。工業製品はコンピュータで制御された工作機械により生産されることが主であるため、その形状情報は CAD システム用の数値データとして保持することが望ましい。しかし CAD システムは平面ディスプレイ上に三面図、俯瞰図などを CG 技術を用いて提示するため、実際の曲面の「味わい」や「ボリューム感」といった感性評価上重要な指標を読み取ることが一般に困難であり、専門家以外には操作が難しいため、従来は CAD システムとモックアップを併用するデザイン手法がとられてきた。そこで、実物体を用いる陰影投影型複合現実重畳によるラピッドプロトタイプングユーザインターフェースを提案する。これは実物体にプロジェクタ光を投影する MR 技術を用い、ユーザの意図する物体の形状変形をユーザフレンドリな入力デバイスで直観的に行えるものである。

2. 視覚的変形手法と直観的入力インターフェース

立体形状提示のために、現在多くの複合現実感システムで用いられている HMD による両眼立体視は、奥行知覚誤差や表示画面の画質による映像の歪みが存在し、これらが違和感や視覚疲労の原因になっている。そこで本研究では立体形状の変形操作のためにプロジェクション方式を応用する。本手法により実物体上に視覚的奥行情報を付加した画像を重畳することで高い立体感、実在感を保持しつつ物体の視覚的な形状変形を実現する。さらに、形状操作のための熟練を要さない非拘束な形状変形入力デバイスを設計した。

3. 試作システム

形状が既知である白色実物体を用意し、プロジェクタで投影可能な位置に固定する。物体形状の変形は、コンピュータ上の仮想空間で行う。変形操作は、プロジェクタの上に固定したカメラで入力デバイスに付加した光学マーカーが点灯した位置をとらえ、その位置に視覚的変形情報（陰影）を与えることで行う。光学マーカーは形状変形対象物体に入力デバイスを接触させることで点灯させる（この入力デバイスを「接触型デバイス」と呼ぶ）か、ユーザが形状変形を施したいときに入力デバイスに取り付けられたスイッチを押す（この入力デバイスを「スイッチ型デバイス」と呼ぶ）ことで点灯させる。この一連の処理をリアルタイムに行うことで、視覚的な形状変形を加えることが可能になる。提案システムの外観を図 1 に、作製した入力デバイスを図 2 に示す。

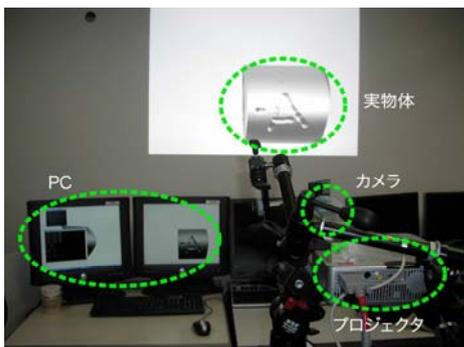


図 1 プロトタイプシステム



図 2 試作入力デバイス

4. 実験と検証



図 3 視覚的変形操作例

本システムで視覚的な形状変形操作をしている様子を図 3 に示す。

本システムでは、ユーザが直接入力デバイスを把持して操作するため、腕の届く範囲で実物体と仮想的な陰影を見ざるを得ないため、近距離において形状知覚に矛盾が生じるかどうかを確認する必要がある。そこで被験者に変形対象物体から 150[cm]離れた地点から見た立体感を基準として 100, 50, 30[cm]の地点からのものと比較・評価させた。その結果、100[cm]以下の距離になると視覚的変形感が得にくいことがわかった。

また、本システムの入力デバイスが直観的に操作可能かを調べるため、マウスとの比較実験を行った。マウスの方が操作しやすいという結果が出たが、その理由として被験者がマウスに熟練していたことや入力デバイスの感覚が低かったことが原因となっている。次に、対象物体に接触させることで変形を加えるデバイス（接触型）とスイッチを押す事で変形を加えるデバイス（スイッチ型）の比較実験を行った。結果を平均するとスイッチ型デバイスの方が使いやすいという結果が出た。接触型は変形を加えているという操作感があってよいが、その分反力がないため違和感もあるという意見があった。

5. まとめ

本研究では複合現実技術を応用し実物体に陰影情報を付加することによるラピッドプロトタイプングユーザインターフェースを提案し、その試作システムを構築し、視覚的変形操作に関する実験を行った。その結果、実物体表面上に本来見えるべき光学情報をプロジェクタにより実物体表面上に重畳することで、立体感を保持したまま形状の変形が可能であることが確認できた。また、直観的な入力デバイスを提案し、ユーザの創作活動を支援できることが確認できた。これによりモデリング時における形状デザインツールとしての有用性を示せた。

今後は、ユーザの手による遮蔽が生じにくいシステム構成と、入力デバイスの形態と反力について検討する。また任意の対象物体を任意視点から操作可能とし、かつ描画速度を 15[fps]に向上させ、アンドゥ機能などの編集機能をつける。