

複合形状特徴モデリング

1V-3

田島 玲 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

3次元ソリッドモデルは製品設計から生産設計および評価までを一貫して扱える形状表現としてCAD/CAM/CAEにとって必要不可欠な技術である。そして、計算能力やメモリ容量の進歩によって、複雑な製品形状でも十分ソリッドモデルとして計算機で扱うことが可能になってきた現在、ソリッドモデルを作っていく技術、すなわちモデリング手法の確立が課題になっている。これは設計者が求めている形状を、いかに効率良くコンピュータ上に再現できるかという問題としてとらえることができる。

本稿では、設計過程を「形状特徴を組み合わせていく過程」ととらえることによって、データを部品化、再利用し、入力を効率化していく方法を検討する。ここで形状特徴は、ステップ、穴、といった単純なものから、そのまま一つの部品となるような複雑なものまでを含む広い意味で用いる。

2 3次元ソリッドモデリングの現状

2.1 幾何制約に基づく形状特徴モデリング

形状作成後の変更操作に対応できるような形状特徴情報の表現手段として、幾何制約を利用したものがある。ユーザーが、一つのプリミティブのある面と、他のプリミティブのある面が一致する、といった制約を入力しつつモデリングを行なう。入力されたシンボリックな表現を元にシステムが幾何推論を行ない、その結果としてそれぞれのプリミティブの絶対座標を得る。データは幾何制約情報のレベルで保持される。モデリング時の入力が少なくなることと、一部の設計変更が推論によって関連部分に伝播するためにモデルの修正が容易になることが主なメリットである。

2.2 現状の形状特徴モデリングの問題点

幾何制約を用いることにより、入力操作が簡略化され、また、後からの設計変更が容易になった。しかし、

幾何制約を指定する単位が用意されているプリミティブ(多面柱、錘、円筒など)に限られている。また、入力時の操作は保持されないため、例えば、複数のプリミティブからなる同じ処理を、4つのコーナーに施す、という場合、4回同じ手順を繰り返す必要がある。

3 複合形状特徴

幾何制約情報によって形状を表現してあれば、それを一般化し、制約情報のみを保持することによってデータを再利用しやすい形で保持することが可能である。ここでは、そのための方法論として”複合形状特徴を定義する”ことを検討する。単純な形状を組み合わせて複雑な形状を定義し、さらにそれをより複雑な形状の定義に利用する、という形でデータの再利用を行なうのである。

複合形状特徴を構成するプリミティブ間の幾何制約は複合形状特徴の定義時にあらかじめ指定しておく。モデリング時には、複合形状特徴全体として、位置ぎめするのに必要な幾何制約のみを与えればよい。こうして、複雑な形状を一つの部品として扱うことができる。位置ぎめに必要な幾何制約は複合形状も単一プリミティブもほぼ同じであるから、一つの複合形状特徴を構成するプリミティブの数が多くなるほど、入力の効率は良くなる。例えば、図1のような形状を作成するとする。通常は、まずステップを切り、新たにできた面との一致条件を指定して、さらにフィレットを加える必要がある。ここで、この2つをまとめて1つの複合形状として登録する。すると、モデリング時に必要な幾何制約はステップのみの場合と同一であり、ほぼ同じだけの手間でこの形状を得ることができる。

3.1 形状特徴データの部品化

現在、幾何制約条件を設定していくことによりモデリングするCADが利用可能である[1]。これを前提として、複数プリミティブを使った形状特徴データの、再利用可能な部品としての定義、管理方法を示す。

一つの複合形状特徴は、いくつかの、幾何制約の対象となる幾何エレメント(直線、面など)を与えれば固定できる部品、として定義できる。図2の部品は、一つ

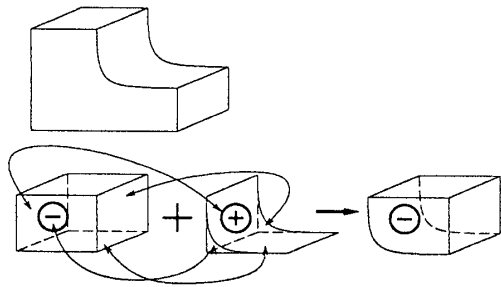


図1: 幾何制約を用いた複合形状の定義

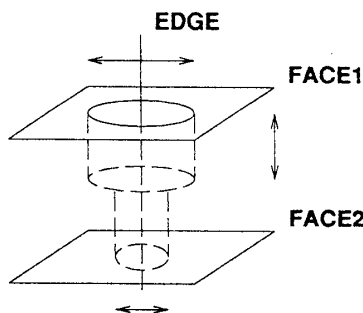


図2: 複合形状特徴 部品例

の直線 EDGE と二つの面 FACE1、FACE2 を与えてやれば形状として確定される。構成するプリミティブ間の幾何制約は定義内に隠蔽できる。部品全体を固定するのに必要な幾何制約はプリミティブ単体を与える場合と大差ない。

こうして、(複合)形状特徴を部品として扱い、「固定するのに必要な幾何制約」をもとに管理することができる。

3.2 形状特徴データの管理

再利用を実用的なものにするには、新たに登録された複合形状特徴をデータベース上に保存し、それを要求に応じて検索、提示する機構が不可欠である。とくに、モデリングに用いる、という目的から、「ネジ穴をあけたい」、「これに似た形が欲しい」、「この角を処理したい」といった抽象的で多様な要求に対応することが望ましい。そこで、知識工学から、概念の階層化手法を取り入れる。

3.2.1 概念の階層化手法

この手法は、KL-ONE [2] で最初に採用された。異なる抽象度の概念=クラスを管理する方法で、クラス同士の包含関係を定義し、それをもとにクラスのツリー構造を構成する。

形状特徴のデータを、該当する形状概念クラスのイン

スタンスとして保存することにより、データと概念を結び付けた管理が可能となる。データの登録時に多くの計算量を要するが、検索時の計算量が少ないのが特徴である。

3.2.2 形状特徴データの管理への応用

基本的なクラスとして、ステップ、穴、フィレットなどを用意する。より複雑な形状はこれらを組み合わせて構成される。

よく用いられる形状、設計者にとって意味のある形状については、用意されたクラスから継承して新たなクラスを生成する。例えば、段つき穴(図2: 中心軸が同一で直径の異なる2つの穴からなる形状)を、穴クラスの子供のクラスとして定義することができる。データを登録しつつ、こうしたクラスを生成していくことにより、クラス構成は常に成長を続ける。

3.3 検索データの適用

検索されたデータ=複合形状特徴が必要とする、幾何制約の対象エレメントをモデラー上で与えてやり、推論機構を通すことにより、作成中のモデルに複合形状を再現することができる。

4 おわりに

本稿では、設計過程を「形状特徴を組み合わせていく過程」ととらえることによって、データを部品化、再利用していく枠組みを提案した。ATMSを用いて幾何制約情報を扱うことのできるCADを土台とし、知識工学の概念の階層化手法を応用して、さまざまな検索に対応できる複合形状データ管理機構を設計した。

参考文献

- [1] S. Shimizu, K. Inoue, and M. Numao, "An ATMS-Based Geometric Constraint Solver for 3D CAD," *Proceedings of the Third International Conference on Tools for Artificial Intelligence*, San Jose, California, 1991.
- [2] James Schmolze and Thomas Lipkis, "Classification in the KL-ONE Knowledge Representation System," *Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, IJCAI, 1983.