

4 B - 6

曲線形状を含む部品図面の解釈

金 昌憲 土田 修己 井上 正博 西原 清一
筑波大学 電子・情報工学系

1. はじめに

本研究は、曲線形状を含む機械部品を表した三面図を解釈し、それに矛盾しない3次元ソリッドモデルの復元を行うシステムの開発を目的としている。本稿では、復元対象として直線および円弧の切断面を含む板金3次元物体を選び、入力CADデータから復元を行う手法について報告する。この選択は、実際の機械部品の多くが、板金素材に加工を施して形成されている事実に基づいている。板金物体を表した三面図では面図間に強い拘束関係が現れるので、復元処理の過程でこの関係を活用し、処理の効率化をはかる。

2. 復元対象とする3次元板金物体

本システムの復元対象物体は、厚さ均一の連続した1枚の平面板金素材に、以下の2種類の加工を加えた3次元物体である。ただし、加工後、面同士の接触や、点接触、線接触が発生するような形態は認めない。なお、三面図の各面図上で楕円、楕円弧が正立配置されるように座標系を選ぶ。

- a. 切断 切断面は板金表面に垂直であり、切断による構造境界線は直線分または円弧から成る。なお、穴あけ加工は許す。
- b. 折り曲げ 折り目は直線とし、円筒面、円錐面等の連続した曲げは認めない。また、穴をまたぐ折り曲げは許す。

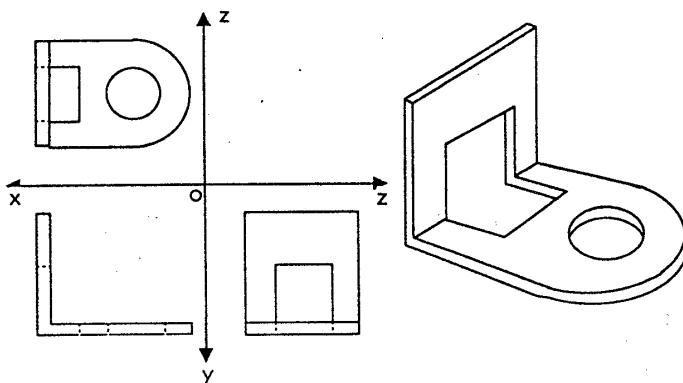


図1. 復元対象物体の例

3. システムの概要

多面体復元アルゴリズムを拡張して曲線、曲面を扱えるようにするには2つの方策がある。1つは、曲線を多角形近似し、多面体復元アルゴリズムを利用する方法、もう1つは曲線をそのまま処理する方法である。本システムでは後者を採用する。

本システム全体の処理の概要を図2に示す。まず、意図した3次元物体を三面図向きCADシステムを用いて計算機に入力し、点データ、直線/曲線分データを得る。次に、板金物体復元システムにより各3次元要素を順次ボトムアップ的に復元する。さらに面の組み合わせ探索を行い、ソリッドモデルを復元する。最後に3次元シーンをグラフィック・ディスプレイ上に対話表示する。

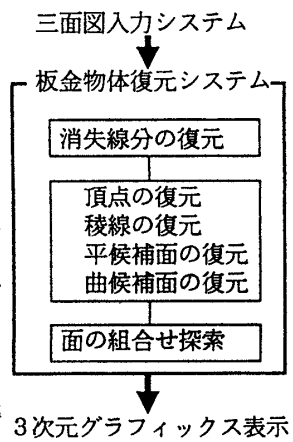


図2. システムの概要

4. 各3次元要素の復元

板金物体の切断面に円弧が含まれる場合、稜線を復元するフェイズで、シルエット稜線または接線稜線の消失が発生することがある。予め三面図の各面図間で線分の対応を取り、これらの稜線に対応する消失線分の復元を行う。また、稜線の復元にあたっては、3次元円弧が三面図の面図間で図4の例にみるような拘束関係をもつ性質を利用して、処理を効率的に行うことができる。曲候補面の抽出は、互いに近接した並行な2平面を探し、それぞれの上にある曲稜線間で組み合わせ探索を行うことにより行う。

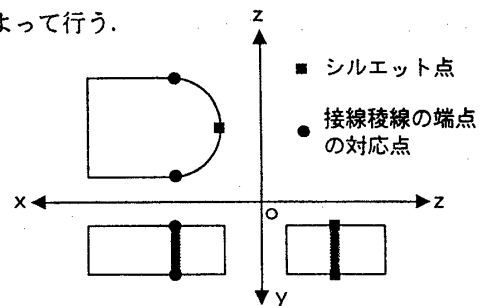


図3. 消失線分

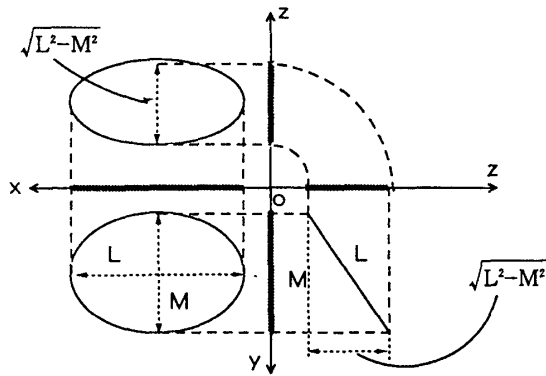


図4. 3次元円の三面図への投影

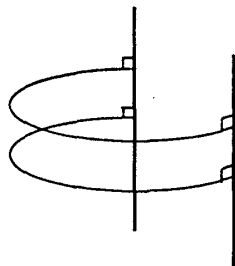


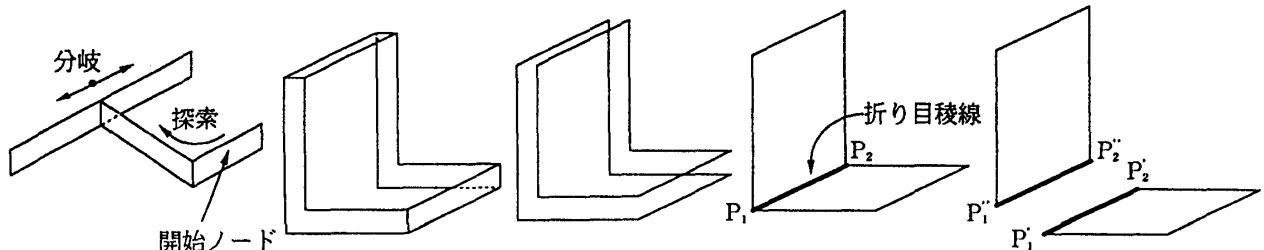
図5. 曲候補面の抽出

5. 候補面の探索による復元

候補面の組合せ探索により,三面図に一致する全ての3次元板金物体を復元する.探索は以下のような手順で行う.

- [1] 候補切断面を全候補面の中から抽出する.
- [2] 候補切断面を再帰的に貼り合わせて切断面ループを作る.
- [3] 候補切断面同士が共有する稜線以外の稜線によって,稜線ループのペアを作る.
- [4] 折り目稜線を抽出する.
- [5] [3], [4] で求めた稜線により,同一平面上に存在する稜線ループを作る.
- [6] 各稜線ループに対応する候補面が存在するかどうかをチェックする.
- [7] [1] で求めた切断面と合わせて,板金物体を構成する面の組を得る.

探索においては,以下の2つの条件を適用する.これらは,復元した面の集合が三面図に一致する3次元物体を構築するための必要十分条件である.



(a) 切断面の探索 (b) 切断面ループ (c) 稜線ループの分割 (d) 折り目稜線の抽出 (e) 同一平面上の稜線ループ

図6. 切断面優先の探索

- 条件1. 3次元物体が存在するための必要十分条件
- (Rule 1a) 任意の稜線について,その稜を共有する面の個数は2個である.
- (Rule 1b) 稜線を介さずに交差する複数個の候補面があるとき,たかだか1つの候補面が実在する.
- 条件2. 復元された多面体と元の三面図との一致
- (Rule 2a) 三面図を構成するすべての線分について,対応する稜線が存在する.
- (Rule 2b) 破線を境界とする領域に対応する面は,その破線位置において,面を隠蔽する,視点により近い面が存在する.

条件1は,3次元物体の基本的性質を多面体に適用したものである.条件2は,元の三面図と復元される3次元物体が一致することを保証するための必要十分条件である.

6. まとめ

三面図をもとに,直線および円弧の境界線を含む板金物体を復元するシステムについて報告した.今後は,薄い板金物体の厚さ成分が消失している場合や,楕円,楕円弧が正立していない場合等,より現実的な記法で描かれた三面図を解釈するシステムを検討する.

参考文献

- [1] Markowsky, G., Wesley, M, A : Fleshing Out Wire Frames, IBM J. Res. Develop, Vol. 24, No. 5, 582-595(1980).
- [2] Aldefeld, B., Richter, H.: Semiautomatic Three dimensional Interpretation of Line Drawings, Comput. & Graphics, Vol 8, No. 4, 371-380(1984).
- [3] 横山,河上: 三面図から曲面を含む立体の自動生成, 日本機械学会論文集 (C編),56巻,526号,174-179 (1990).
- [4] 高橋,伊藤: 疑似ブール代数解法による三面図からの曲面物体の自動合成,グラフィクスとCAD,49-1, 情処学会 (1991).
- [5] 西田,張,西原: 面の組合せ探索による三面図の解釈, 人工知能学会,Vol. 6, No. 2, 96-104(1991).