

重ね描きを用いたペンベースによる自由曲面制御法とその応用

堀川 彬夫[†] 松田 浩一[†]

[†]岩手県立大学大学院

1 はじめに

現在の3次元物体のモデリング作業は3面図などを利用したものが多く、3面図によるモデリングは数値的に正確なモデリングが可能であるが、自由曲面の制御を行なう際には多数の制御点を移動させて変形させる必要がある。しかし、扱いに慣れない初心者にとってこのような作業手順で自由曲面を制御するのは困難である。よって、現在のモデリングツールを利用して初心者がモデリング作業を行なうためには時間をかけて使い方を学習する必要がある。

そこで、本稿では重ね描きを用いたペンベースによる自由曲面制御法を提案する。提案手法では、紙にスケッチするような感覚での曲面形状の入力を可能にするため、曲面形状の入力にはペンタブレットを用いる。また、曲面の変形にはバネモデルを利用する。一般的なパラメトリック曲面と違い、トポロジの変化に強く、大局的に滑らかな曲面を生成することができる。そして、ペンのストロークに対応した質点を移動させることで変形操作を実現する。

最後に、提案手法によるモデリングへの応用例を述べる。

2 関連研究

これまでにユーザにとって直感的な手法で3次元形状を制御する手法[1]が提案されている。この手法では曲面の生成にベジエ曲面を利用し、データグローブにより形状を入力する。粘土細工を触る感覚で容易に変形操作が可能であるが、ハードウェア依存の手法であり、汎用性に欠ける。また、ベジエ曲面による表現ではパッチ間の接続に制約があり、滑らかな曲面を描く際に意図しない形状が生成される問題がある。ペンベースによる3次元

形状入力手法にTeddy [2]のようなツールがある。Teddyでは丸みを帯びた3次元形状の入力をインタラクティブに行う事ができるが、生成された曲面に対する細かい修正は困難である。

3 提案手法

提案手法では、変形後の曲面情報の入力にペンベースのインターフェースを用いる。ペンによる入力に対し、そのストロークに対応する質点を移動させることで曲面の変形を実現する(図1)。しかし、変形させる物体が3次元の物体であるのに対し、変形の入力は2次元である。したがって、入力情報により高さ方向の変化量を決定する必要がある。本手法では、高さ方向の情報をユーザがストロークを重ね描きする回数で決定する(図2)。

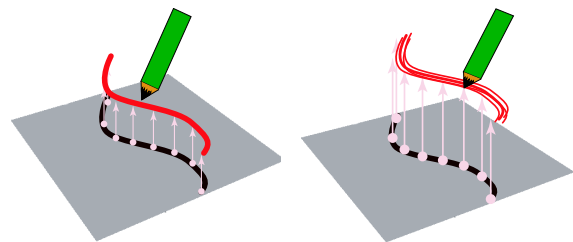


図 1: ストロークによる入力

図 2: 重ね描きによる変形量決定

ユーザは微妙な変形操作を重ね描きすることで、意図した曲面を容易に得ることができる。ユーザは変形量のパラメータ変更、制御点移動をすることなく、曲面の変形を制御可能であることからインタラクティブで直感的な操作といえる。

また、曲面の変形にはバネモデルを用いた。各質点にバネを配置することでストロークに対応する質点だけが移動するのではなく、周囲の質点もバネの張力により変位が加わり移動することから、大局的に滑らかな曲面を得ることができる。

Pen-Based Freeform Surface Control Method by Overlap Strokes

[†] Akio HORIKAWA(g231c032@edu.soft.iwate-pu.ac.jp)

[†] Koichi MATAUDA(matsuda@soft.iwate-pu.ac.jp)
Graduate School of Software and Information Science,
Iwate Prefectural University (†)

4 実験結果

変形操作を行った例を変形操作手順ごとに示す。

1. 変形後の曲面の稜線をペンにより入力する (図 3)
2. 重ね描きにより変形量を調整 (図 4)
3. 数回の重ね描きによる変形 (図 5), 重ね描きの回数を多くした場合の変形 (図 6)

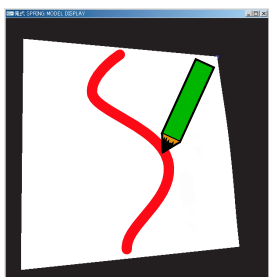


図 3: 稜線の描画

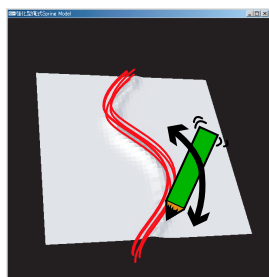


図 4: 変形量の調整

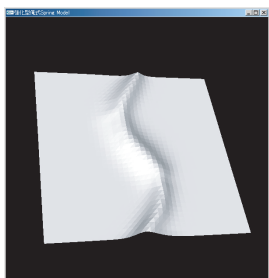


図 5: 重ね描き回数少

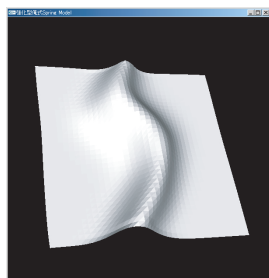


図 6: 重ね描き回数多

次に3次元モデルの変形例を示す。ここで、凹凸変形をする際の変形方向は視線方向とした。ユーザがモデルを自由に回転させることで変形方向を決定する。図7では、ユーザがモデルの鼻先を視線方向に回転させ、ペンで重ね描きすることでモデルの変形操作を行った。

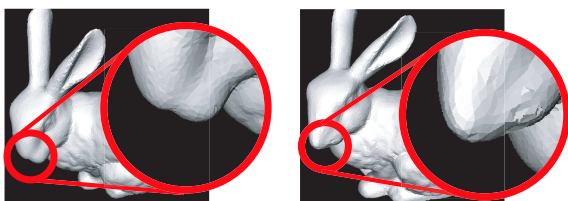


図 7: 3次元モデルの編集例

実験結果に示した通り、ストロークを重ね描きすることで変形量を操作し、線を描くだけで滑らかな曲面を描くことが可能となった。

5 応用例

提案手法の応用例を述べる。提案手法では線による変形入力であったが、これを領域の描画による変形入力に拡張した。この閉領域を等高線として地形図を作成した (図 8)。

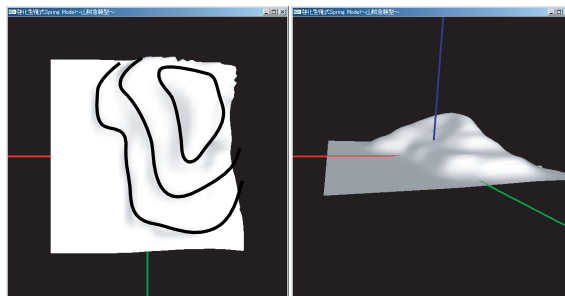


図 8: 等高線描画による地形図作成例

6 おわりに

本稿では重ね描きによる変形量制御を用い、ペンペースの入力によって、曲面を制御する手法を提案した。実験では、紙にスケッチする感覚で容易に変形操作を実現でき、滑らかな曲面を得ることができた。また、提案手法の応用例を示し、その有効性を確認した。今後の発展として応用例に挙げた以外の様々なモデリングへの応用が考えられる。本手法は滑らかな曲面をスケッチ感覚のインタフェースで描けることから、デザイナーの初期発想段階のモデリングツールとしても応用できると考えている。

参考文献

- [1] 前野 輝, 岡田 稔, 鳥脇 純一郎, "直感的・対話的自由曲面モデラの変形における制御点調整法", 情報処理学会論文誌, vol.45, No2, pp.647-658, 2004.
- [2] Takeo Igarashi, Satoshi Matsuoka, Hidehiko Tanaka, "Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design", ACM SIGGRAPH'99, pp.409-416, 1999.