

三面図の自動立体化のための検図機能

1 U-4

井上 恵介 増田 宏 岡野 彰

日本アイ・ビー・エム(株) 東京基礎研究所

1 はじめに

CAE/CAMの普及によって立体モデルの必要性が高まっている。しかし、3次元CADを使って立体を直接設計することはまだ一般的でなく、設計者の多くは2次元CADで図面を描いている。また、過去の設計データも殆んどが三面図である。

図面と立体モデルとの間のこのようなギャップを埋めるため図面から立体への変換方法が研究され([1])、商用の自動変換システムも存在する。

しかし現実の三面図(CADファイル)を変換しようとする、最大の障害は図面自身の間違いである。本研究の目的は、ユーザに三面図を修正してもらうため、図面の幾何的な不整合を見つけて助言を与えることである。

2 実際の三面図の問題点

[1]の立体生成手法は、以下の手順をとる。

1. 三面図の各稜線(=線分)の対応を調べ、3Dのワイヤースケッチモデルを作る。
2. ワイヤースケッチモデルに曲面を張り、セルモデルとする。
3. 三面図の稜線を過不足なく生じさせるセルの組み合わせを求める。

入力には「立体の全稜線を正確に投影した図面」が必要である。ところが、一般に図面では

- 稜線は接続関係を示し、幾何情報(大きさ、位置)の根拠としては使わない、
- 読み易くするため、推測可能な隠れ線は適宜省略する、

という原則がある。CADで書いた図面なら位置や大きさは正確と考えがちだが、実際には、図面間の頂点/稜線の不对応や細かいすき間などの小さなミスが多い。

これらは、技術者が図面を読む限りは都合よく解釈されるので問題にならない。しかし自動立体化では、図面中の稜線自体の幾何情報を頼りにするため、稜線の位置や大きさのずれは致命的な問題となる。ユーザに矛盾点を示し、修正のガイドをする必要がある。

3 不整合発見ルール

3.1 多面体の場合

三面図(正面図、平面図、側面図)の各頂点ごとに、他の図面との対応関係を検査する。

ルール 3.1 (多面体) 図面中の頂点 v において、 v を端点とする稜線 e があって、 e が v で他の稜線と滑らかに継ぎ合っていないとき、他の図面に v に対応する頂点がない。■

【証明】

稜線 e 、頂点 v を紙面に垂直方向に掃引した半平面、直線を想定する。この半平面には最低1本の3D稜線が乗っていて、直線 v 上の3D頂点 V に継ぎ合っている。3D頂点 V には3D稜線が最低3本は継ぎ合っており、それらは同一平面上にはない。よって頂点 V の図面への投影は、2D頂点になる。□

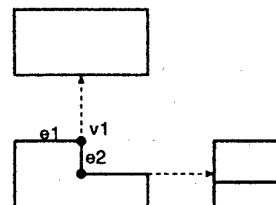


図2. 対応する頂点がない例

図2で言うと、正面図の頂点 $v1$ において稜線 $e1$ は上の条件を満たす稜線である($e2$ も同様)。従っ

て、平面図/側面図の $v1$ に相当する位置 (矢印点線の延長上) に頂点が存在するはずである。しかし平面図には頂点がないので誤りである。

3.2 一般の立体の場合

曲面を含む立体の場合、多面体との相違は図面にシルエット稜線が含まれることである。シルエット稜線は、3D 稜線としては存在しないが特定の方向に投影した図にだけ稜線として現われる。そこで一般立体では、ルールは以下のように拡張できる。

ルール 3.2 (一般の立体) 頂点 v において、 v を端点とする稜線 e があって、 e が v で他の稜線と滑らかに継いでいないとき、他の図面上に v に対応する頂点がないといけない。また e が v で他の稜線と垂直 (水平) 方向に滑らかに継いでいる場合、その連続した稜線が垂直 (水平) 方向に極値をとるなら、 v での接線の延長方向にある図面に v に対応する頂点がないといけない。■ (証明略)

図 3 で言うと、平面図で $e1$ と $e2$ は滑らかに継いでいて、その接線は垂直である。従って、正面図には $v1$ に対応する頂点があるはずである (側面図にはなくてよい)。

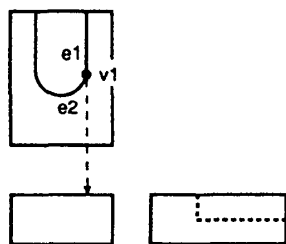


図 3. 対応する頂点がない例 (2)

4 検図例

図 4 は誤りのある三面図の例である。これに対して、ルールを用いて誤りを見つけた様子を図 5 に示す。平面図 (左上) の 5 つの頂点に関して不整合が見つかり、それに対応して正面図 (左下) に縦線が 2 本、側面図 (右下) に縦線が 2 本表示されている。すなわち「この線上に頂点があるはず」というヒントで、この問題ではこのヒント線分の一部をそのまま図面に加えてやれば正しい図面になる。

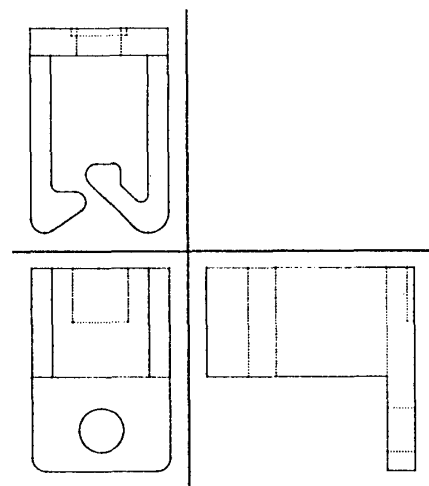


図 4. 誤りのある三面図

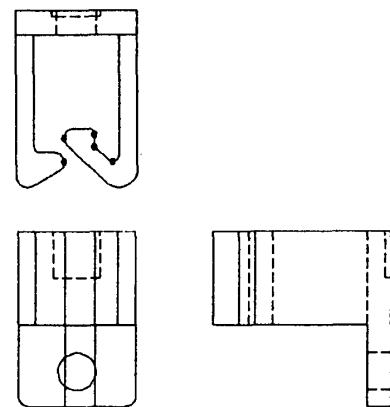


図 5. 検図結果

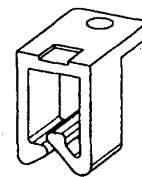


図 6. 最終的に得られた立体

5 おわりに

CAD 図面は自動立体化の障害となる誤りを多く含むため、立体化を試みる前に検図を行なうことが有効である。2 次元的な考慮であり、矛盾する頂点を見つけて修正のヒントを与えるだけだが、多くの図面ミスを直す助けになることがわかった。

参考文献

- [1] 増田他, 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 (1994)