

アセンブリモデルを用いた統一的パラメトリックスの可視化

佐波 晶 吉田 典正 北嶋 克寛
東京農工大学

アセンブリモデルにおけるパラメトリックスを考えた場合、パラメトリックスの解法という問題のほかに、モデルの入力・操作の問題がある。パラメトリックスに関する情報の可視化はアセンブリモデルの入力・操作において大きな意味を持っている。アセンブリモデルの可視化において、モデルに含まれる拘束関係および階層構造を用いることで、より効率的な可視化が可能である。本研究では、提案しているアセンブリモデルから可視化の対象となるパラメータを自動的に選択する手法、およびパラメータの表示方法について提案する。

Visualization of Unified Parametrics for Assembly Models

Sho SANAMI, Norimasa YOSHIDA and Katsuhiko KITAJIMA
Tokyo University of Agriculture and Technology

In unified parametrics for assembly models, several problems, such as how to solve the parametrics and how to input or manipulate assembly models, exist. The visualization of information concerning parametrics plays an important role in the manipulation of assembly models. By taking advantage of constraint relations and hierarchical structures embedded in the model, efficient visualization of an assembly model is possible. In this research, the automatic selection of parameters for visualization, as well as the visualization method of parameters, is presented.

Keyword: Assembly Model, Parametrics, Visualization

1. はじめに

近年は商用の CAD においても複数の部品を扱えるものが一般的になり、その機能も単なる部品配置を行えるだけのものから、組立て情報を扱うものや、パラメトリックスについても、部品レベルだけでなく、複数の部品間の拘束を扱えるようなものまでも登場し始めている。一方、CAD のデータの標準化を目指す STEP においても、形状データの標準化はすでに終わり、製品全体（以下、アセンブリと呼ぶ）のデータの標準化を目指すアセンブリモデルが注目を集めつつある。またこれに伴い、パラメトリックスについても、単一部品のパラメトリックスではなく、複数の部品にまたがるパラメトリックス、すなわちアセンブリに対するパラメトリックスが話題になり始めている。

アセンブリにおけるパラメトリックスを考えた場合、機構解析や機構の総合など、個々の事例に対してパラメトリックスを解くという問題のほかに、ユーザがどのように入力しシステムが結果をどのように表示するか、つまりアセンブリモデルの操作および視覚化という問題がある。これらの問題はアセンブリモデルと独立に存在しているわけではなく、データ構造および拘束の表現と密接に関係している。アセンブリモデルの構造およびパラメトリックスに関する研究は多く存在するが、その入力法および視覚化についての研究はほとんどない。本報では、アセンブリモデルによって表現する対象物を機械製品に限定して視覚化手法について論じ、不必要なパラメータを表示しないためのルールを提案する。

2. 統一的パラメトリックス

機構の運動を含めてパラメトリックスを考える場合、ある瞬間ごとに注目し、静的な状態の連続と考えることで、運動変数（時間に対して変化するパラメータ）を寸法変数（時間に対して変化しないパラメータ）と同じように扱うことができる。このとき、機構の運動は、運動変数の値を各瞬間における値に変更することによって扱われる。

パラメトリックス問題は、その種類にかかわらず、すべて次のような手順で方程式を作成しそれを解くことにより、未知変数となるパラメータを定める問題に帰着される。

1. アセンブリとして成り立つための構造条件式を、アセンブリモデル内に記述されている情報から自動生成する。すべてのパラメータが未知変数となる。
2. 人が与える拘束条件式を追加する。
3. パラメトリックス問題の種類に応じ、既知となるパラメータが定まり、残りのパラメータを未知変数として、連立方程式が得られる。
4. 連立方程式を解く。

以上の手順を用いることで、アセンブリにおけるさまざまなパラメトリックス問題を統一的に扱うことができる。この考え方を統一的パラメトリックスと呼ぶ。統一的パラメトリックスの可視化は各パラメータの表示、およびパラメトリックス問題を解いた際のアセンブリの状態を表示することに相当する。

3. アセンブリモデル

アセンブリモデルは図1のように、アセンブリ、サブアセンブリおよび部品とその拘束関係を階層的に表現する。ここで、アセンブリ、サブアセンブリ、部品は共通する性質を持つため、これを構成要素（component）と呼び、同じデータ構造で表現する。

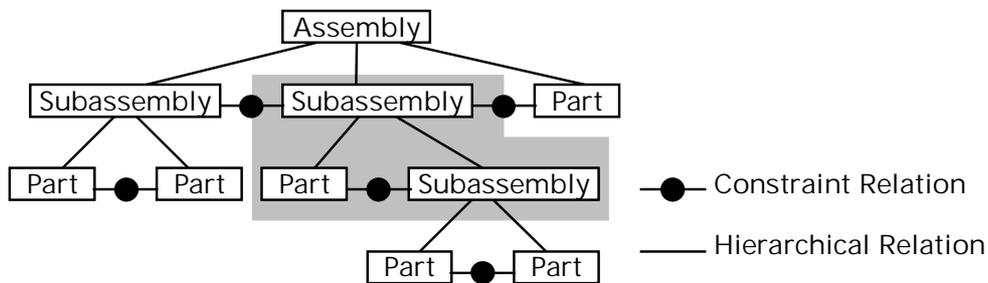


図1 アセンブリモデルの概要

構成要素間の拘束関係は、各構成要素について定義付けられているアセンブリフィーチャを通して構成要素同士を拘束する。図1の網掛け部は図2のようなモデルで表現される。

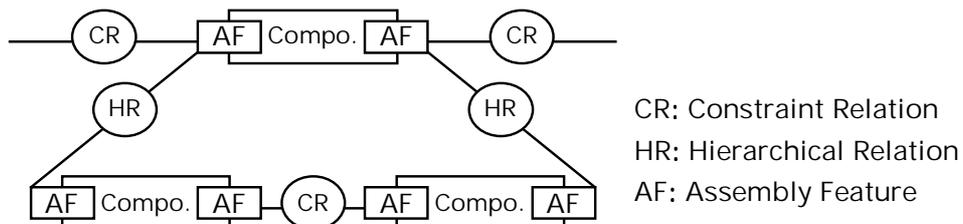


図2 構成要素間の拘束関係

図2のモデルは図3のようなデータ構造で表現される。

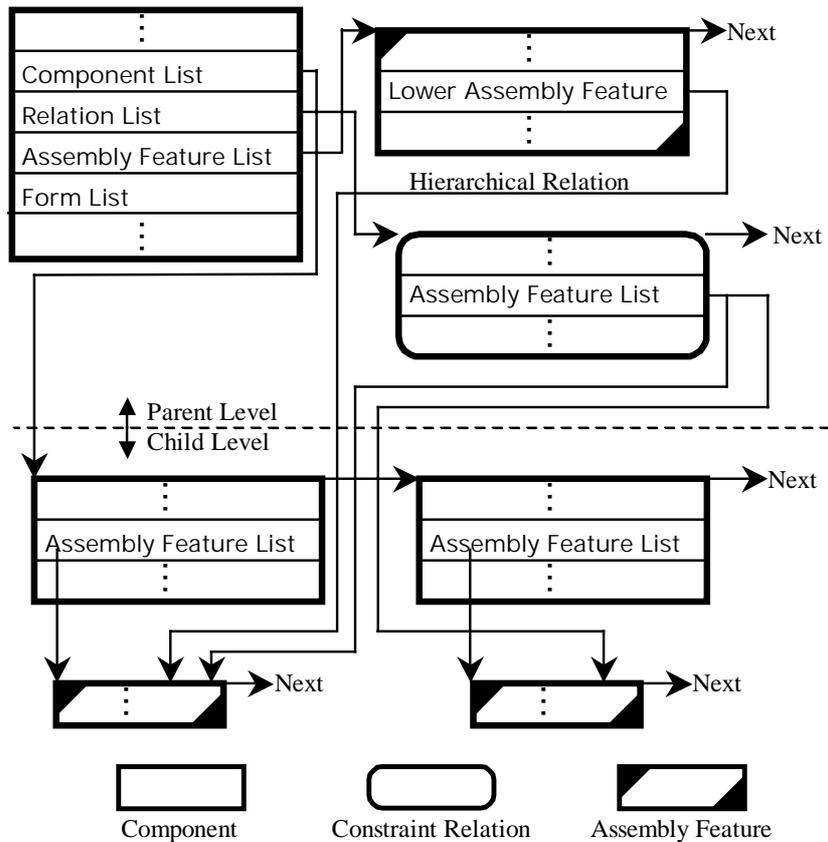


図3 構成要素間の拘束関係に対応するデータ構造

パラメータは、アセンブリモデル内に次のような目的で用いられている。

1. Relation List に関係を表す変換行列の並進・回転成分のため
2. Assembly Feature List にアセンブリフィーチャの相対的な位置・姿勢を表すため
3. Form List に形状をパラメトリックに表現するため

4. パラメトリックスの可視化

アセンブリモデルにおいて統一的パラメトリックスの可視化は、アセンブリに対してユーザが意図した操作をする際、必要となる情報を示すために行う。アセンブリモデルにはパラメータを含め多くの情報が保持されるため、パラメトリックスを可視化する上で、どの情報を表示して、どの情報を表示しないかの判断が重要となる。また、表示する情報をどのように表示するかは、アセンブリモデルにおける拘束の表現と直結する問題である。

パラメトリックスの可視化は次の3つに大別できる。

1. パラメータに応じた構成要素の位置・姿勢および部品形状の表示
2. パラメータの表示
3. パラメータ間の関係式の表示

4.1 パラメータに応じた構成要素の位置・姿勢および部品形状の表示

パラメトリックスに入力されたアセンブリモデルに対して、具体的な問題を与えることで未知なパラメータの値を求めることができる。パラメータは、構成要素間の拘束関係や部品の形状を表現するために用いられており、具体的な値を決めることでアセンブリモデルの表現するアセンブリを表示することが可能となる。また、どの構成要素を選択しているかを示すため、選択中の構成要素以外の構成要素は半透明、ワイヤフレームでの表示、もしくは非表示にすることができる。

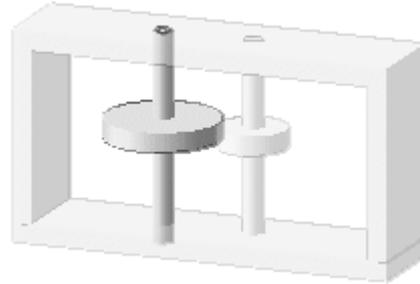


図 4 半透明で表示した例

4.2 パラメータの表示

アセンブリモデルにおけるパラメータは、構成要素間の拘束関係および部品形状の表現など、データ構造のいたるところで用いられており、アセンブリのパラメトリックスな表現をする上で非常に重要な役割を果たしている。このパラメータを表示することはパラメトリックスの可視化において非常に重要である。パラメータを表示する場合、どのパラメータをどのように表示するかという問題がある。

4.2.1 表示するパラメータの選択

アセンブリモデルには多くのパラメータが含まれており、これらすべてを表示することは現実的ではなく、なんらかの基準をもって表示するパラメータを少なく抑えることが必要である。エキスパートシステムと連動することも考えられるが、本研究では選択した構成要素に含まれる情報とした。

選択した構成要素に含まれるパラメータから、表示するパラメータをさらに絞り込むため、次のようなルールを決めた。

1. 注目している構成要素の子以下のパラメータは表示しない
2. アセンブリフィーチャの相対的な位置・姿勢に関するパラメータは表示しない
3. 90,180,270度の角度を表すパラメータは表示しない
4. 長さを表すパラメータが0なら表示しない

1のルールは、アセンブリの階層が設計上の分類であり、適切に指定されていることを前提としている。アセンブリフィーチャは形状と密接な関係を持つため、2のルールによって重複した表示を避けることができる。3のルールを与えることで、拘束関係を表現するための変換行列のうち、自由度を表現するため以外の回転行列に関するパラメータを除外することができる。4のルールにより、接触している状態および、一直線上にならんでいる状態における unnecessary 距離表示を避けることができる。

4.2.2 パラメータの表示方法

パラメータの表示は、機械図面による寸法指定を参考にし、三次元空間内に寸法引出し線および寸法値を表示する(図5)。したがって、パラメータによる拘束は二次元平面上で表現できなければならない。

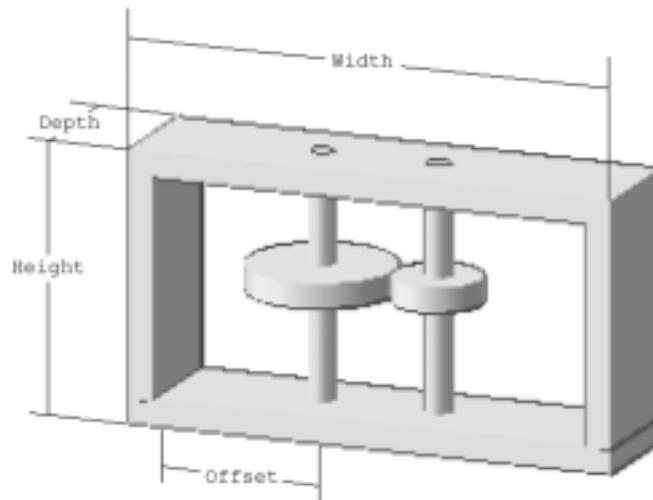


図 5 パラメータ表示の例

パラメータは変換行列の並進および回転成分，もしくはプリミティブ形状の大きさを表すため，表示方法はそれぞれの場合を考慮し3つに分類する．

1. 1回転軸を基準に角度を拘束するパラメータ
2. 空間内の二点の距離を拘束するパラメータ
3. 部品に含まれるプリミティブ形状を表すパラメータ

1 は回転軸と垂直に交わる平面を考え，この平面上で角度を指定する．2 は二直線および二平面間の距離も兼ねている．3 はプリミティブ形状ごとに指定するパラメータ数およびその役割が異なるため，一つ一つのプリミティブに対してパラメータを用いた寸法表示を行うプログラムを用意する．

4.3 パラメータ間の関係式の表示

個々のパラメータの値を表示する場合には，そのときの値を数値として表示する．この場合，パラメータ間の関係式における各変数がどの数値に対応しているかを知ることは困難である．この問題を解決するため，通常はパラメータを数値で表示し（図 6.a），関係式を選択したときには，関係式の各変数に対応するパラメータは，関係式の変数名で表示する（図 6.b）こととした．

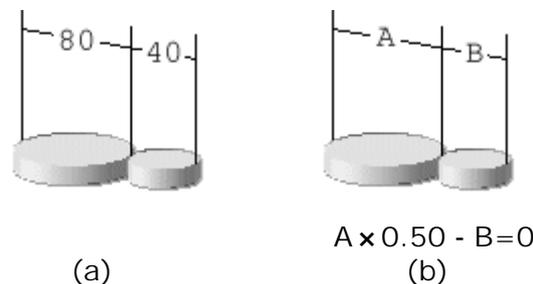


図 6 関係式を選択によるパラメータ表示の切り替え

5. まとめ

アセンブリモデルにおけるパラメトリックスを可視化する上で，アセンブリモデルに含まれる情報を利用することで，ユーザが理解しやすい表示を行うことが可能である．本報では，提案しているアセンブリモデルにおいて，表示する情報の選択および情報の表示方法について提案した．

参考文献

- [1] 佐波晶，吉田典正，北嶋克寛：アセンブリモデルにおける寸法及び運動変数に関する統一のパラメトリックス（第 3 報） - 多階層に対応するループに基づく拘束条件式の自動生成法 - ，2000 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，(2000) p37 .
- [2] K. Lee and D. C. Gossard: A hierarchical data structure for representing assemblies: part 1, Comput.-Aided Des., 17, 1 (1985)15.