

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。しかし、その一方で、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、まだ確立されていない。

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. 各ツールにおける変形の定義

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、それによる変形の定義せねばならない。

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”となり、さする動作で“物体を凹ませる変形”を弱い力で継続した変形となる。

また、“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. 削り変形

一言で削り変形と言っても、物体を削ることができる道具はいくつもあり、それらは多種多様である。例として挙げている「やすり」や

「ナイフ」もそれぞれ違った削り方をする。よって、これらはそれぞれに合った変形処理が必要であると考えられる。

3. 1. やすりにおける削り変形

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で、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得られる立体モデルとの差集合をとるだけで変形を行える。

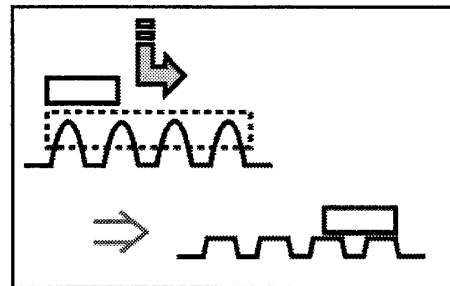


図 1. やすりにおける削り変形

3. 2. ナイフにおける削り変形

ナイフは、面に対して斜めに入れて斜めに出ていくため、一回の処理で削りの深さが変動する。削り始めは徐々に深くなっていき、中間部で一定になり、削り終わりでは徐々に浅くなっていく。そして、やすりの時と同様に、それらとナイフの形によって得られる立体モデルとの差集合をとることで変形を行える。

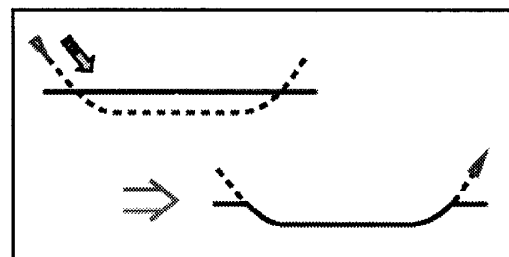


図 2. ナイフにおける削り変形

Local transformation of solid model

[†]Hisanori Naoe, Makoto Itou, Chukyo University

[‡]Susumu Furukawa, University of Yamanashi

4. 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。

4. 1. 押し込む動作による凹み変形

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、押し込む方向および押し込む量により得た座標における差集合をとることにより、物体は選択したメッシュの形で削られる。

ただ、この処理で削られた部分の端は急な角度をしている。よって、その部分に元々の形に馴染ませるようにフィレットを生成する必要がある。

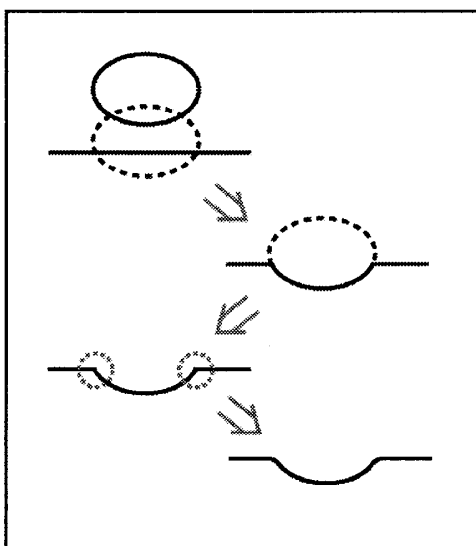


図3. 凹み変形

4. 2. さす動作による凹み変形

また、さす動作により起こる凹み変形は、連続的に押し込む動作による凹み変形を行うことで処理できる。

5. クリスタル構造の重要性

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。

6. 実行例

ここでは、見た目でわかりやすい実行例として凹み変形を取り上げた。左図が押し込む動作による凹み変形を行った状態で、右図がさす動作による凹み変形を行った状態である。

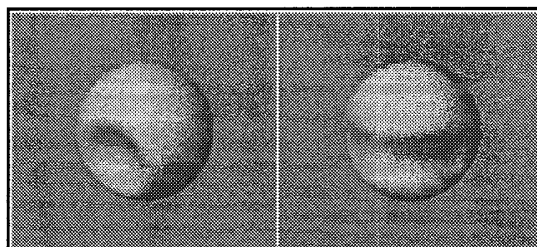


図4. 凹み変形の実行例

7. 専用ユーザインターフェースの模索

本システムにおいて、より直感的に局所変形を行うことを考えるとユーザインターフェースはマウスとキーボードだけでは力不足と言える。

そこで、特殊なセンサーを用いることを考えた。例えば、圧力センサーを用いれば指における凹み変形の変形量を定めることができるし、加速度センサーを用いれば手の動きから立体モデルの回転もできると考えている。さらに、それらを複合的に使用すれば、より直感的に局所変形を行えるであろう。

さらに、立体モデルと実際に触れられる物の形を類似させ、さらにその物の形状変化に抵抗を与えるなど、フォースフィードバックを可能とすれば、視覚以外の細かな変形も可能になるであろう。

8. まとめ

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た局所変形の一手法の提案をした。だが、人が身近で使用している道具としては、まだ数が少ないと言える。

今後の課題としては、ツールの拡大と専用ユーザインターフェースの作成である。

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