

旭川高専○古川正志

北大工 嘉数侑昇 京大工 沖野教郎

1. はじめに

「設計の自動化」は、生産活動における一つの知的活動の計算機によるシミュレーションと言える。しかし、設計の行為自体が工学として解明されていない現状では、真の「設計の自動化」は困難なものとなっている。これは、設計が物の生産するあらゆる情報を作成することに拘わり、それらの情報の中には、科学的に記述されないものも多く含まれるからである。このような困難を打破するため、近年、知的工学による多くのアプローチが試みられている。本研究では、これ迄、詳細設計に対して行って来た自動設計システムの構築法をより概念設計に近づけるのが目的である。その為に、設計の記述表現として用いて来たオブジェクト・オペレーションを設計情報の機能・特徴・性質などで表現するための解析を行い報告する。

2. モデロン・モデルと設計のカテゴリ

設計が多層のカテゴリを持ち、それらがスパイラルに進行して行くのは、図1のようにHUBKAによっても指摘されている。この設計の多層カテゴリをモデル化するのは困難な問題であるが、モデロン・モデルは、その階層性を用いることにより、このスパイラルをかなり表現可能である。これは、モデロン・モデルがその詳細化において多層のカテゴリを実現可能であるためである。

以下に、モデロン・モデルの階層性を定義する。

1. 全設計情報の集合をSとし、それを部分集合 $S_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )で

$$S = \cup S_i, S_i \cup S_j \subset S, S_i \cap S_j \subset S \quad (1)$$

で表わす。 $S_i$ をモデロンと呼ぶ。

2.  $S_i$ の元を $s_{ij}$  ( $j=1, 2, \dots, m$ )とする。すなわち、

$$S_i = \{s_{ij} : j=1, 2, \dots, m\} \quad (2)$$

とする。

3.  $s_{ij}$ をあらたに、モデロンできる。

1~4の定義から、 $s_{ij}$ 、Sと階層構造の性質を持たせることができ、更に、より詳細化の階層化が表現可能となる。

図1の一部に対応するモデロン・モデルは、図2に示すことができる。これ迄開発して来た詳細設計に対するシステム構築法は、図1の最下部とも言える。

3. オブジェクト・オペレーションによる表現

モデロン・モデルの元をオブジェクト・オペレーションにより表現できることをすでに報告した<sup>1)</sup>。これは、

$$s_{ij} = \{ob_{ijx}\} \% \{op_{ijy}\} \quad (3)$$

のように表される。ここで、 $\{ob_{ijx}\}$ はオブジェクトの集合であり、 $\{op_{ijy}\}$ はオペレーションの集合である。オブジェクトは、実体であり、オペレーションは、その表現あるいはメソッドである。

これ迄報告して来た詳細設計のシステム構築に対しては、 $s_{ij}$ に機械の構成単位（例えば、歯車、軸、ベルト等）を与え、 $ob_{ijx}$ に形状を表現する要素(変数)、属性を表現する要素(変数)などを与え、 $op_{ijy}$ に $ob_{ijx}$ を決定する表現法、メソッドなどを与えている。

4. オブジェクト・オペレーションによる特徴表現

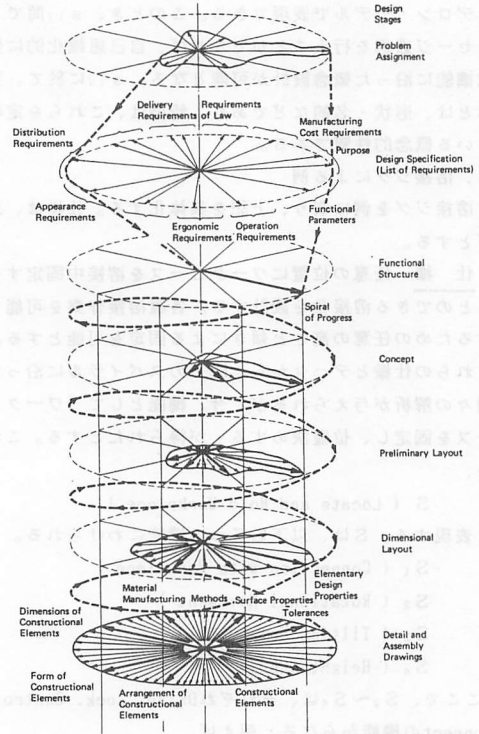


Fig.1 A Design stage presented by Hubka.

より概念設計に近いレベルでは、モデロンは、仕様に沿った機能(Function)と考えられる。この機能は、又、更にいくつかの機能からなる。そして、分けられた機能(Sub-Function)は、いくつかの実態と、それらの概念レベル特徴表現から実現されている。

いま、仕様により与えられた機能をS、これを構成するいくつかの機能を $S_i$ 、 $S_i$ を実現する実態を $s_{ij}$ とする。このとき、

$$S : (\text{Function})$$

$$S_i : (\text{Sub-Function})$$

$$s_{ij} = \{ \text{実体} \} \% \{ \text{特徴} \}$$

とすれば、式(1),(2),(5)のように要求機能(仕様)を

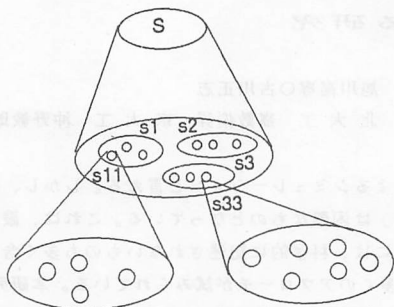


Fig.2 A hierarchical structure in the Modelon model.

モデルン・モデルで表現できる。このとき、 $s_{ij}$ 間でメッセージ通信を行うことができれば、自己組織的に要求機能に沿った概念設計が可能となる。 $s_{ij}$ に於て、実体とは、形状・名前などであり、特徴は、これらを定めている概念的性質である。

### 5. 溶接ジグによる例

溶接ジグを例に取り、上記を具体化する。仕様は、以下とする。

**仕様** 任意の位置にワークピースを溶接中固定することのできる溶接台を設計する。各種溶接作業を可能とするための任意の高さと傾きによる固定を可能とする。これらの仕様とデータから、図1のスパイラルに沿って種々の解析が与えられるが、今、機能として「ワークピースを固定し、位置決めする」が得られたとする。これを、

$S$  ( Locate and Hold Workpiece )

と表現する。 $S$ は、以下の5つの機能にわけられる。

$S_1$  ( Connection with Workpiece )

$S_2$  ( Rotational Movement )

$S_3$  ( Tilting Movement )

$S_4$  ( Height Change )

ここで、 $S_2 \sim S_4$ は、それぞれDrive, Lock, Control, Connectの機能からなる。例えば、

$S_2 = \{ s_{11}, s_{12}, s_{13}, s_{14} \}$

$s_{21} = ( \text{Rotational Movement Drive} )$

$s_{22} = ( \text{Rotational Movement Lock} )$

$s_{23} = ( \text{Rotational Movement Control} )$

$s_{24} = ( \text{Rotational Movement Connect} )$

と書ける。 $s_{21}$ は、オブジェクション・オペレーションを用いて、

$s_{211} = \{ \text{Sliding Journal Bearing, Shaft} \} \% \{ \text{Radial Load, Prismatic and sliding pair} \}$

$s_{212} = \{ \text{Rolling Bearing, shaft} \} \% \{ \text{Radial Load, Prismatic and Rolling Pair} \}$

のように、その実体と特徴によって示される。Lock, Control, Connectに対する記述が全て代替可能であるとすれば、溶接ジグは、ほぼ Driveの特徴記述によって定まる。 $S_3, S_4$ に関する $s_{31}, s_{41}$ のオブジェクト・オペレー

ション表現を図3に示す。 $S_3$ の $s_{311}, s_{313}, s_{314}, s_{315}$ による概念設計図を図4に示す。

### 6. おわりに

モデルン・モデルがスパイラルな設計の階層化に対応できるモデルであることを示し、より概念レベルに近いステージを実態と特徴により記述できることを示した。これらの特徴は、仕様あるいは要求機能がより具体的に示されれば、その特徴によりオブジェクト(実体)が定まり、一つの構造モデルとして作成されて行くと考えられるが、ここでは、言及していない。今後、このような推論を実際に可能とする方法を開発する必要がある。このレベルで定まるオブジェクトは、より下位で詳細設計のモデルンとなる。

参考文献1)古川他;境界因子モデルのベトリネットによる制御,精密工学会誌,55.5(1989)89

#### Variation of $s_{31}$

$s_{311} = \{ \text{Cylinder} \} \% \{ \text{Two Freedom, Cylindrical Pair} \}$

$s_{312} = \{ \text{Sphere} \} \% \{ \text{Three Freedom, Spherical Pair} \}$

$s_{313} = \{ \text{Fulcrum Pin and Lever} \} \% \{ \text{Two Freedom, Lines and Pin Contact Pair} \}$

$s_{314} = \{ \text{Fulcrum Pin and Lever} \} \% \{ \text{Two Freedom, Lines and Pin Contact Pair, Four Pin} \}$

$s_{315} = \{ \text{Fulcrum Pin and Lever} \} \% \{ \text{Two Freedom, Lines and Pin Contact Pair, One pin} \}$

#### Variation of $s_{41}$

$s_{411} = \{ \text{Bearing, Sliding} \} \% \{ \text{Two freedom, staright line Guidance, Prismatic Pair} \}$

$s_{412} = \{ \text{Screw Thread} \} \% \{ \text{Two freedom, staright line Guidance, Screw Pair} \}$

$s_{413} = \{ \text{Lever Mechanism} \} \% \{ \text{Two freedom, staright line Guidance, Line and Pin Contact Pair} \}$

$s_{12}, s_{13}, s_{14} (i=2,3,4)$

$s_{12} = \{ \text{Hole-Pin} \} \% \{ \text{Form Interlocking} \}$

$s_{13} = \{ \text{Hand} \} \% \{ \text{Direct} \}$

$s_{14} = \{ \text{Ratchet} \} \% \{ \text{Trough Locking} \}$

Fig.3 Object/Operation description example.

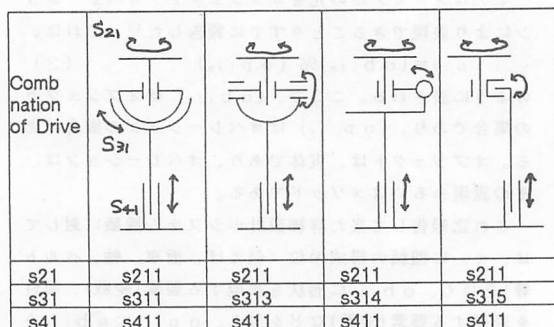


Fig.4 Concept design derived from Drive property.