

1M-6

フリーフォームデザインシステム (1) システムの概要

浦野 直樹* 栗山 繁* 南方 博視**

日本アイ・ビー・エム (株)

*東京基礎研究所 **CIM PO 技術センター

1 はじめに

3次元コンピュータグラフィックスの分野において、出力としての画像を生成する技術であるレンダリングは近年著しく進歩した。それに比べ、そのデータである3次元物体を入力する技術はあまり改善されていない。これはひとつには、3次元物体を一般的にどのように入力するかということがあまり研究されなかったためである。それは入力装置が未熟であったこととも非常に関係している。キーボードとマウスまたはタブレットだけの入力装置だけではできることが限られているからである。例えば、曲線ひとつをとっても、従来デザイナーがやってきたように鉛筆などで紙の上に描くような操作がマウスなどでは違和感があり実現しにくい。それでどうしてもカーブまたはその制御点を一点ごとに入力する手法がとられてきた。もうひとつの理由に3次元物体を表現する幾何モデルの問題がある。従来の幾何モデルでは表現できる形状やトポロジーに非常に制限があるため、その入力手法も自ずから決まってしまう。入力手法そのものをモデル抜きで考えることがほとんど不可能であった。しかし最近になって、入力装置に関しては3次元デザイナー、3次元マウス、データグローブ、ペン入力可能な液晶タブレットなどさまざまな装置が使用できるようになった。また、より柔軟な幾何モデル¹⁾や幾何モデルにあまり依存しない変形操作の研究^{2) 3)}も盛んに行なわれている。我々はこれらの研究と並んで3次元物体の入力手法についても研究することが重要だと考える。

我々が3次元物体の入力に関して重要だと考える課題は次に示す三つである。

1. 入力手法
2. ユーザインターフェイス
3. 幾何モデル

ここでいう入力手法とは3次元の物体を造形するのに何をを入力するかということであり、ユーザインターフェイスとはそれを実現するためにどういう装置を使ってどのように入力するかということである。幾何モデルとは造形された

3次元物体をどのようにに計算機内部で表現するかということである。

2次元のB-スプライン曲線をマウスで制御点を入力する例を考えると、上で述べた項目は次のような対応になる。

1. B-スプライン曲線の制御点を入力すること(入力手法)
2. 2次元画面上に制御点の一つずつマウスでクリックして入力すること(ユーザインターフェイス)
3. B-スプライン曲線のモデルであり、計算機内部ではB-スプライン曲線の制御点の値とそれを解釈してB-スプラインの曲線を生成するプログラムで表される(幾何モデル)

フリーフォームデザインシステムは3次元形状についてこれらの項目それぞれによりよいものを探していくためのプロトタイプシステムである。ここではフリーフォームデザインシステムの概要について述べる。

2 システムの概要

2.1 入力手法

3次元の形状を造るのに何をを入力するのが望ましいかは、先に述べたようにあまり明かになっていない。我々はその入力のアプローチとして次のようなものがあると考えられる。

1. 幾何モデルを直接入力する方法
2. メタファを用いて入力する方法
3. 形状の特徴を入力する方法

幾何モデルを直接入力する方法は、先のB-スプライン曲線の入力の例にあるように、モデルそのもののデータを入力する手法である。これはモデルをよく理解した上で使えば確実にそのデータを入力することが可能であるが、入力操作がそのモデルに限定するためにそれ以外の操作はできない不便さがある。メタファを用いて入力する方法は、彫刻刀などの人間にとって身近な道具をメタファとして造形していく方法で、人工現実感の研究で行なわれているようなデータグローブを使った変形操作などはこれに含まれると考えられる。これは入力操作が現実のものに対応しているために、ユーザにとっては解りやすい。形状の特徴を入力する方法は、アーティストがクロッキーで物体の特徴となるところを描くように、形状の本質の部分を入力する方法である。少し趣は違うが、回転体やスイープ体のようなものも、形状の特徴を入力しているものと言えよう。我々

Free Form Design System (1) System's Configuration
Naoki URANO*, Shigeru KURIYAMA*, and Hiroshi MINAKATA**
*Tokyo Research Laboratory, IBM Japan, Ltd.
**CIM Plant Operation Technology Center, IBM Japan, Ltd.

は、この形状の特徴とは何かということを探しながらこのシステムの入力手法を発展させていこうと思っている。形状の特徴には点、線、面、体積などの要素があるが、我々はまず線に注目して、3次元物体の輪郭線を形状の特徴として入力するようにした。物体の輪郭線は形状を表す上で本質的なものの一つだと考えたからである。

2.2 ユーザインターフェイス

3次元物体の輪郭線をどのような装置を用いてどのように入力するかということがここでの問題である。我々ここでは曲線をどのようにすればユーザが自然に入力できるかを考えた。まずペンで直接曲線を描けるものとして液晶ディスプレイの上に透明タブレットをつけたものを入力装置として使うことにした。鉛筆などで紙の上に曲線を描く感覚により近づけたかったのがその理由の一つである。ユーザはペンでタブレット上にフリーハンドで曲線を描いていく。ペンを使うことにより、マウスで曲線を入力するよりは操作性が格段に向上したと思う。フリーハンドで入力することについては、曲線の制御点などを入力する方法と比べると絶対的にどちらが優れているかということは難しいが、制御点などはそれが持つ数学的意味をよく理解しないと使えないのに対して、フリーハンドで曲線を描く方がより直観的であると言える。

ユーザから操作できるものとして次の三つのコンポーネントがある。

1. コントロールパネル
2. 2次元エディタ
3. 3次元エディタ

コントロールパネルは、システムを統括的に制御するもので、2次元エディタや3次元エディタを立ちあげたり、造った3次元物体の登録などをおこなう。2次元エディタは、曲線をペンで描く平面であり、これが先に述べた液晶ディスプレイとタブレットに実現される。3次元エディタは2次元エディタで描いた曲線や、それらから生成される曲面を3次元的に確かめるもので、物体の回転、光源の位置、物体の属性などが指定できる。また、3次元エディタでは、平面を視覚的に指定することができる。2次元エディタでこの平面に曲線を描くことになる。2次元エディタと3次元エディタの表示部分をそれぞれ、図1と図2に示す。曲線を入力していく手順については次の(2)「ペンによる直接形状入力」で詳しく述べることにする。

2.3 幾何モデル

我々は曲線網から滑らかな曲面を生成する幾何モデルを開発した。2次元エディタから入力された複数の曲線から曲線網を生成し、任意の数の曲線を境界線とする曲面を生成するモデルである。このモデルについては次の(3)「曲面の数学モデルについて」で詳しく述べることにする。

3 おわりに

実際に数十名のデザイナーに本システムを使ってもらい、様々な意見をいただいた。造形するという点に関してはそれぞれ自分自身の方法を持っていることが多く、輪郭線

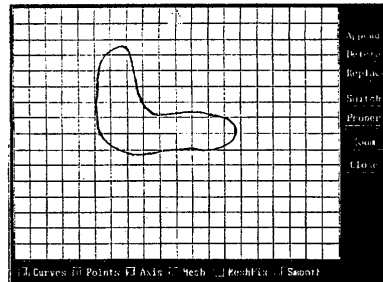


図1: 2次元エディタ

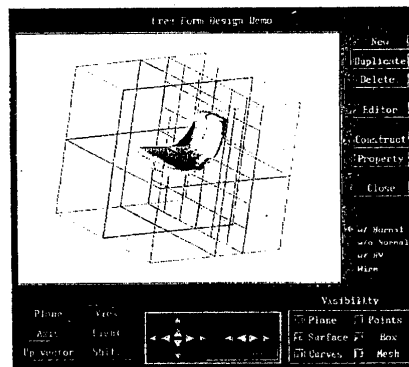


図2: 3次元エディタ

から物体のイメージを作り上げていくような方法に慣れているデザイナーからはいい評価を得た。ペンによる曲線の入力についてはほとんどのデザイナーに好評であったが、液晶ディスプレイの解像度の低さが問題になった。現在使用している液晶ディスプレイの解像度は640x400であるが、これだと入力したとおりの曲線を表示できないため非常に気になるということである。また、現時点では曲線の描画は平面上に限定されているが、任意の3次元曲線を入力することが、3次元形状の特徴的な線を捕らえる上で重要であることがわかった。

今後はこれらを参考にして、3次元の曲線を入力するシステムを開発し、それを使って形状の特徴線とは何かを探っていきたい。さらに、点、面、体積に対する操作についても今後の課題として取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) C. Loop and T. DeRose. Generalized B-spline Surfaces of Arbitrary Topology. Computer Graphics, Vol 24, No. 4, pp347-356, Aug., 1990.
- 2) S. Coquillart. Extended Free Form Deformation: A Sculpturing Tool for 3D Geometric Modeling. Computer Graphics, Vol 24, No. 4, pp187-196, Aug., 1990.
- 3) T. W. Sederberg. Free-Form Deformation of Solid Geometric Models. Computer Graphics, Vol 20, No. 4, pp151-160, Aug., 1986.