設計情報・意図を伴う設計プロセス支援のための統合モデル*

(第1報, 統合モデルの基本アーキテクチャ)

竹内 一博^{*1}, 妻屋 彰^{*2}
若松 栄史^{*2}, 荒井 栄司^{*2}Integrated Model for Computer Aided Design Process with Design
Information and Intention

(1st Report, Basic Architecture of Integrated Model)

Kazuhiro TAKEUCHI^{*3}, Akira TSUMAYA,
Hidefumi WAKAMATSU and Eiji ARAI^{*3} Fujitsu info Software Technologies Ltd.,
18-1 Minami-cho, Shizuoka-shi, Shizuoka, 422-8572 Japan

In recent years, 3D-CAD system has been rapidly improved. However, the principal improvements are focused on the shape modeling and operativeness, so that it is still remained solved how to treat the design information and the intention generated within the design process. It is important for 3D CAD to become means of more widely used information transmission and to support the designer to detailed design with design information and intention which was considered in the conceptual design. In this paper, we discuss the integrated model of the geometric model and the design information. In order to support the design process, the basic transmission architecture of the design information and intention is proposed.

Key Words: Design Information, Design Intention, Geometric Model, CAD, Design Process

1. 背景

近年, 自動車・航空機業界に閉じず, 一般機械市場においても三次元CADが普及してきている。しかしながら, 最近の動向を見ると, 基本的には詳細設計にフォーカスした形状処理および操作性向上に着目した進展が多い。設計行為を支援する上で, CADシステムが設計情報・意図を扱うことは非常に重要である。三次元CADシステムは, 依然としていくつかの課題を持っている⁽¹⁾⁽²⁾。

(1) 統合されていない。

- ・設計プロセスの状態を理解していない。
- ・設計上流の支援がない。

(2) 知的支援がない。

- ・設計者の意図を理解できない。
- ・設計知識, 設計者の常識を持っていない。

(3) 弱いHCI(Human Computer Interaction)

- ・効果的な誤り検出能力に欠ける。

・すべての情報を入力しなければならない。

これらの諸課題を解決するために, 多くの研究がなされている。例えば, 設計上流支援の問題では, Umedaら⁽³⁾によって機能要件に基づく支援の研究や, 劉ら⁽⁴⁾⁽⁵⁾によって設計上流で重要な定性的な情報の扱いについての研究が行われている。また, 設計者の意図の理解の問題では, 岡田ら⁽⁶⁾による設計意図のモデル化や, Araiら⁽⁷⁾らによる機能に着目した意図と幾何モデルとの関連付けによる設計支援の研究が行われている。

これらの設計支援・設計意図情報のモデル化研究は, 設計上流段階に焦点を当てたものであり, CADなどを利用して詳細設計段階までどのように設計情報・意図を伝達し, 利用させるかといった問題についてはまだ解決されていない。

われわれの目的は, 概念設計を含む各設計工程で考察された設計情報・意図が, 詳細設計段階でも正確に有効に利用されるための要件・システムアーキテクチャを提案することである。

本論文では, 抽象的・具体的を問わず設計者によって設定された設計情報が, CADシステムが持ついかなる編集処理が行われても, その設定意図に従って正確に後工程に伝達されるための要件を考察し, 設計工

* 原稿受付 2004年7月6日。

^{*1} 正員, (株)富士通インフォソフテクノロジ(☎422-8572 静岡市南町18-1)。

^{*2} 正員, 大阪大学大学院工学研究科(☎565-0871 吹田市山田丘2-1)。

E-mail: takeuchi@ist.fujitsu.com

程を支援するアーキテクチャの提案および特徴について述べる。

2. 目的と要件

多くの設計においては、始めに製品全体の概要決定を行い、段階的に詳細化していく設計プロセスを経る。このような設計プロセスにおいて、設計上流で決定した設計情報・意図が正確に下流設計に伝達されていくことは、設計プロセスを支援するうえで重要である。特に製品が複雑でチームで設計する場合は非常に重要になってくる。

議論に入る前に、本論文で想定している設計上流のイメージについて述べる。ここでは、図1に示すような、製品全体の全体的なレイアウト概要が決まった段階を想定している。この段階では、幾何形状は非常に単純であり、線、面、単純なソリッドなどで構成されているが、少なくとも幾何形状が存在している状態を想定している。

以降において、正確に情報を伝達するための基本要件について述べる。

設計活動の中でさまざまな考察が行われ、最終的な製品が設計される。最終的な製品は、形状および各種の設計情報からなり、さまざまな意図のもとに決定されたものである。

設計上流から下流まで、設計情報・意図を伝達していくために、まずCADシステムが設計情報・意図を形状モデルと統合された形で扱えるようにすることが重要であると考え、その考察の意図、考察した情報の設定および継承による、設計情報・意図の後工程への伝達および再利用効果を図ることが重要であるからである。

設計情報・意図が詳細設計段階においても有効に活用されるためには、以下の要件を満たす必要がある。

- (a) 設定された設計情報・意図が、各種の編集が行われても正確に継承されること。
- (b) 編集が行われた場合に、意図により設計情報固有のふるまいが定義できること。
- (c) 情報の対象・内容が、できるだけ直感的にわかりやすいこと。

Fig. 1 Example of the initial stage image

まず(a)については、一般的にCADシステムが持つ形状編集操作(削除、移動、分割、マージ、変形、切断など)が行われても、設定されている設計情報が正確に伝達されていくことを意味している。ここでいう正確とは、意図を反映した正確性である。これについては、(b)の説明で述べる。基本的には、設計情報が設定された幾何要素の編集時に正確に編集後も設計情報が伝達されることを意味するが、さらに設計情報が設定された幾何要素を利用して、他の幾何要素を編集した場合の情報の伝達も重要である。

(b)については、同じ設計情報であっても意図により編集時にシステムの動作が異なるべきであることを意味している。システムの動作には、大きく2種類存在する。第一は、本来の目的である設計情報の伝達方法に関する動作であり、第二は伝達方法決定に伴う、利用者へのシステムのリアクションに関する動作である。これらのシステムの動作をふるまいと呼ぶこととする。設計情報によっては、編集内容により意味のなくなる情報である場合や、編集そのものを許さない情報もありうる。以下は、設計情報の伝達について考慮すべき例である。

(1) それぞれ異なる表面粗さ情報が設定されている2枚の面がマージされ1枚の面になった場合、表面粗さなる設計情報の継承はどのように行うのが良いのか。

(2) 材質と表面粗さ情報など、密接に関係する設計情報が設定されていた場合、材質の変更に伴い、表面粗さは意味をなさなくなる場合や変更をしなければならない場合が考えられる。

(3) 二つの面間に平行なる設計情報が設定されていた場合に、片方の面に平行でなくなるような操作が行われた場合を想定する。システムとして、この操作を無効にすべきケースもあれば、注意を喚起するだけで操作を実行し平行なる設計情報を削除するケース、あるいは拘束条件のように他方の面を平行が維持されるように編集する場合も考えられる。

同じ設計情報が設定されていても、設定した意図により伝達方法が異なるべきことを表している。

最後に(c)は、システムの利用しやすさの意味を表している、設計情報・意図の設定および確認が容易に行えることである。

3. 基本アーキテクチャ

3章では、2章で述べた重要な要件について考察し、各設計工程で設定された設計情報・意図が正確に伝達されていくための基本アーキテクチャについて述べ

る。

3・1 状態変化を正確に把握するための考察

CADシステムが基本的に扱う情報は形状である。この形状を追加・変更していくプロセスにおいて、設計意図/設計情報が考察されている。したがって、設計情報・意図が設定される対象として、モデル・形状要素・寸法などを考察するのは、幅広い情報を扱ううえでの基本と考える。

CADシステムに対する基本的な指示は、形状変更にて代表される形状付加/変更・寸法設定/変更等である。このような編集機能は多岐にわたり今後ともに増加していくが、根本的に編集を受ける個々の要素に着目すると、各対象の変化を感知することで、状態の変化を正確に把握できる。表1は、設計情報・意図の設定対象、および各対象に対して感知すべき変化種を表した例である。

縦列の対象は、CADシステムが持っている生成あるいは編集の単位を表している。横列の変化種は、システムが持つ各種の編集機能を表している。表1中の○部分に対する対象と変化種をシステムが感知すべきであることを意味している。例えば、面に対しては、システムが値変更の機能以外を持っていることにより、値変更以外はすべて○になっている。

このように、システムが持つ各種の対象に対して、どのような変化があったかを完全に感知することで、状態の変化を正確に把握することが可能になる。基本的に対象を変更するのはシステムであり、対象と変化を把握することはシステム化するうえで容易である。

いままで述べてきたことは、基本的に幾何的情報の変化に関するものである。設計対象をシステムで編集していく場合に、当然設計情報自身の内容変更が想定される。接合対象の変更、表面粗さの変更、など設計

情報に対する変更も頻繁に行われるものである。したがって、設計情報自身を対象として扱えることおよび変更されたことをシステムが感知することが重要となる。

これは、設計情報を設計情報の設定対象とすることである。設計情報は、データとして定義されており、システム内において一意的な識別子を持って管理されている。したがって、一意的な識別子を持った設計情報の変化をシステムが感知すること、すなわち設計情報を対象化することは容易であり、設計情報の対象化、すなわちモデル化が可能になる。

3・2 幅広い設計情報を扱うための考察 幾何形状に対する精度情報などは、典型的な設計情報の一つである。これらの設計情報には、単独の要素に対する設計情報と要素間の関係に対する設計情報がある。表面粗さ、平面度などは、前者であり、平行度・同軸度などは後者の例である。

したがって、設計情報定義の枠組を考察する場合に、単独の要素に対する設計情報と、要素間に関する設計情報を扱うことが必須である。以降本論文では、単独の要素に対する設計情報を単体設計情報、要素間の関係に対する設計情報を関係設計情報と呼ぶこととする。表2にこれらの精度情報についてまとめたものを示す。

3・1節で述べたように、設計情報の設定対象はモデル、面、稜線などシステムが生成・編集できる対象である。したがって、単体設計情報は、モデル、面、寸法などすべての単独の対象に対する設計情報である。モデルの材質、面の表面粗さなどである。一方、関係設

Table 1 Example of target and the types of change

Type of change \ Target	Merge	Divide	Move	Rotate	Mirror	Geometry change	Value change	Remove
Model	-	-	○	○	○	-	-	○
Feature	-	-	○	○	○	-	-	○
Face	○	○	○	○	○	○	-	○
Edge	○	○	○	○	○	○	-	○
Surface	-	-	○	○	○	○	-	○
Curve	-	-	○	○	○	○	-	○
Arrangement Constraint	-	-	-	-	-	-	○	○
Dimension	-	-	-	-	-	-	○	○
Work	-	-	○	○	○	○	-	○

Table 2 Accuracy information

Accuracy Information		Target Element	
Geometry/definition	Shape	Straightness Flatness Cylindricity, etc.	Edge, Plane, Cylindrical Single
		Free form surface/wire	Single/ Relational
	Posture	Parallelism Perpendicularity, etc.	Edge, Plane, Centerline
		Location level	Edge, Plane, Cylindrical
		Coaxiality Concentricity	Center axis
		Symmetry	Vertex, Edge, Center axis
	Surface roughness	Face	Single
	Dimension Tolerance	Vertex, Edge, Center axis	Relational
	Angle Tolerance	Edge, Plane, Center axis	
	Fitting	Cylindrical, Parallel planes	Single/ Relational

計情報もシステムが生成・編集できる対象間の設計情報である。モデル間の結合情報、面間の平行などである。

3・3 意図に基づくふるまいの考察 設計情報が設定されている対象が編集された場合に、意図に基づいてシステムの異なる動作が定義できることは重要である。なぜなら、同じ内容の設計情報であっても、設計情報の伝達方法は異なり、必ず遵守すべき情報の場合や、参考として・目安としての情報などさまざまであるからである。

例えば、図2は、左図の状態から右図の状態に幾何情報を変化させる操作が行われた場合の例を表している。左図に示す二つの穴の軸に同軸なる設計情報が存在した場合に、右図に変化させる操作が行われたと仮定する。この場合に、システムの動作は意図により異なるべきである。あるケースでは、システムはこのような操作を拒否すべきであるし、ある場合にはこの操作を実行し設計情報を消去すべきである。

システムの動作は大きく二つに分類され、一つは編集内容に依存した設計情報の取扱い方、他方は設計情報の取扱い方に応じた操作の拒否、実行、アラーム、通知などの意図の反映による設計者への注意の喚起のための動作である。

このような状態変化に伴うシステムの動作が設計情

Fig. 2 Example of geometry change

```
<Behavior definition body>
  <Design Inf. name> Surface roughness </Design Inf. name>
  <depend on other design inf. control
    editing design inf. method="Remove">
  <other design inf. name> Material </other design inf. name>
  <design inf. content>
    <data type> character </data type>
    <field no.> 1 </field no.>
    <data no.> 1 </data no.>
  </design inf. content>
  <type of change> content change </type of change>
  <message>
    Removed the surface roughness information,
    because the material was changed
  </message>
</depend on other design inf. control>
</Behavior definition body>
```

Fig. 3 Example of the behavior definition for the single design information (remove)

報とは独立して定義できることによる、意図を反映する枠組が重要である。

このシステムの動作を定義する方法として、ふるまい定義体を導入する。ふるまい定義体において、ある種の評価を可能にし、評価結果に基づきシステムの動作(設計情報の伝達方法、システムのリアクション)を記述可能にする。

どのような評価に基づきシステムの動作を定義していくべきかについて、3・2節で述べた単体設計情報に対するふるまい定義体と関係設計情報に対するふるまい定義体について以下に述べる。

3・3・1 単体設計情報のふるまい定義体 個々の要素に対する設計情報に関するふるまい定義体について述べる。

前述したように、設計情報に対する意図をシステム動作に反映するためには、ふるまい定義体を柔軟に定義できることが重要である。このために、本考察では大きく三つの観点の情報を評価することによる、ふるまい決定を提案する。

(1) 編集情報

いちばん基本となる各要素の変更状態(平行移動、外形変更、設計情報内容変更など)の情報

(2) 設計情報値

実際の設計情報が値を持つ場合の値(例：精度情報など)

(3) 要素特性値

各要素が持つマスコプロパティおよび、特別なベクトル(例：平面の法線、円筒の軸など)

これらの三つの情報に対して、値のあるものについては等号、不等号による条件付けを可能にしたふるまいの定義方法を提案する。下記に単体設計情報のふるまい定義体例を示す。なお、本研究ではXMLに準拠した定義体記述方法を採用している。

図3は、編集情報の評価による例であり、材質と表面粗さ情報が設定されているモデルの材質が変更された場合に、表面粗さ情報の削除を行い、メッセージを出力して設計者に変更を知らせる動作定義例である。

```
<Behavior definition body>
  <Design Inf. name> Surface roughness </Design Inf. name>
  <types of changing design inf. control
    editing design inf. method="Succession">
  <type of change> divide </type of change>
  </types of changing design inf. control>
</Behavior definition body>
```

Fig. 4 Example of the behavior definition for the single design information (sucession)

これは、密接な関係のある設計情報間において、設定意図を反映した設計情報伝達が制御できることを示している。

また、図4は対象要素が分割された場合に双方に同じ設計情報を設定する動作の定義例である。

上記の二つの例は、編集内容に依存して各々の設計情報の伝達の方法(削除、継承など)を定義できることで、意図に応じた正確な情報伝達を可能にしていることを示している。特に、図3のように設計情報間の意味合いを含めて設計情報の伝達を行うことが可能になっている。

3・3・2 関係設計情報のふるまい定義体 先に述べたように、関係設計情報は、要素間の関係に対する設計情報を扱うための概念である。典型的な例としては、精度情報の同軸度などが要素間情報である。図5は、関係設計情報管理に関するイメージ図である。本例は、face-A と face-B が接するという関係情報の管理イメージである。

関係設計情報は、一般には要素群間の関係であり、編集結果は組合せであり、単体設計情報に比べ複雑になる。また、特性値も各々の特性値に加えて、特性値の組合せがある。したがって、評価する情報種は単体設計情報と同じ3種に加えて、要素間に関する関係値・特性値がある。

これらの四つの情報に対して、値のあるものについては等号、不等号による条件付けを可能にしたふるまいの定義方法を提案する。

(4) 要素間関係値・特性値

いずれも要素間の空間的な相対的位置関係を把握するための情報である。

・要素間干渉関係情報

干渉、接触、無干渉

・要素間干渉関係値

干渉体積、接触面積、最短距離

・特性値間の計算

Fig. 5 Relational design information image

例：各要素の特徴点、ベクトルについての一致、平行、垂直の関係

図6に、基本的な特性値間計算例を示す。

図7の関係設計情報のふるまい定義体は、要素間干渉関係である接触面積を比較する定義例であり、加工対象であるワークの固定の方法として吸引による吸着処理を設計情報として設定した場合に、接触面積のある範囲で満たさなければならない設計例で必要になったものである。本例のように、数値データを用いて、制約条件としての利用も可能である。

また、図8、9の関係設計情報のふるまい定義体は、編集情報の評価による例であり、面間の結合に関する設計情報に対して、削除以外の編集時には設計情報を継承し、幾何データ変更(面の形状が変化)時に、他方の面の変更を促すメッセージ出力を表すふるまい定義体例である。これは、設計情報の意味を反映した設計情報伝達が制御できることを示している。

4. 基本アーキテクチャの考察

3章で提案した、正確な変化の把握、単体設計情報、関係設計情報、およびふるまい定義体について、それらのシステム化・動作イメージについて述べ、設計情

```
Line(Start Point P1, Direction V1) &
Line(Start Point P2, Direction V2)

Agreement : V1×V2=0, (P1-P2)×V1=0
Parallel : V1×V2=0
Perpendicular : V1 · V2=0
Same Plane : ((P1-P2)×V1) · V2=0
Others
```

Fig. 6 Example of calculation between characteristic vectors

```
<Relational behavior definition body>
<Design Inf name> Adsorption </Design Inf name>
<Relational Design Inf update Relational Key="contact area">
  <characteristic value between elements control
    editing method= "message output" >
    <characteristic value>
      contact area
    </characteristic value>
    <Comparison op> <![CDATA[<=]]> </Comparison op>
    <Comparison val> 1.0 </Comparison val>
    </characteristic value between elements>
    <message> Adsorption method is not correct. Because the
      contact area is less than 1.0. </message>
    </characteristic value between elements control>
  </Relational Design Inf. Update>
</Relational behavior definition body>
```

Fig. 7 Example of behavior definition for evaluating the adsorption area

報・意図の伝達の枠組について説明する。

さらに、提案したアーキテクチャの考察を行い、その特徴について述べる。

4.1 実験システム概要 まず、前提となる形状処理に関しては、一般的に商用システムが持つ機能を搭載し、ワイヤ〜ソリッド、解析曲面〜自由曲面を扱えるシステムである。

また、単体の部品〜アセンブリーまで扱えるシステムとする。したがって、表1に記述されている対象群が想定される。図10にコンポーネント概要図を示す。図10に示す設計情報処理部は、設計情報・意図を扱うために新しく導入したコンポーネントである。

設計情報処理部は、図11に示すように、主に以下のサブコンポーネントからなる。

各サブコンポーネントの概要は以下である。

- ・ふるまい定義体

要素の変更内容に対応したシステム動作を記述した定義体

```
<Relational behavior definition body>
<Group member update definition>
  <Deign Inf.name> Joint condition </Deign Inf.name>
  <types of changing design inf. control
    group member editing design inf. method "succession">
    <specify group>
      <group No> 0 </group No>
  </Types of changing> any change </Types of changing>
  </specify group>
  </types of changing design inf. control>
  </Group member update definition>
</Relational behavior definition body>
```

Fig.8 Example of behavior definition for evaluating the adsorption area

```
<Relational behavior definition body>
<Group member update definition>
  <Deign Inf.name> Joint condition </Deign Inf.name>
  <types of changing design inf. control
    editing method= "message output">
    <specify group>
      <group No> 0 </group No>
  </Types of changing>
    Geometry change </Types of changing>
  </specify group>
  <message> One of the joint surface was changed.
    How do you edit the other surface? .
  </message>
  </types of changing design inf. control>
</Group member update definition>
```

Fig. 9 Example of behavior definition

- ・ふるまい読取り部

ふるまい定義体データの読取り部

- ・要素‘編集状態’検出部

各対象要素の変化状態を検出する処理部

- ・ふるまい判定部

ふるまい定義体の解釈、および編集状態などから、システムの動作を決定する処理部

- ・メンテナンス処理部

システム動作決定に伴うメンテナンス処理部

実際にモデル α ・ β 間に図8, 9のふるまい定義体が定義され、 α に面の張替えなど面の幾何データが変更された場合の処理の流れは以下になる。

Step 1: 要素‘編集状態’検出部がモデル α の面の幾何データが変更されたことを感知する。

Step 2: モデル α に関する設計情報およびふるまい定義に対して下記処理を行う。

Step 2・1: ふるまい読取り部がふるまい定義体を読み込む。

Step 2・2: ふるまい判定部が定義体を解釈し、設計情報の継承とともに、面の幾何データ変更時に β の面の変更を促すメッセージを出力する。

Fig.10 Components composition chart

Fig.11 Sub-components chart of design information processing parts

システム上で操作が行われた場合に、基本的にすべての設計情報が設定されている編集要素に対して、上記フローの処理が行われることで、意図を反映した設計情報伝達、および設計者への注意喚起などが可能になる。

4・2 アーキテクチャの特徴 まず、本アーキテクチャは、要件で述べた(a)正確な継承、(b)設計情報固有のふるまい定義が可能を満たしており、また後述する画面例のように(c)情報の対象・内容が、できるだけ直感的にわかりやすくすることが可能である。したがって、基本的な要件を満足する。

さらに重要なのは、拡張性の仕組みである。表2は、設計情報の典型的な例を示しているが、設計情報は多岐にわたるため、情報としては制限なく設定できる必要がある。また、設計情報の内容に伴い、ふるまい定義体の内容も拡張可能である必要がある。

本アーキテクチャの構成要素は、設計情報・ふるまい定義体・対象・変化種からなる。

拡張性の観点で重要なのは、これら四つの構成要素の独立性である。例えば、同じ設計情報に対して異なるシステムのふるまいが定義できるのは、設計情報とふるまい定義体の独立性のためである。同様のことは、他構成要素でも可能である。

対象の拡張・設計情報の拡張・ふるまいの拡張など

が独立して行えることが、本アーキテクチャの最も重要なポイントである。

- ・対象・設計情報・ふるまい・変化種の独立性
- ・設計情報およびふるまい定義体のデータ化

4・3 実験システム例 最後に、設計の流れに沿った利用例を実験システムの画面例を用いて述べる。

(1) まず、各設計工程の中で必要な設計情報を設定していく。設計情報の設定対象の指示および設計情報入力により設定していく。図12は、システムが持つ精度情報設定画面である。設計情報の典型的な場合であり、ドラムの表面粗さの設定を行っている画面例である。

システムがデフォルトで持っているふるまい以外のシステム動作・設計情報のふるまいを定義したい場合は、各設計情報に対してふるまい定義体を定義することができる。

いま、ドラムに対して、表面粗さと材質の設計情報が設定され、表面粗さのふるまい定義体において材質変更時に、以下のメッセージ出力‘材質が変更されました。表面粗さの変更が必要です’を定義しておく。

(2) 図13は、ふるまい定義設定画面例であり、単体設計情報であるドラムの体積情報制限を表すふるまい定義の設定例である。

Fig. 12 Setting image of accuracy information

Fig. 14 Example of outputting message

Fig. 13 Setting image of behavior definition

Fig. 15 Output the design information of specified element

(3) 設計が進行していく過程で、新規のモデル生成、既存モデル変更、構成変更などが行われる。このような操作の実行時、それ以前の設計の中で定義されているふるまい定義体(システムのデフォルトを含めて)に従って、設計情報の伝達およびシステムのリアクションが決定される。

(4) 図14は、ドラムの材質を変更した場合に、表面粗さについて注意を喚起するメッセージが出力された例である。

(5) 設計途中での設定した設計情報を確認する手段として、設定一覧機能がある。図15は、指定した幾何要素に設定されている設計情報一覧の出力画面例である。ローラに設計情報として、表面粗さ、真円度、材質が設定されていることを表している。

提案するアーキテクチャでは、各設計情報の意図・意味に応じて、伝達方法・利用者へのリアクションの定義が可能である。本実験例の場合は、表面粗さ情報と材質など、設計情報間の意味を設計情報の伝達の仕方に反映できることで、正確な設計情報伝達と設計者に対して適切な情報を与えることを可能にしている。

5. ま と め

本論文において、設計プロセスを通じて設計情報・意図を伝達していくための統合モデルについて提案した。本基本アーキテクチャは、対象要素とその変化種、および設計情報・ふるまい定義体からなっており、意図を反映した正確な設計情報・意図の伝達のふるまいを可能にするのみならず、意図に応じたシステムのリアクションのふるまいを可能にしている。

設計情報の抽象性・具体性を問わず、設計情報・設計情報間の意味合い・意図を反映できる、設計情報の伝達の仕方を制御できる仕組みである。

実際の設計において、設計情報・意図を正確に下流設計工程に伝達することは、設計ミスの削減、手戻り削減など効率化に役立つばかりでなく、計画時の製品コンセプトの実現にとっても非常に重要な意味を持っている。

提案した統合モデルは、設計の上流から下流まで支援するアーキテクチャであり、設計情報・意図を含めた設計プロセス支援の一つの有効な方法論であると考ええる。

文 献

- (1) 吉川弘之・富山哲男監修, インテリジェント CAD(上), (1989), 朝倉書店.
- (2) 吉川弘之・富山哲男監修, インテリジェント CAD(下), (1991), 朝倉書店.
- (3) Umeda, Y., Ishii, M., Yoshioka, M., Shimomura, Y. and Tomiyama, T., Supporting Conceptual Design Based on the Function-Behavior-State Modeler, *Artif. Intell. Eng. Des., Analysis. Manufact.*, **10**-4 (1996), 275-288.
- (4) 劉繼紅・荒井栄司・井越昌紀, 機械の機能検証のための定性的運動シミュレーション, *機論*, **61**-585, C (1995), 2159-2166.
- (5) 劉繼紅・Amnuay, S.・荒井栄司・井越昌紀, 定性的立体モデリング (第1報, 定性的立体モデルとその構造化), *機論*, **62**-599, C (1996), 2897-2904.
- (6) 岡田公治・荒井栄司, 機械設計における設計意図モデルに基づくCAD, *機論*, **57**-544, C (1991), 283-288.
- (7) Arai, E., Akasaka, H., Wakamatsu, H. and Shirase, K., Description Model of Designers' Intention in CAD System and Application for Redesign, *Proc. JSME Int. J.*, Ser. C, **43**-1 (2000), 177-182.