

断面情報を用いた図面からの形状復元手法

1 U-3

松澤 裕史

増田 宏

日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所

1 はじめに

正確に描かれた三面図を対象として、2次元の図面からその形状を3次元のソリッドモデルに復元する手法については、古くから研究が行なわれている。しかし、三面図では全ての外形線やかくれ線を描くと複雑になり、図面の理解が困難になるなどの理由で、省略を含む図面や、断面図などの図面が現実には多く存在しており、これらの図面は従来手法ではソリッドモデル合成が困難である。

筆者らは、完全な三面図からソリッドモデルを合成する手法として、非多様体モデルをベースとして幾何推論を行い、これを実現している[1]。また、この手法を拡張し、断面図からソリッドモデルを復元する手法を提案している[2]。この手法では、ソリッドを復元する際に、その解を求めるための推論の条件を緩くしている。その結果、候補となる解の個数が多くなるという問題があった。本稿では、この問題を解決するための手法について述べる。

2 断面図からのソリッドモデルの合成

図1に、断面図の例を示す。この例は、多くの線分が省略されており、投影図としては、不十分なものである。しかし、その図面を人が理解できるのは、図面が下記の条件を満たしているからと考えられる。

条件1 図面上で、同一の大きさ、形状を持つ複数の閉領域（複数の線分によって囲まれた領域）は、ソリッドモデルにおいても同一の3次元形状を表している

条件2 合成の対象となる3次元形状は、閉領域の挿入による形状を組み合わせでできる形状である

条件3 ハッチングのある場所は、切断線で切った時に、そこが空洞でない

このような図面に対して、筆者らは、条件2を利用して、[1]の方法を拡張することにより、断面図からのソリッドモデルの合成手法を提案した[2]。

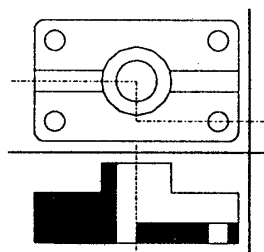


図1: 断面図

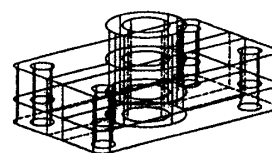


図2: セル分割モデル

3 断面情報の幾何推論への適用

[2]では、幾何推論において、条件を緩くしたため、多くの解を候補として出力する。これは、省略を補うため、ワイヤフレームモデル上になるべく多くのワイヤを張るようにした結果、多くのセルが作成されていること、および、条件を緩めることで、解をふるい落せず、セルの組み合わせが爆発したことに原因がある。ここで、セルとは、幾つかのサーフェースによって囲まれる閉空間のことであり、幾何推論とは、どのセルの組み合わせが、図面を満たすかを求めることである。

これらを解決するために、2章で挙げた条件1および条件3を適用する。まず、条件1を適用する。すなわち、同じ高さにある同一形状のセルは、推論において、同一の解釈をするという条件を加える。次に、条件3を適用する。すなわち、ハッチングのある場所のセルは、存在するという条件を加える。例を用いて説明する。

4 断面情報の適用例

図1から合成されたセル分割モデルを図2に示す。ここに、[2]の幾何推論を適用すると、24通りの解の候補が求められる。ここで、解とは、それぞれのセルが存在するか、しないかの組み合わせとして求められる。図2の22個のセルからは、 2^{22} 個の組み合わせが考えられ、その中から、24通りの組み合わせを解として求めている。

まず、条件1を適用する。説明のため、図3のように分離し、各セルをそれぞれ、A-Uとする。

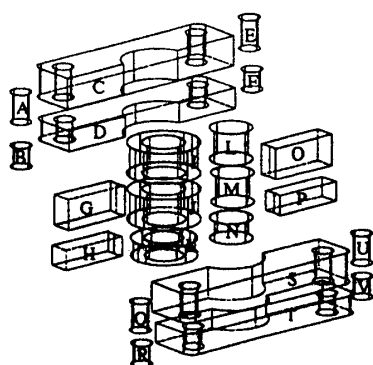


図 3: 合成されたセル群

同一の大きさ、形状の領域から挿引され、同じ位置、高さ、形状を持つセルは、(A,E,Q,U), (B,F,R,V), (C,S), (D,T), (G,O), (H,P) の6組である。これらに対して A が存在すれば、E,Q,U は全て存在し、A が存在しなければ、E,Q,U は全て存在しないというように、A,E,Q,U に対して、全て同じ解釈が与えられるように、幾何推論のための条件を加える。同様に、他の5組についても行なう。

さらに、断面図上のハッチングの条件を加える。図1の上面図の切断線を挿引し、切断面に相当するサーフェスモデルを合成する(図4)。

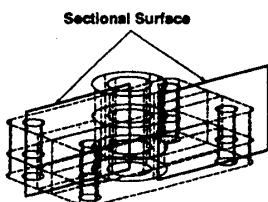


図 4: 切断面

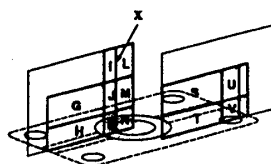


図 5: 干渉線

次に、この切断面と図2のセル分割モデルとの集合演算を行なう。図5に切断面とセルを取り囲むサーフェスとの干渉線を太線で示した。この例では、G,H,I,J,K,L,M,N,S,T,U,V のセルが、切断面と干渉する。これらの干渉線と断面図上のハッチングを比較し、ハッチングのある部分に相当するセルは存在する、という幾何推論のための条件を加える。この例では、G,H,I,J,K,T のセルは、存在するという条件が加えられる。さらに、干渉線のうち、セルIとLの間の干渉線(図5、X)は、ハッチングの外周に相当し、この干渉線が現れるための条件として、IとLがどちらか片方は必ず存在し、また、同時には存在しないという条件を付加することができる。他のハッチングの外周になる干渉線についても同様に、この条件を加える。

これらの条件を加えて、再度、幾何推論を行なうと、解の候補を図6の1通りに絞り込むことができる。

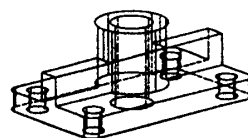


図 6: 絞り込んだ解

5 補助図面への対応

現在、断面図からのソリッドモデル変換手法では、その対象を上面図+断面図に限定している。しかし、実際の図面は、様々な方法で記述されており、これらに対処していく必要がある。例えば、図7のように、1枚の図面の投影方向が、X,Y,Z 軸にいずれにも平行ではなく、これまでのシステムでは、対処できない図面もある。断面図の手法を応用し、図面Bを挿引する。挿引の方向は矢印から、挿引の高さは図面Aから求めることができ、ワイヤフレームモデルを合成することができる。幾何推論の条件も矢印の方向から投影した稜線の見え方を用いることで、解を求めることができる。

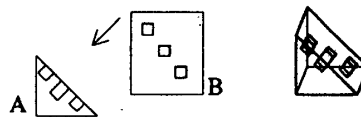


図 7: 断面図の応用

6 おわりに

3次元への復元の対象として、断面図は、省略を含むなど情報が欠落しているという点で、不利である。しかし、三面図には描かれないハッチングを利用したり、ある程度のおおきく前提をおくことで、情報の欠落を過不足なく補うことができることを示した。今後、さらに複雑な形状に対しても復元できるよう検討していきたい。

参考文献

- [1] 増田 宏, 沼尾 雅之, 清水周一: “非多様体形状モデルと 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, pp.453-460, 1994.
- [2] 松澤 裕史, 増田 宏, 沼尾 雅之: “断面図からのソリッドモデルの合成” 情報処理学会, 第 49 回全国大会, 6-209, 1994.