

曲線の重ね書き入力を用いた3次元形状入力法*

5U-6

松田浩一, 松瀬知成, 近藤邦雄†

埼玉大学工学部情報システム工学科‡

1 はじめに

CADにおける形状入力のインタフェースは、規則的できれいな形状を作ることは容易にできるようになってきたが、任意の形状を生成するにはかなりの熟練を要し、その複雑さゆえに習得も困難となっている。そこで筆者らは、形状入力においてパラメータや制御点の移動を用いた形状生成・変形ではなく、フリーハンドによる直接的な形状入力による3次元形状入力システムの提案を行なっている[1][2][3]。その中で、直線入力・曲線入力それぞれに対し、重ね書きおよび修正が容易に可能となる手法として逐次清書法を提案し、図形入力に柔軟性という要素を導入した。

構築中のスケッチシステムでは、これらの入力インタフェースを実装している。本システムではフリーハンド直線の直接入力による基本的な多面体形状の生成が可能であり、また、フリーハンド曲線入力による単純なスイープによる曲面生成が可能となっている。本稿ではフリーハンド曲線入力手法の曲面生成への適用について検討を行なった結果を報告する。

2 逐次清書法による曲線生成

本節では本稿で用いる曲線入力手法について述べる。筆者らの提案する逐次清書法では重ね書きによる曲線入力が可能であり、無入力時間に自動的に清書曲線を出力する。また、自動清書された曲線に対して直接描き足すことにより修正も可能である。図1にその例を示す。図1(1)が入力されたフリーハンド曲線であり、図1(2)の清書曲線が自動的に生成される。また、清書曲線に対し図1(3)のようにフリーハンドで直接修正線を描くことにより、修正を反映した図1(4)の清書結果を得ることができる。ここで、曲線生成には自然スプラインを用いている。

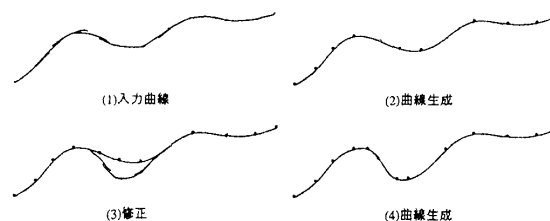


図1: 曲線生成例

3 曲線入力を用いた3次元形状生成例

3.1 スイープによる曲面生成

図2の例では、フリーハンド曲線を断面形状として用いている。直接直方体上に描画し、曲線の修正を行なった後に切断方向を指定し、切断を行なう。そして、切断された立体の不要部分を削除することにより目的の立体を得る。

図2(1)はフリーハンド曲線の入力を行なった図であり、図2(2)はフリーハンド曲線から得られた制御点を用いてスプライン曲線を生成した図であり、図2(3)が生成結果となっている。

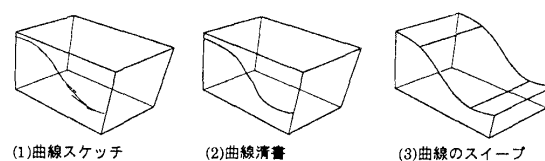


図2: スイープによる曲面作成

3.2 回転体による立体生成

描いた断面形状をそのまま回転させることにより回転体を得ることができる。断面形状の生成に逐次清書法を用いることにより、スケッチ感覚での断面形状生成を行なうことが可能である。

図3は、回転体によるこの生成例である。図3(1)に示すように、回転させる曲線をスケッチする。曲線の右側にある直線は回転軸となる直線であり、入力の必要はない。図3(2)で清書された曲線を直線近似し、

*An interactive drawing method for 3D models with free-hand curves

†Koichi MATSUDA, Tomonari Matsuse, Kunio KONDO

‡Dept. of Information and Computer Sciences, Saitama University

図3(3)の回転体を生成する。

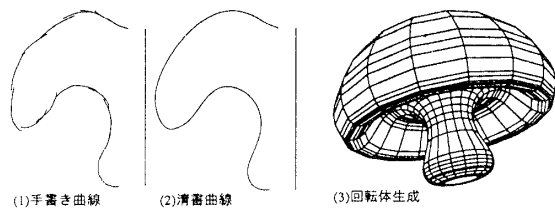


図 3: 回転体によるきのこの作成

3.3 切断面補間による立体生成

立体をスケッチする際に、形状を分かりやすく表現するために、外形を表す線の他に立体上にない線を補助的に描くことがある(図4)。単純な形状にはあまり用いられないが、見ために分かりにくい場合や、形状に特徴がある場合に面の流れを視覚的に分かりやすくするために用いられる。ここでは、その表面に描かれる線を面上線と呼ぶ。面上線は、特に曲面形状をもつ立体に対して有効であり、曲面を持つ3次元形状生成の手がかりになると考えられる。本節では、その初期段階として、複数の断面を補間して形状を生成する手法について検討した結果を示す。直接断面を描きながら立体を生成することは少ないが、面上線は断面線の一部であり、自由に断面で形状を操作することが可能となれば、立体生成および変形を容易にする可能性がある。

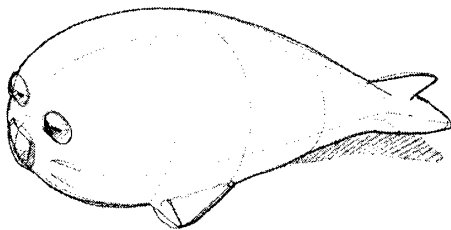
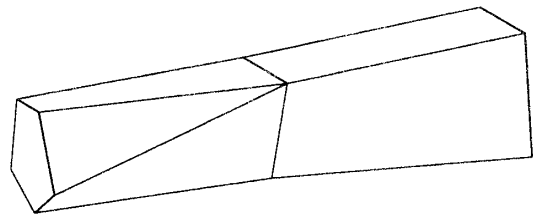


図 4: スケッチにおける形状線と面上線

入力された閉曲線から断面線を生成し、各断面を接続することにより柱体を生成する。その柱体に対しDoo/Sabinの再分割曲面^[4]を用いて曲面を生成する。ここで、Doo/Sabinの再分割曲面のアルゴリズムはB-Splineを拡張したものである。したがって、入力された閉曲線からB-Splineの制御点を求め断面として用いることにより、生成される断面形状が入力閉曲線の近似閉曲線となる。

図5は入力された閉曲線をB-Spline近似したときの制御点が5・3・4角形になったと仮定し、断面を自動的に補間した立体例を示している。図5(1)は、5・

3・4角形をつなげて生成した立体であり、図5(2)は図5(1)の再分割曲面を表している。



(1)5・3・4角形接続による立体



(2)再分割曲面による曲面生成

図 5: 断面を用いた形状生成

上記の手法を用いることにより、任意の断面を持つ立体が生成可能となる。

4 おわりに

本稿では、重ね書き入力による曲線入力手法を用いた3次元形状生成の検討を行なった。本稿では、形状を作る輪郭を2次元平面上で生成し3次元形状を生成する手法として、断面のスワイプによる曲面生成、回転体による立体生成、断面接続による立体生成を検討した。

今後の課題は、曲面に対する直接変形の入力手法である。本稿で検討した手法は、断面に対して修正を加えるという間接的手法となっており、3次元形状に直接変形を指示するものではない。目標とする形状の直接操作のためには、完全な断面ではなく、面上線の扱いによる形状生成手法を検討する必要がある。

参考文献

- [1] S.Sugishita, K.Kondo, et al. : Interactive Freehand Sketch Interpreter for Geometric Modelling, Symbiosis of Human and Artifact, 1995
- [2] K.Matsuda, et al. : Freehand Sketch System for 3D Geometric Modeling, Shape Modeling International, pp.55-62, 1997
- [3] 松田浩一, 近藤邦雄 : ペンベースインタフェースによる曲線の逐次清書法, 第56回情報処理学会全国大会論文集4分冊, pp.84-85, 1998
- [4] D.Doo, M.Sabin : A behaviour of recursive subdivision surfaces near extraordinary points, CAD 10, pp.356-360, 1978