

ペンベースインタフェースによる曲線の逐次清書法*

3C-3

松田浩一, 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。また、工業製品のデザイン後期の工程においては3次元形状データを用いているが、効率化のためにスケッチを行なうデザイン初期の段階から3次元データの生成を行なおうとしても、現在のCADシステムはスケッチの段階のインタフェースが提供されておらず、利用されていないのが現状である。そこで、CADにおける形状入力のインタフェースが求められており、筆者らは画面の形状への直接入力による形状入力インタフェースを提案している[1][2]。

既に直線入力に関しては逐次清書法を提案し、多面体形状の生成を可能にした[2]。そこで、曲面形状への適用を進めるために、フリーハンドの曲線入力を可能にする対話的な逐次清書法を提案する。本手法はスケッチに用いられる曖昧な表現の入力を可能にする対話型芯線化方式であり、曲線入力を柔軟に行なえるようにすることを目的とする。本手法を用いることにより、スケッチの手法を用いて図形の部分修正を行なうことが可能となる。

2 ペン入力による図形入力

スケッチにおいては多くの線を書き形状を表現する。また、スケッチにおいては一つの稜線を1つの線分が表すわけではないため、曖昧さを含む形状表現手法である。スケッチは構想をまとめる段階、すなわちデザインの初期段階で多く見られる。

そこで、ある程度おおまかな外形を描き込むスケッチのスタイルで形状を生成する手法を図形入力インタフェースとして提案する。また、形状に対し、ペン入力を用いて直接形状情報を与える直接指示の利用により、直観的で分かりやすいインタフェースとなる。

*An interactive drawing method for freehand curves

†Koichi MATSUDA, Kunio KONDO

‡Dept. of Information and Computer Sciences, Saitama University

3 曲線生成

3.1 順次接続による制御点列生成

曲線の描画では1回で全てが描かれることは少なく、重ね書きによる曲線の形成が行なわれる。重ね書きの場合、描き始める位置や方向が違ったり、また、途中で描き足す場合などの様々な書き方が考えられ、単に入力順に制御点を結合し、自由曲線を生成する場合、意図通りに生成されることが多い。そこで、本稿では入力曲線に関し逐次に制御点を再構成する手法を提案する。

まず、新たに入力された線分から、制御点候補となる点を抽出する。これを特徴点と呼び、端点を結ぶ直線から最も遠い点を選択する。それらの点をそれ以前に入力された線分に結合することにより新たな制御点を生成する。結合アルゴリズムは、直線生成時に利用した条件のうち、後に描かれた線分を優先する、という条件を利用し、新たな制御点列を生成する。

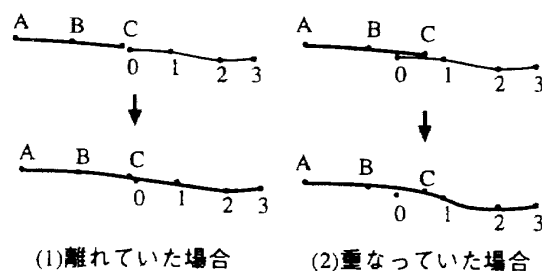


図1: 特徴点の挿入

図1において、0~3で示される点は先に入力されていた曲線の制御点を表し、A~Cで表される点は、曲線の加筆により得られた制御点を示しており、Bが新たに入力された線分の特徴点として得られている。このとき、0~3で示される制御点の描画方向とA~Cで示される描画方向は、自動的に同一に補正される。すなわち、0~3の位置関係がA~Cの描画方向と左右逆だった場合には、自動的に補正を行なう。図1-(1)は2つの曲線が離れていた場合を示している。この場合、0~3、A~Cの全ての制御点が利用される。また、図1-(2)は2つの曲線の一部が重なっていた場合を示している。この場合は、B-C間に0が含まれてしまっているが、後から描かれたB-Cを優先し、0

は利用しない。従って、出来上がる制御点列は0を除いた結果となる。

上記の制御点挿入は、書き手が描画を休む間に自動的に行なわれる。一度に複数の線分が描かれた場合には、入力順に逐次に処理が行なわれる。書き手は、その結果得られた曲線に対して加筆・修正を容易に行なうことができる。また、制御点の重なり・方向といった条件は自動的に補正されるので、書き手は自由に描画を行なうことができる。図2は、本手法を用いて生成した曲線である。例の左図では全ての入力線分が1度に表示されているが、実際には順次入力し、変換していった結果が右図となっている。

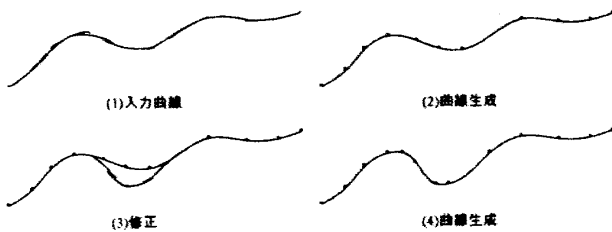


図2: 曲線生成例

3.2 節点分割抽出法による制御点削減

前述の手法により得られる制御点は数が多く、そのため制御点の多さによる凹凸の生成が見受けられる。その問題を解消するために、本稿で提案する節点分割抽出法を用いる。本手法は曲線を分割して節点抽出

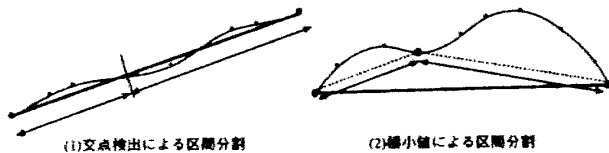


図3: 節点分割抽出法

を行なうが、その際に、極小値による区間分割（図3-1）、交点検出による区間分割（図3-2）を行ない、元の形状の振幅をできるだけ残しながら、かつ少ない制御点で滑らかな曲線を表現するための制御点を選択する。図4は曲線生成例である。順次接続は、制御点挿入を行なって得られた制御点を用いてそのままスプライン曲線にしたものであり、節点分割抽出法を用いた場合には制御点が削減されていることが分かる。

4 応用例

図5は、提案手法を3次元モデルに実装した例である。この例では簡単な断面形状の生成に利用している。図5-(1)ではフリーハンド曲線の入力を行なった図であり、図5-(2)はフリーハンド曲線から得られた制御

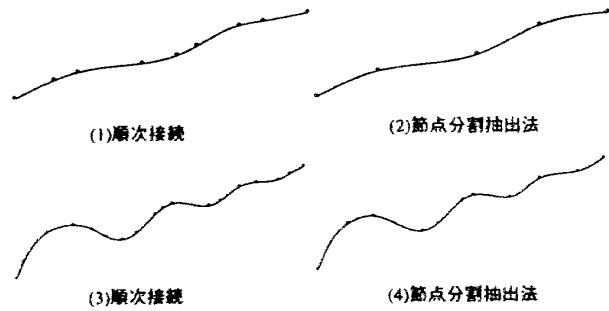


図4: 節点分割抽出法による制御点再構成

点を用いてスプライン曲線を生成した図であり、図5-(3)は制御点を用いて立体を切断した図であり、図5-(4)が生成結果となっている。

5 おわりに

本稿ではフリーハンド曲線に適用する対話型芯線化方式を提案した。本手法を用いることによりはスケッチに用いられる曖昧な表現の入力を可能にし、曲線入力を柔軟に行なうことができる。それによってアイデアスケッチを描くように形状を直接描きながら図形入力をすることが可能となった。

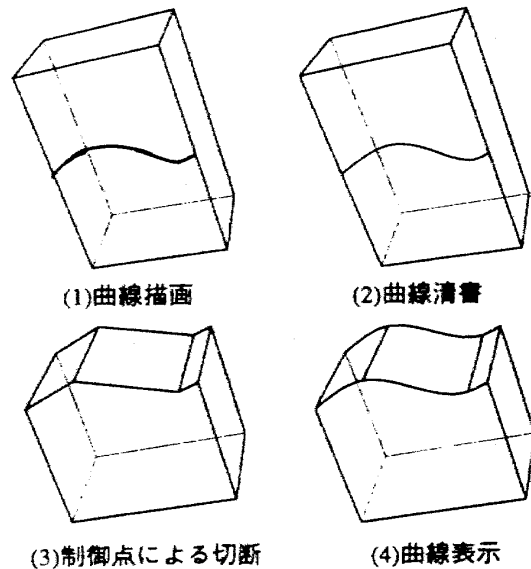


図5: 提案手法を用いた断面形状生成例

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