

対話型3次元形状作成システム
 — 3次元カーソルによる形状変形 —

3S-9

関根弘隆 寺嶋廣克

日本電気(株) C&Cシステム研究所

1. はじめに

意図した3次元形状を効率よく人間に負荷をかけることなく作成できるシステムの開発を進めている。その第1ステップとして平面カーソルとカット操作を用いた凸多面体形状作成の実験を行ったので報告する。

2. 3次元形状データ入力

3次元形状データの inputs は人間にとって負荷の大きい作業である。現状では意図した形状を直観的に作成していくことは簡単ではない。そこで、彫刻や彫塑の作成過程にならい、1)手の動きと視覚フィードバックによる幾何データ入力、2)形状表面の逐次的な変形による形状作成、という特徴をシステムに取り入れて形状入力の問題点を解決しようと考えた。

しかし、現状の形状モデリングをそのままこのアプローチに用いるのは適当ではない。例えば、プリミティブによる集合演算・面のスイープは形状表面を柔軟に変形することができない。頂点・稜線のラバーバンドによる局所変形[1]は柔軟であるが、1つの表面形状を得るのに複数回の操作が必要な点が問題である。コンピュータビジョン的手法をとり入れたスケッチ画入力[2]は3次元入力の負荷は減る反面、3次元的直観に基づいた操作が行いにくい。

筆者らはこれらの問題点を解決する手段として形状の一部を平面で切り落とすカット操作で対応することにした。カット操作では幾何データ入力は平面の位置・向き決定という問題になるが、これには平面カーソルという新手法で対処した。このような考え方に従って凸多面体の作成実験を行った。

3. 平面カーソルの操作

平面カーソルは3次元空間の平面の位置・向きを2次元座標入力デバイスの操作により直接指定するものである。平面カーソルによる幾何データ入力は従来の3次元カーソルより正確かつ直観的に行える。

平面カーソルの操作は回転モードと平行移動モードに分かれ入力デバイス上のスイッチで切り換える。

回転モードでは入力デバイス上の手の2次元の動きによって平面カーソルを1点を中心に回転させている。この1点は平面カーソルと形状が交差する断面の重心位置に設定される(図1)。このとき回転量は手の移動量に比例し、回転方向は手の移動方向と1対1に対応する(図3(a))。回転軸は常に平面上にある。回転方向と手の移動方向の対応は、平面カーソルの向きを画面と一致させるように最小角度で回転させたときに両者が重なるようにとっている(図2)。結果として手を1ストローク動かすだけで直観的に任意の平面の向きを設定することができる。

平行移動モードでは入力デバイス上の手の1方向の動きを平面の法線方向への移動量に対応させている。手を1ストローク動かすことにより向きを保ったまま法線方向への位置ぎめができる(図3(b))。

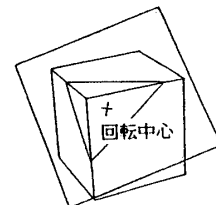


図1 形状と平面の交差

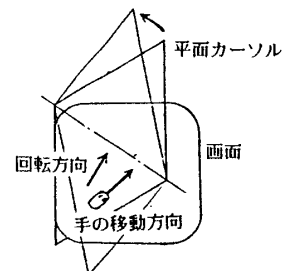


図2 手と回転方向の対応

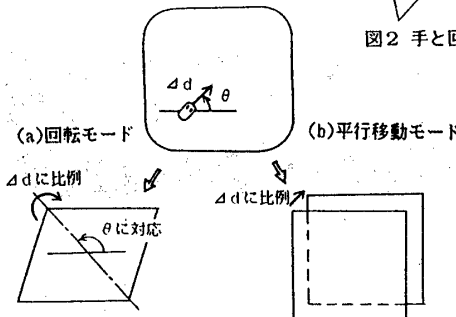


図3 平面カーソルの操作

4. 平面カーソルの表示

平面カーソルの表示は2つの方法を併用している。平面上に正方形を設定し、その投影像を表示する方法(図4(a))と、形状との交差によって生じる断面の投影像を表示する方法(図4(b))である。形状に対してより正確に平面を位置づけようとする図4(b)の断面表示による視覚フィードバックが重要になってくる。実際の表示は図4(c)に示すように平面によって形状の一部が切り落とされたような形にして把握しやすくしている。

図4(c)の表示は次に示すアルゴリズムで行う。

- 1)各頂点が平面のどちら側に属するか判定する(+を残す側、-を除去する側とする)。
- 2)交差稜線(平面と交差する稜線すなわち両端点が+-)をピックアップし、交点位置とその投影位置を算出する。
- 3)同一面に属する交差稜線を結びつけ交差稜線ループを生成する。
- 4)交差稜線ループに沿って交点間を線分表示する。
- 5)両端点が++の稜線を表示する。
- 6)両端点が+-の稜線は+の端点と交点間を線分表示する。

浮動小数点演算は1)の各頂点の+-判定と2)の交差稜線の交点位置とその透視投影位置の計算だけで済み、16ビットクラスのパソコンで充分動的な表示が可能である(図5)。

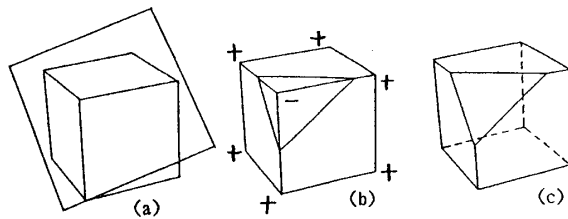


図4 平面カーソルの表示例



図5 平面カーソルの動的表示

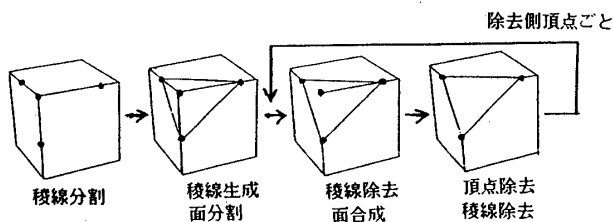


図7 オイラーオーバーレイによるカット操作

5. カット操作

平面カーソルを位置決めしたならばカット操作により形状の一部を切り落とす。このカット操作を繰り返していくことで逐次的に形状表面を変形していく。結果として目的とする凸多面体を作成することができる。図6は2つの凸多面体から構成される形状を本方式で作成した例である。

形状データはウィングドエッジ構造をとり、形状データ操作は図7に示すようにオイラーオーバーレイを介して行っている。

形状の表示は透視投影像を陰線処理しているが、不可視側の形状もカットするために不可視稜線を破線表示している(図4(c))。平面カーソルの断面表示についても同様に不可視側では破線表示している。

6. おわりに

平面カーソルによるカット操作により凸多面体を作成する方式について述べてきたが、実験により3次元形状が効率的に作成できることが確認された。現在、本方式を凹形状を含む任意の多面体を作成できるシステムへ拡張する作業を行っている。

最後に、本研究の機会を与えて下さった首藤正道ターミナルシステム研究部長、カット操作のソフト開発に協力して頂いた日本電気技術情報システム開発(株)の友枝敦氏に感謝します。

参考文献

- [1]千代倉, "ソリッドモデリング", 工業調査会
- [2]福井ほか, "投影面スケッチによるソリッドモデル入力法", 情処論文誌Vol.26, No.6, pp.1113-1120

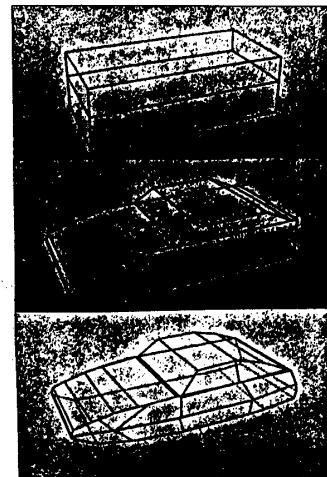


図6 形状作成例