

プリミティブ合成による概略三面図からの 3次元モデルの復元

1 V-8

川崎 純一 印南 智仁 李 江洪 西原 清一
筑波大学 電子情報工学系

1 はじめに

三面図から3次元モデルを復元する従来の研究は[1][2]、幾何学的に整合のとれた三面図を前提にしたものである。しかし、設計途中の図面からの3次元モデルの提示も必要であり、不完全な図面に対応した復元手法の研究が進められている[3][4]。本研究は、おおざっぱに描かれた三面図から物体の概略の3次元モデルを生成する手法を提案する。3次元モデルの復元方法には、B-repsとCSGの2つがあるが、本手法ではCSGによる復元を行なう。これは入力された図面に対し何らかの3次元モデルを提示できるようにするためである。

2 概略三面図からの3次元モデルの復元

2.1 概略三面図とは

本稿で定義する概略三面図は、物体の大まかな形状を表した三面図である。つまり、各面図間で必ずしも線分の対応のとれていない場合がある。図1は概略三面図の例である。

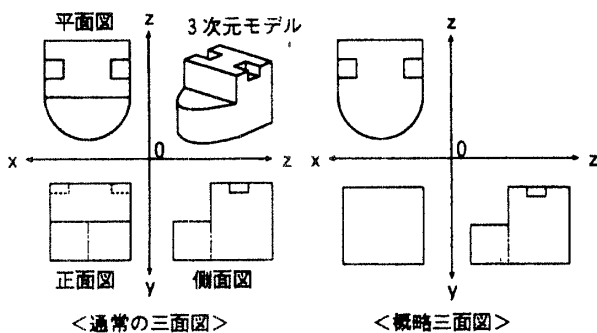


図1: 通常の三面図と概略三面図の例

2.2 CSGを用いた従来手法による復元

CSGでは、直方体、円柱といった基本的な立体形状（プリミティブ）に集合演算を施して3次元物体を表現する。CSGによる復元では、図面中にプリミティブを投影すると現れる2次元図形（基本図形と呼ぶ）の組を見つける。そして、その組に対応するプリミティブを生成する。

CSGを用いた従来手法による復元を以下に示す。

1. ループ抽出、分割：各面図の閉じた線分の並び（ループ）を抽出し、基本図形と非基本図形に分類する。非基本図形は基本図形へ分割する。抽出、分割パターンは複数存在するが、各パターンについて以後の処理を行なう。

2. プリミティブ生成：三面図間でループの対応をとり、とれる場合にはプリミティブを生成する。とれない場合は、そのパターンを除去し、別のパターンに対して対応付けを行なう。そして、各面図ごとにループの組合せを求め、最終的に各面図のループが全て対応する組合せを求めプリミティブの組を生成する。

3. CSG tree生成：プリミティブの結合関係を求め、集合演算による組合せを表すCSG treeを生成し解を得る。

2.3 本手法の基本方針

概略三面図では、三面図間でループの対応がとれない場合がある。このため、従来手法では全ての分割パターンが消去されてしまいループの対応情報を作れない。よって、3次元モデルを復元することはできない。そのため、本手法では以下のような基本方針をとることとする。

1. ループ抽出では、基本図形ループ全てを抽出する。

2. プリミティブ生成では、三面図間で対応のとれていない場合でもプリミティブを生成する。この際、対応のとれていない面図に長方形をあてはめる。

3. CSG tree生成では、プリミティブを対応のとれた面図数で分類し、CSG treeを各分類ごとに生成する。

4. 基本図形は、長方形、直角三角形、四分円とする。これらで表現できるプリミティブは直方体、三角柱、四分円柱、四角錐、三角錐、四分円錐、八分球となる。

3 プリミティブの生成と合成

本手法の処理概要を図2に示す。

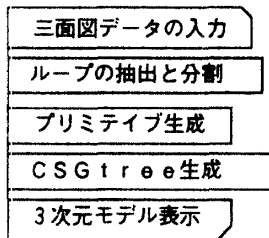


図2: 処理概要

3.1 ループの抽出と分割

ループ抽出では、各面図ごとに基本図形ループ全てを抽出し、単純領域（その領域を分割する線分がない）と複合領域（単純領域を組み合わせてできる）とに分類する。基本図形の線分として使用されない線分がある場合、その線分を含むループを非基本図形として抽出する。

ループ分割では、非基本図形に線分を補って基本図形へ分割する。分割方法は補い方により複数存在するが、分割後のループ数が最も少なくなるものを全てを保持する。図3に図1で示した概略三面図の分割後の基本図形を示す。

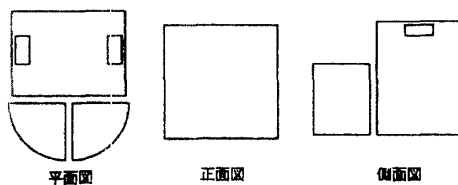


図3: 分割後の基本図形

3.2 プリミティブ生成

各非基本図形の分割パターンに対して、次の手順でプリミティブ生成を行なう。

step1: 各面図について、単純領域の基本図形を他の面図の基本図形（単純領域、複合領域）と対応を取り、3つの面図で対応のとれた場合プリミティブを生成する。

step2: step1で使用されなかった単純領域のループに対して、そのループがstep1で使用したループを組み合わせで作れるか調べる。作れる場合は、そのループはプリミティブを生成しなくてもよいとする。

step3: step2終了後に単純領域の基本図形ループが残っていた場合、対応するループがない面図に長方形を当てはめ、それらのループからプリミティブを生成する。

3.3 ツリー構造を用いるプリミティブ合成

プリミティブの合成を次の手順で行なう。

step1: プリミティブを生成する際に対応をとった面図の個数によってプリミティブを分類する。

step2: 包含関係からプリミティブの符号を判定する。

step3: 3つの面図のループから生成されたプリミティブに関して、3次元モデルの構成を決める CSG tree を生成する。

step4: 2つの面図、1つの面図のループから生成されたプリミティブで CSG tree を生成し、step3の tree につなげる。

図1で示した概略三面図から作られる CSG tree を図4に示す。

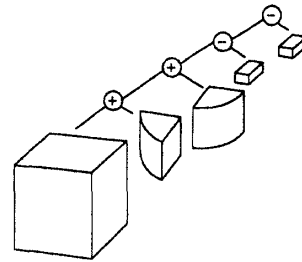


図4: CSG tree

4 実行例

図1に示した概略三面図から復元される結果を図5に示す。

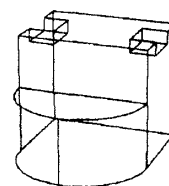


図5: 実行例

5 おわりに

本稿では、物体の大まかな形状を表した三面図から3次元モデルの概略を復元する手法を提案し、その処理手順を示した。また、この手法を用いたシステムを開発し、有効性を確認した。

参考文献

- [1] 西原: 図面理解による3次元モデリング, Computer Today No.56(1993).
- [2] 北島, 田坂: プリミティブの直和および差演算の CSG を出力する三面図解釈の一手法, 情処研報, Vol.93, No.62, CG-63(1993).
- [3] 田村, 梅澤, 狩野, 西原: 省略の含まれる三面図からの3次元モデルの復元, 情処研報, Vol.95, No.63, CG-75(1995).
- [4] 印南, 田村, 狩野, 西原: あいまいな三面図の概略理解手法, 第52回情処大会(1996).