

## 知識ベースシステム KAUS によるモデル構築

東大 工・境界研 韓 圭 東 (Han Guidong)  
東大 工・境界研 大須賀 節 雄 (Setsuo Ohsuga)  
東大 工・境界研 山内 平 行 (Hiroyuki Yamauchi)

### 1. はじめに

CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) は、今航空機、造船、自動車等の巨大産業分野で広く応用されている技術で、分野によってはCAD/CAMなしでは製品の製造が困難にすらなっている。

但し、現在の技術レベルでのCAD/CAMの応用分野はまだせまく、設計・製造分野の情報処理要求を十分に満たせない。これは設計・製造のプロセスが人間の極めて複雑な知的活動で、従来の計算機技術だけではその中の情報処理要求を満たしにくいからである。言いかえれば、CAD/CAM技術を一段と向上させるためには新しい情報処理技術の開発が必要なのである[文献1]。

CAD/CAM技術の向上が設計技術の面に貢献できるのは言うまでもないが、CAD/CAM技術が情報処理技術に要求する機能が、将来計算機の重要な応用になると予想される他の分野で情報処理技術に要求する機能と本質的には同様であるという意味で情報処理自体を発展させるにも意義がある[文献1]。

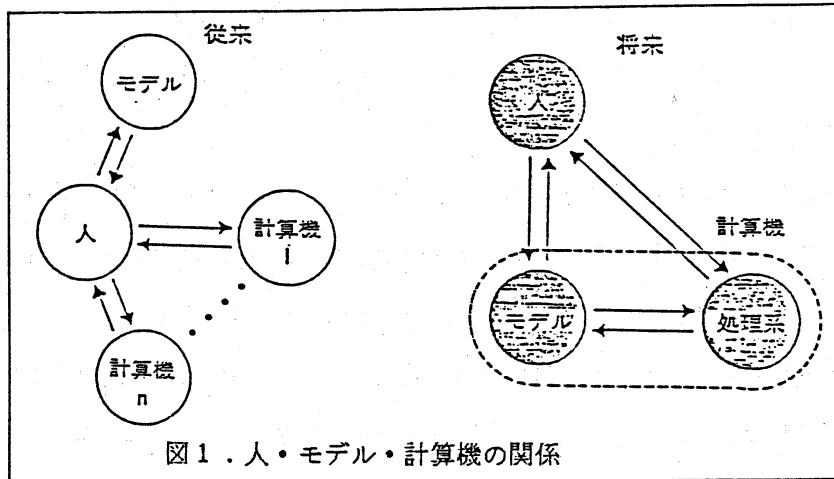
本稿は、知識ベースシステムを利用して、計算機内に直接にモデルを構築するため我々が行っている実験について簡単に紹介する。

### 2. 設計とモデル

設計とは、ある目的を持った対象をつくりあげることである。まず、要求された性能を持ちそうな対象の形状や構造を考案し、それが所要の性能を有しているか否かをチェックする。もし性能要求を満たさなければ形状や構造を修正する。このプロセスを繰り返えし、対象が与えられた要求を満たしていると判定されればそれを更に詳細化していく。上記の過程で対象についての人のイメージ—形状、構造、材料、性能等に関する情報の集りがモデルである。もっと一般的に、モデルとは、それを用いて、人が原問題について関心を持つ特性について解を与えるだけの十分な情報を含む、抽象化され、かつ体系化された情報群であるとも言える。

設計とは、モデルを構築するプロセスであり、目標に達するまでモデルの修正とモデルの性能チェックを繰り返すプロセスで、全てがモデルを中心に行われる。今までのCAD技術では、モデル

は図面又は他の形式で与えられ、人間がモデルから必要な情報を抽出し、又それを計算機言語化してコンピュータに処理させる。そして、その結果によってモデルを処理するのである。人とモデルとコンピュータとの間のこのような関係は図1の左部分のように表現できる。このような状態では人の作業が繁雑になるし、計算機の機能も十分に発揮し難いため作業の効率が低いのは言うまでもない。



設計の全プロセスにおいてより多くの繁雑な仕事を計算機に渡し、計算機とモデルとの関係をより密接にさせる方法の一つはモデルを直接に計算機内に構築することである【文献2】。計算機は

モデルから直接に関連情報を抽出して評価し（性能チェック）、人はその結果に従って計算機にモデルを修正するように命令するのである。このような関係は図1の右の部分のように表現できる。これが実現できるとCAD技術の向上に寄与すると予想する。もちろん評価の結果によって計算機が自動的にモデルを修正するのが一番理想的であるが、そこまでは技術上の制限で近い将来には実現し難いと思う。

### 3. KAUSによるモデル構築

モデルを構築するには、少なくともモデルの『構造』、『属性』、『変化』、『視点』等四つの面からモデルを正確に表現しなければならないし、モデル全体が有機的に結合されていて、修正と評価に適応されていなければならない。従ってモデル構築には満すべきいくつかの必須条件がある【文献3】。KAUSは、大須賀研究室で今開発中である知識ベースシステムで、集合—要素関係、集合—べき集合関係、述語論理を改造した多層論理等の概念が導入され【文献4】、モデル構築に必要な条件が基本的に備えられている。CAD/CAMシステムは応用分野によって異なるが、我々は主に機械系、建築系等を応用分野と仮定する。

#### 3.1. 基本的手段

立体の形状を記述するためには、3D空間内の基本要素である点、直線、平面についての知識が

```

[EE?/str](dist_po_plane S "(10.0 -10.0 10.0)" "x+2y+3z-255")?
S = 62.905
** Obtain distance from (10.0,-10.0,10.0) to plane x+2y+3z-255=0 **
[EE?/str](po3_plane P "(0 0 0)" "(50 1 1)" "(1 1 0)")?
P = +400X-400Y-15600Z
** Obtain equation of the plane with three points . **
(li_par_pl "x-1" "y-5" "2x-7")?
YES.
** Is the line x-1=0,y-5=0 parallel to the plane 2x-7=0 ? **

```

図2. KAUSの空間解析幾何知識の例

必要である。今、KAUSの中には、空間解析幾何の部分知識が入力され、点、直線、平面に関する色々な問題に正確に答えられるようになっている。図2はその例の一部で、『\*\*』と『\*』

の間の部分は説明である。

### 3.2. 構造記述

モデルはKAUSの中でbinary tree構造を取っている。一番下のレベルのノードは基本部品を表わす。ここで基本部品とは単独加工可能な最も基本的な部品を意味する。その他のノードは基本部品の組立でできた物を表わす。この二種類のノードをそれぞれ四角のノードと丸のノードで表わし、図3にはそれらが含んでいる情報内容が示されている。

### 3.3. 基本部品モデルの記述方法と変換

基本部品モデルの記述は、サーフェイス・モデルに似ているが、表面の方程式と方向は記憶しておかない。そのかわりに、表面の方程式と方向余弦を求めるための述語が用意されていて必要な時点で求められる。部品は階層構造になっている。図4に示されている立方体の例でよく分るように、立体はいくつかの表面で、各々の表面は稜線で

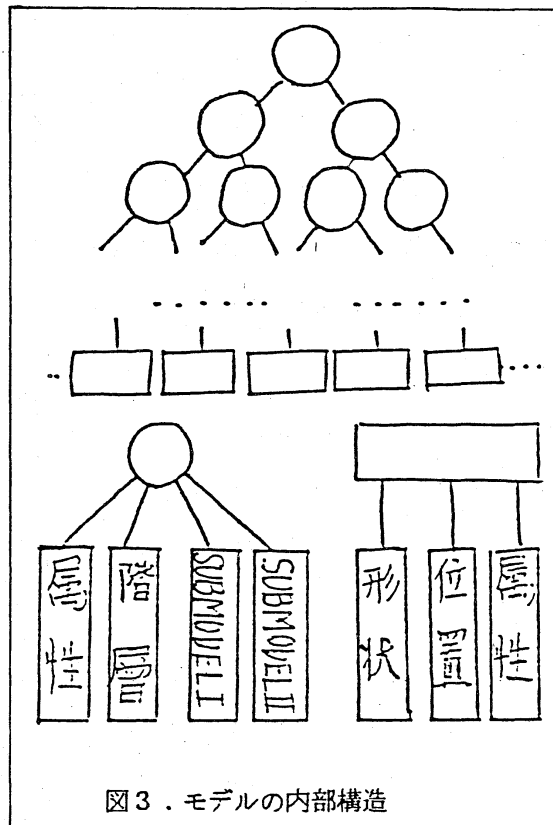


図3. モデルの内部構造

、稜線は頂点で構成されている。そして、立体を表わす要素ごとに属性がついている。図4の例では立体には『体積』という属性が、表面には『面積』という属性が、稜線には『長さ』という属性がそれぞれついている。複雑なモデルを構成するために色々な基本部品モデル、即ちプリミティブ

をつくる予定であるが、今は多面体だけができています。図5はその例のディスプレイである。モデルを構築する時モデルの変換は不可欠である。色々なモデル変換関数を開発中であるが今はモデルの投影、移動、平面との干渉等が完成されている。

3.4. モデルのディスプレイ

モデルを構築しながらそれに対応する実物の立体的形状が見られれば設計者には非常に有用である。我々はモデル構築とそのモデルの3次元ディスプレイを同時に進める。ユーザの要求によってモデルの部分的、もしくは全体的形状がディスプレイできる。図6は五面体とその投影図のディスプレイを撮った写真である。図7はモデルの合成の例である。ここではただ載せただけで一体にはなっていないから見えないはずの稜線もそのまま残っている。モデルの中には三つのものの相互の位置関係が記録されている。もし、二つのものが一体になる合成を行う時にはなくなる線は表示しないし、見えないはずの稜線は点線になる。

4. おわりに

我々の実験は始めたばかりで、今構造できるのは箱のような物だけである。モデルを構築するには形状以外にも性質——静的性質と共に動的性質——の記述が重要であり、モデルの移動、回転、変形

```

(-cube :
  (-surf1 :
    (-ed1 : pa pb 11 )
    (-ed2 : pb pc 12 )
    (-ed3 : pc pd 13 )
    (-ed4 : pd pa 14 )sf1s )
  (-surf2 :
    (-ed2 : pb pc 12 )
    (-ed10 : pb ph 110 )
    (-ed6 : ph pg 16 )
    (-ed11 : pc pq 111 )sf2s )
  (-surf3 :
    (-ed6 : ph pg 16 )
    (-ed5 : pe ph 15 )
    (-ed8 : pf pe 18 )
    (-ed7 : pq pf 17 )sf3s )
  (-surf4 :
    (-ed4 : pd pa 14 )
    (-ed12 : pd pf 112 )
    (-ed8 : pf pe 18 )
    (-ed9 : pe pa 19 )sf4s )
  (-surf5 :
    (-ed9 : pe pa 19 )
    (-ed5 : pe ph 15 )
    (-ed10 : pb ph 110 )
    (-ed1 : pa pb 11 )sf5s )
  (-surf6 :
    (-ed3 : pc pd 13 )
    (-ed11 : pc pq 111 )
    (-ed7 : pq pf 17 )
    (-ed12 : pd pf 112 )sf6s )vol )
YES.
  
```

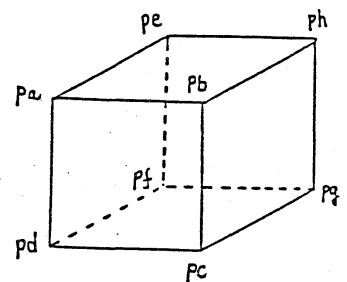


図4. 立体の内  
部構造

volはcubeの体積を、surfi(1 ≤ i ≤ 6)は表面を、edj(1 ≤ j ≤ 6)は稜線を、ljはedjの長さをsfisはsurfiの面積をそれぞれ表わす。

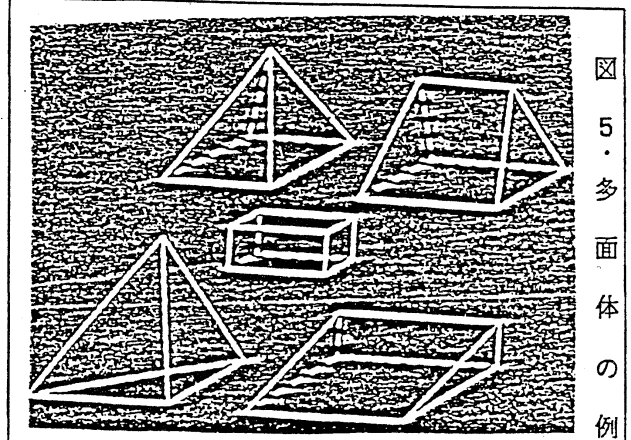
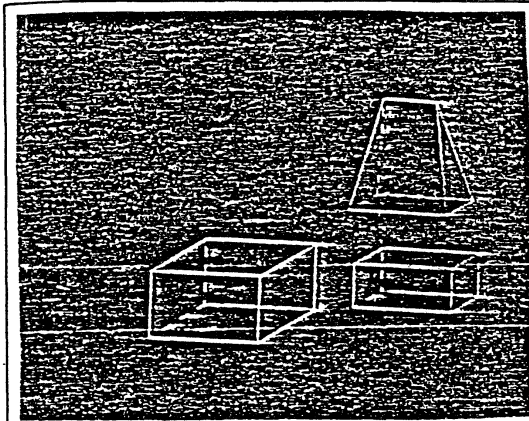
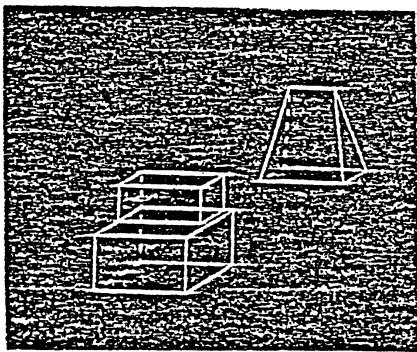


図5. 多面体の例

、展開、干渉、合成等いずれも不可欠である。これからは、これらを実現するために努力する予定である。



(a)



(b)

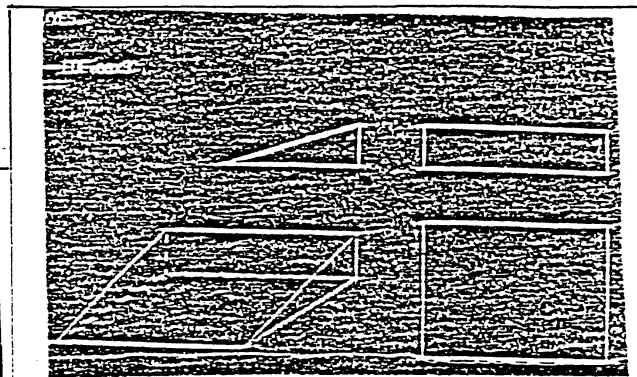
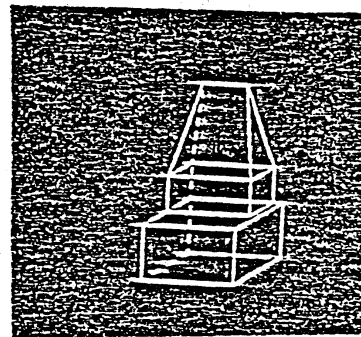


図6．五面体とその投影図



(c)

図7. モデルの合成

(a) は最初の状況、(b) は右下の小さい直方体を移動させ、左側の直方体の上に載せたもので、(c) では右上の五面体までその上に載せたモデルのディスプレイである。

#### 参 考 文 献

- [1] 大須賀節雄, CAD/CAM と情報処理, bit, 1984, 1.
- [2] 大須賀節雄, CAD/CAM 技術の現状と将来, SCK 技術通信, 1983, vol. 3-2, No. 6.
- [3] 大須賀節雄, 知識ベース及びデータベースを用いたモデル構築技法, 1982, 12, アドバンスト・データベース・シンポジウム, 情報処理学会.
- [4] 山内 平行, 大須賀節雄, 知識ベースシステムKAUSによる構造体表現と推論方式, 電子通信学会, AL82--69, PRL 82-57, 1982年12月17日.