

3次元形状入力のためのペンベースインターフェース*

3C-2

小森望 松田浩一 近藤邦雄†

埼玉大学‡

1 はじめに

工業製品の製作では一般にデザインスケッチ、模型製作、図面作成など数多くの工程を経て3次元モデルを生成する。これらの各工程間での情報には互いに交換性が無いことが多く、最終的に出来上がったモデルとデザイナーが最初にイメージした物が異なっている場合がある。このような工程間での意志伝達の問題を解決するためにデザイナーが直接CADを操作することが望ましいが、現在のCADシステムはデザインという行為に向いておらず、また、その操作に高度な熟練を要する。そこでデザイナーの描いたスケッチから直接3次元形状を生成するような研究が行われている。

ペンとタブレットを用いた手書きによる形状入力はデザイナーにとって従来のように紙と鉛筆を使ってスケッチをするのと同じような感覚でイメージを直接コンピュータに入力でき、CADの難しい操作を覚える必要が無いといったメリットがある反面、正確な入力が期待できないという欠点がある。人間はある程度の図形の歪みを補正して描きで意図したとおりの図形として認識するが、コンピュータは人間のような柔軟性を備えておらず、同じことを行うのは難しい。そのためユーザーが自分の意志をコンピュータに伝えるためには自分の意志を明示するためにさまざまな命令をコンピュータに与えなければならない。

本研究では3次元形状のスケッチ入力のためのペンベースインターフェースとして手書き入力の際の入力の不正確さを解消し、入力をよりスムーズに行うための形状制約を利用した自動修正と、ペン入力の特徴をいかして人の意図を直接指示する記号入力について提案する。

2 手書き入力の分析

本節では現在まで行われているスケッチ入力に関する研究について簡単に述べる。

五十嵐 [1] らによって対話的に入力された図形を整形するための手法が提案されている。これは2次元の図

形に関して対称、平行、垂直、等長といった幾何的制約を自動抽出し、入力の整形ができる。また、松田らによってスケッチインタプリタ [2] というものが提案されている。これは手書きで入力された透視図から消失点の計算、視点の推定をおこないスケッチの3次元復元を行うものである。切断の繰り返しによって概形の修正を行う。また、線分の重ね書きによって既存の図形の修正が可能であり、よりイメージに近い形状の生成を行うことができる。

3 自動修正と記号入力の提案

手書き入力における不正確さを解消するために入力された線分を自動的に補正するようにすることによって、ユーザはラフに描くことが許され細かい作業に神経を使うことなくよりスムーズにスケッチ作業を行うことができるようになる。

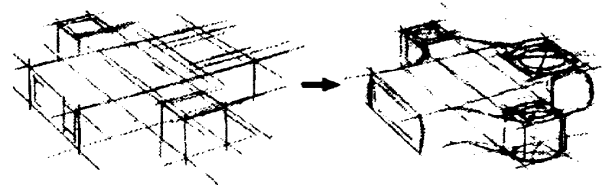


図 1: スケッチの例

図 1w に示したようにスケッチには製品の随所に平行、垂直、対称といったような特徴が見られる。このような図形のスケッチを描く際に、人間と同じようにユーザの描いた線分からこれらの特徴をある程度推測し、入力線分の補正を自動的に行うようにすればユーザの負担を軽くすることができる。

数学、主に初等幾何学で図形の性質をあらわすために用いられる記号に平行記号、垂直記号などがある。これらの記号は一般的に良く知られており特に図形を扱う人にとっては馴染みの深いものである。これらの記号を画面上に表示された図形に対して描き加えることによって図形の変形を可能にするとコマンド選択式のようなインターフェースより直接的でかつストローク数の少ない操作での指示が可能になり、“描く”と

*A penbased interface for 3D geometric modeling

†Komori Nozomu, Matsuda Koichi, Kondo Kunio

‡Saitama University

いった動作での指示になるのでペン入力にも適している。

4 入力線分の自動修正

新たに線分が入力されると、システムは線分の空間内での位置を推定し、既存の稜線との角度を比較し、新しい稜線が他の稜線との平行、垂直などを意図して描かれたものであると判断された場合にはそれに合うように修正される。図2に線分の修正過程を示す。(b)で入力された線分は直方体の上面に描いたものと判断され(c)で近隣の稜線と平行になるように修正している。(d),(e)も同様である。(f)では条件に合わなかったために修正は行われていない。

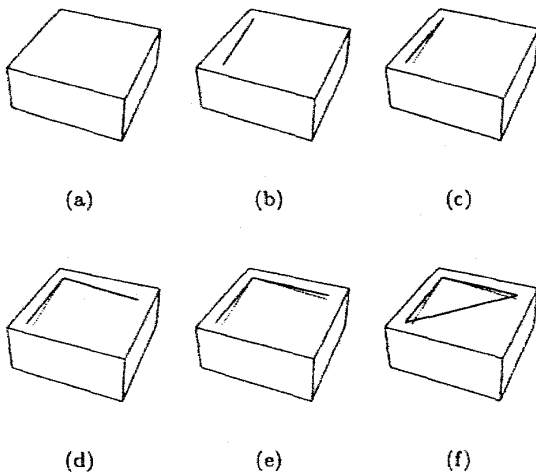


図2: 線分の自動修正の様子

5 記号入力による修正

図3(a),(b)は平行記号を用いて立体の修正を行った過程である。底面Aを基準とし、上面BをAと平行になるように指示をした結果である。2本の稜線に対して平行記号を描くとそれに対応した平面が修正される。ただ、任意の2本の稜線ではユーザがどの面に対して指示したのかを決定できないため、記号を付加する2本の稜線は同一の面上になければならないという制約がある。

また、図3(c),(d)は直角記号を用いて立体の修正を行った過程である。上面Aを基準とし、手前の面Bが面Aと垂直になるように記号を描いた結果である。Aの法線ベクトルとA,Bの交線方向ベクトルの両方に垂直なベクトルを修正後の面の法線ベクトルとすればよい。

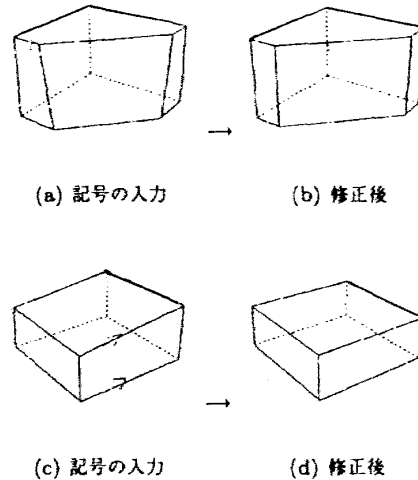


図3: 記号による図形の修正

立体においては平面上の図形に比べて立体として存在するための制約条件が厳しく、構成する頂点、稜線などを自由に移動することができない。記号入力に用いている記号が基本的に稜線への指示であって面への指示ではないので指示された稜線のみを移動を行うと不都合が生じる。そこで本システムでは面単位での移動を容易にするためにデータ構造として面ベース表現[3]を用いた。

6 まとめ

本研究では3次元形状入力のためのペンベースインターフェースとして入力された線分の自動修正と記号入力による形状修正の提案を行った。これにより、

- (1) スケッチを描く際に正確な入力の要求から解放され、よりイメージの具体化に専念することができる。
- (2) 手書き入力の特徴をいかした3次元形状の修正が可能になった。

参考文献

- [1] 五十嵐, 河内谷, 松岡, 田中: “制約を利用した対話的図形整形システム”, インタラクション '97 論文集 (1997).
- [2] K.Matsuda, et al: “Freehand Sketch System for 3D Geometric Modeling”, Shape Modeling International, p.p. 55-62 (1997).
- [3] 穂坂: “新立体モデリングの理論と応用”, 第14回設計シンポジウム講演論文集 p.p. 1-8 (1996).