

立体モデルの局所変形

直江 尚範[†] 伊藤 誠[†] 古川 進[‡]

中京大学[†] 山梨大学[‡]

1. まえがき

近年、様々な3Dモデリングソフトが数多く開発され、非常に高品質で多種多様なモデリングが可能となってきた。これらは、主に直線や曲線や平面、曲面などを自由に生成・変形を行うことで成り立っている。一方、3Dモデルのインタラクティブな局所変形の手法については、未開拓な部分が多く、検討の余地がある。

本研究では、やすりやナイフなどの人が身近で使用している道具や、指や手のひらなどの人体の一部をツールとして、直感的に平面や曲面を編集可能にすることを目的とした局所変形の一手法の提案を行う。

また、本研究には、クリスタル構造と呼ばれるデータ構造を利用している[1]。

さらに、より一層直感的な局所変形を行うために、マウスやキーボード以外のユーザインターフェースの使用や製作の提案を行う。

2. 変形の種類

人が身近で使用している道具や人体の一部をツールとして局所変形を行う場合、それによる変形操作を定める必要がある。

身近で使用している道具として挙げられる「やすり」や「ナイフ」においては、“物体を削る変形”となり、人体の一部として挙げられる「指」や「手のひら」においては、押し込む動作で“物体を凹ませる変形”となる。

ここでは、“物体を削る変形”を『削り変形』、“物体を凹ませる変形”を『凹み変形』と呼ぶことにする。

3. 凹み変形

凹み変形とは、平面あるいは曲面を選択したツールの形で凹ませたかのように頂点および制御点を構成しなおすことである。この変形の特徴は、“ツールの形で変形を行う”という点である。

まず、あらかじめ、凹み変形を行う対象とは別に、指や手のひらといった凹み変形のツールそのもののメッシュを作成しておく。

そして、そのメッシュの形および押し込む方向および押し込む量により座標を変更することで実現できる。

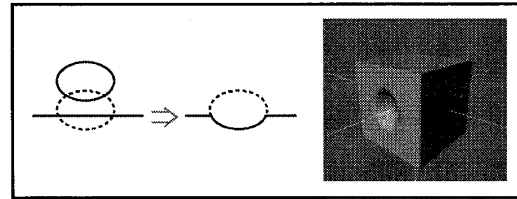


図1. 凹み変形

物体の材質によっては、この処理で削られた部分の端にフィレットをかけるなど、元々の形に馴染ませる必要がある。

4. 削り変形

削り変形とは、ツールの特徴や機能で物体の頂点および制御点を構成し直すことである。

ただし、物体を削ることができる道具はいくつもある。ここでは、例に「やすり」と「ナイフ」を取り上げ、それぞれに合った変形を行う。

ただし、“物体から一部分を削り取る”という点では、一貫して共通している。

4. 1. 削り変形 – ナイフ –

“ナイフ”をツールとした変形の手法は、主に物体を切り取る変形となる。

物体のどの部分をどの程度切り取るかはナイフの刃の角度によって決定される。例えば、切り下ろすと両断することになり、視線方向と垂直な方向へ切り入れると、物体の表面を削り取ることになる。

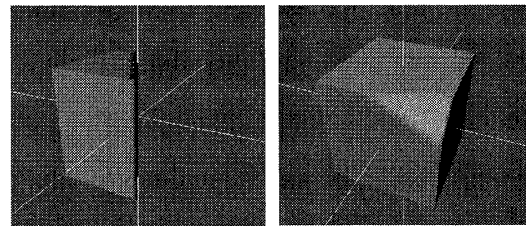


図2. 両断する変形と表面を削り取る変形

Local transformation of solid model

[†]Hisanori Naoe, Makoto Itou, Chukyo University

[‡]Susumu Furukawa, University of Yamanashi

3. 2. 削り変形 —やすり—

やすりは、面をこすりつけることで物体を削り取るため、該当部分を均等に削る処理になる。そして、やすりにもいくつか種類があるが、削り方という点では共通しているの、形に沿って削りさえすれば、同様の手口で処理を行えると言える。

選択したやすり目の粗さによって削る量は変わるが、削る量さえ決めてしまえば、それとやすりの形によって変形量が決定される。

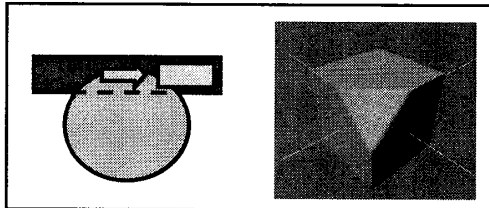


図3. やすりによる削り変形

この「やすりによる削り変形」と「ナイフによる削り変形」は類似しているが、大きく違う点は削り取る量である。“ナイフ”の特徴が一度に大きく削り取るのに対し、“やすり”の特徴は少しずつ削り取るよう制限されていることとなる。

4. クリスタル構造の必要性

本研究で使用しているクリスタル構造は、3次元構造をグラフで表現する手法であり、平面・曲面分が混在する場合であっても、立体を全く同一のデータ構造で記述できる。これにより変形処理が柔軟に行えるようになった。

さらに、このクリスタル構造における履歴操作は、点ごとに履歴データを管理できる為、“変化のない点の情報”といった記憶の必要のない情報を削減でき、極めて少ない容量で済む[2]。このことは、試行錯誤を繰り返しながら作業を行う『局所変形』にとって適切であると考えられる。

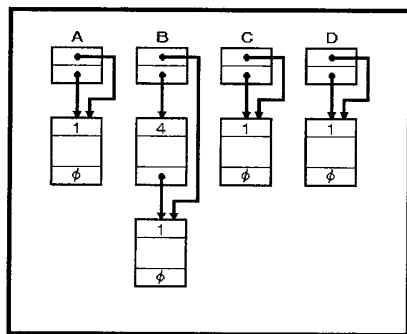


図4. 形状履歴の記憶・管理するデータ構造

5. 専用ユーザインターフェース

今回、試作機として超音波センサーを用いて3次元座標を算出する為の補助装置を作成した。

これは、8つの受信器と2つの送信器を用いて、受信器の位置と送信機からの各距離を測定することが出来る。そして、ソフトウェアでそれを制御して送信器の座標を計算する。

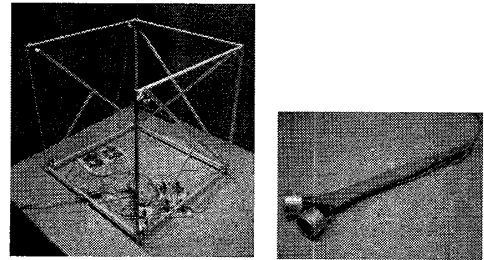


図5. 受信器郡(左)と送信器(右)

6. 実行例

ここでは各変形の結果を示す。左上が『指による凹み変形』、右上が『やすりによる削り変形』、左下が『ナイフによる両断(削り変形)』、右下が『ナイフによる表面の削り取り(削り変形)』である。

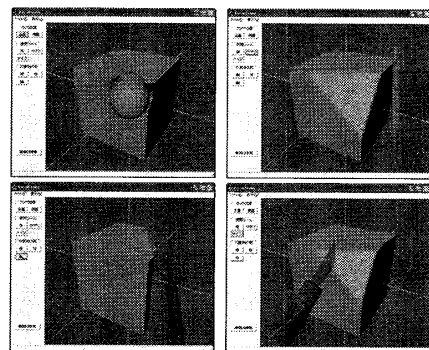


図6. 各変形処理の結果

8. まとめ

今回、直感的な局所変形の基礎システムを開発し、専用ユーザインターフェースを1つ試作し、より直感性を増した。しかし、座標を算出できるだけではまだ直感性が足りない。今後は、ソフトウェアも含めて、より直感的なユーザインターフェースを製作していきたい。

参考文献

- [1] 清水誠司, 向井伸治, 古川進: “多様体ソリッドモデル記述用の新しいデータ構造について”, 日本設計工学会誌, 2007
- [2] 清水誠司, 向井伸治, 古川進: “二次元・三次元図形の統一的データ表現と形状変形履歴の操作”, 電子情報通信学会論文誌, 2007