7D−4

2次元図面からのソリッドモデル合成システム
− 2次元パターンの利用とかくれ線の省略 −

増田 宏, 松澤 裕史, 沼尾 雅之
日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所

1 はじめに

三面図に基づいてソリッドモデルを作成する研究は古くから行なわれてきた。現在では2次元CADが多く利用され、精度のよい図面が作成されるようになってきたため、図面データからソリッドモデルを作成することも可能になってきた。

しかし、従来の手法では、誤りがなく、かくれ線がもれなく書き込まれている三面図を前提にしているが、現実の図面では自明なかくれ線を省略したり、多少の誤りを含んでいることが多い。また、三面図が曖昧で複数のソリッドモデルに対応することもあるが、現実には多くの場合、常識的な判断によって一通りに絞り込まれている。

筆者らは、セルモデルを利用した手法を提案しており [1]、また、図面に誤った線分が含まれている場合に対処できる推論手法についても示した [2]. 本稿ではさらに、かくれ線の省略された三面図に対応する方法と、2次元図形パターンを利用して複数解を絞り込む方法について述べる。

2 かくれ線の省略への対応

まず、セルモデルを用いたソリッド合成法について簡単に説明する。図1はその手順を示している。(b) は三面図で対応する線分の組み合わせから生成されたワイヤフレーム、(c) はワイヤフレームに面を定義してサーフェスモデルを作成したもの、(d) は、面に囲まれた閉領域を検出してセルモデルとしたものである。セルモデルにおいて、投影図が三面図に一致するようにセルの組み合わせを求めたものが解ソリッドとなる。

かくれ線が省略されている場合、十分なワイヤフレームモデルを作成することはできない。図2はかくれ線の描かれた三面図 (a) と省略された三面図 (b) であるが、例えば、(a) の線分 h_1, h_2, h_3, h_4 が

A Solid Generation System from Orthographic Views.
H. MASUDA, H. MATSUZAWA, and M. Numao
IBM Research, Tokyo Research Laboratory

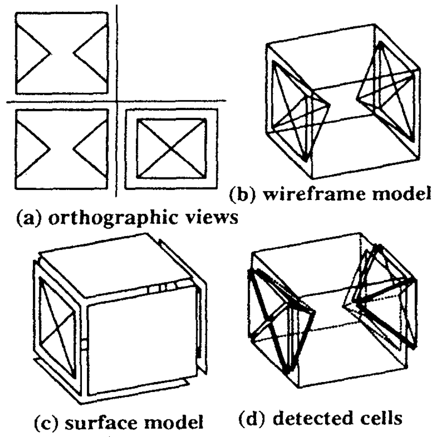


図 1: 三面図からのセルモデルの生成.

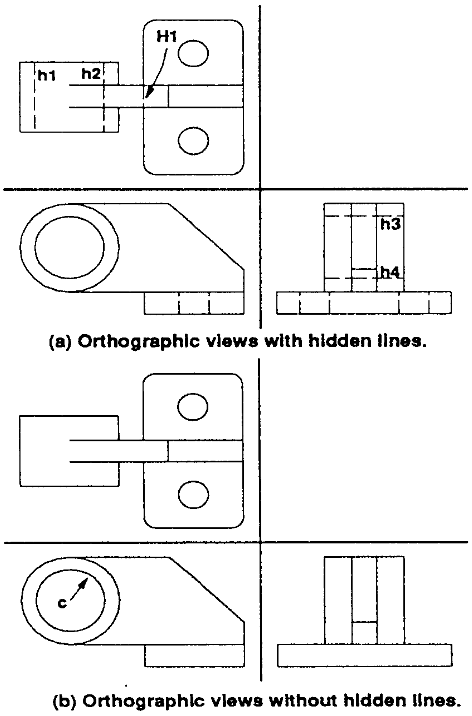
なければ円弧 c が貫通穴であることはわからない。

しかし、通常は穴の深さの情報がなければ、円筒の貫通穴と見做される。また、円筒以外でも、図2 (a) の線分 H_1 のように、隠されている部分では形状が大きく変化しないという前提がある。ここでは、このような前提条件を一般化して、(1) 省略されたかくれ線は主軸のいずれかに平行であるか、(2) 方程式の等しい2線分を繋ぐ線分である、という前提を用いる。この前提を用いれば、c のように、そのままでは立体として解釈できない部分に対応することができる。

三面図として立体になりえない部分を検出し、その部分にかくれ線を補うための手順は以下の通りである。

1. 図1 (b) で求めたワイヤフレームの投影図 W と三面図 V との比較を行ない、$V - W$ を線分の集合 $\{d_i\}$ として求める。仮想のかくれ線は、元の三面図に d_i の両端点から他の投影図に水平または垂直の線分を引くか、または d_i と同一の直線上にある線分を繋ぐ線分を加えることで得られる。その上で、ワイヤフレームを再計算する。

2. さらに、サーフェスモデルで、面の境界とならないワイヤを除去した後、1 の処理を行なう。同様



(a) Orthographic views with hidden lines.

(b) Orthographic views without hidden lines.

図 2: かくれ線の省略された三面図.

に、図 1 (d) のセルモデルでセルの境界上にない面とワイヤを除去した後、1 の処理を行なう。

この処理で追加した線分には、実際にかくれ線にはならない余分な線分も含まれている。筆者らのソリッド生成法では、三面図のすべての線分が現れるようなセルの組み合わせの条件をブール式の形で求め、ATMS で解の算出を行なう [1]. この場合、仮想のかくれ線に対応することは容易で、単に仮想のかくれ線に関するブール式を ATMS に与えなければ、仮想のかくれ線は現れても現れなくてもよいという条件のもとでのソリッド解が得られる。これにより、図 2 (a)(b) はどちらも同じソリッド解が算出される。

3 2次元形状パターンの解釈

三面図はしばしば曖昧である。特に、多数の穴が規則正しく開いているような三面図では、非常に多くの組み合わせが現れることがある。図 3 で示した三面図では、上面図の二重円 A, B, C, D は (A,D), (B,C) の組み合わせのいずれかが貫通穴であれば、残りは貫通穴でなくてもよく、解が非常に多数になってしまうという問題がある。

しかし、通常は、特に明記されない限り、同じ 2

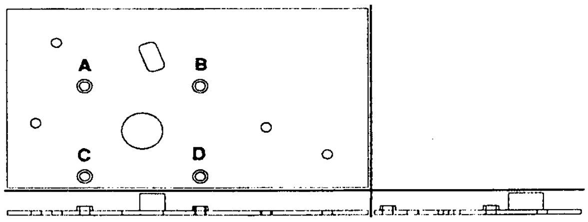


図 3: 多数のソリッド解を持つ三面図.

次元のパターンに対しては同じ解釈を与えるという暗黙の了解がある。ソリッド合成問題にもこの前提を利用し、不必要な解の提示や、解の個数が爆発的に増大することを防ぐことが望ましい。

2 次元パターンに関するこの前提を満たす解は、以下のように求められる。

(1) 2 次元パターンとして、あらかじめ定められた条件を満たす線分の集合を検出する。ここでは、各頂点が二つの線分に接続する連結な線分列を 2 次元パターンとする。さらに、検出された 2 次元パターンで合同なものを同一のグループにする。

(2) セル C_1, C_2 が同一グループの異なる 2 次元パターンに投影され、かつ、それぞれのセルの上面、正面、側面図のうち二つが一致するとき、

$C_1\overline{C_2} \Rightarrow nogood$, $\overline{C_1}C_2 \Rightarrow nogood$

という条件を ATMS に与える。ここで、nogood は矛盾する組み合わせを示している。

図 3 の場合では、幾何的情報のみによってソリッドの算出を行なった場合は解は 3 5 通りであるが、これらの条件を加えることにより、A,B,C,D はすべて貫通穴と解釈され、ただ一つの解に絞り込むことができる。

4 まとめ

三面図からソリッドモデルを生成するには、幾何的な情報だけでは限界があり、製図特有の前提条件を用いる必要ある。本稿では、かくれ線と 2 次元パターンに関して、製図で一般に用いられている前提を追加することにより、適切なソリッド解を算出できることを示した。

参考文献

[1] 増田宏、沼尾雅之、清水周一 , '非多様体形状モデラと ATMS を用いた三面図からのソリッド合成法,' 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.3, Mar. 1994. **[2]** 増田宏、沼尾雅之, '不完全な三面図からのソリッドモデルの合成,' 情報処理学会全国大会論文集, Oct. 1993.