共有と再利用を考慮した設計情報の統合表現

A Method of Integrated Description of Design Information for Reusability

妻屋 彰

Akira Tsumaya

大阪大学工学研究科

Graduate School of Engineering, Osaka University

tsumaya@crcastr.osaka-u.ac.jp, <http://www6.mapse.eng.osaka-u.ac.jp/index.shtml>

永江 政郎

Masao Nagae

大阪大学工学部

School of Engineering, Osaka University

若松 栄史

Hidefumi Wakamatsu

大阪大学工学研究科

Graduate School of Engineering, Osaka University

wakamatsu@mapse.eng.osaka-u.ac.jp, <http://www6.mapse.eng.osaka-u.ac.jp/index.shtml>

白瀬 敬一

Keiichi Shirase

(同 上)

shirase@mapse.eng.osaka-u.ac.jp, <http://www6.mapse.eng.osaka-u.ac.jp/index.shtml>

荒井 栄司

Eiji Arai

(同 上)

arai@mapse.eng.osaka-u.ac.jp, <http://www6.mapse.eng.osaka-u.ac.jp/index.shtml>

keywords: CAD, concurrent design, designers' intention, design process, knowledge engineering

Summary

Much of product design is executed concurrently these days. For such concurrent design, the method which can share and reuse various kinds of design information among designers is needed. However, complete understanding of the design information among designers have been a difficult issue.

In this paper, design process model with use of designers' intention is proposed. A method to combine the design process information and the design object information is also proposed. We introduce how to describe designers' intention by providing some databases. Keyword Database consists of ontological data related to design object/activities. Designers select suitable keyword(s) from Keyword Database and explain the reason/ideas for their design activities by the description with use of keyword(s). We also developed the integration design information management system architecture by using a method of integrated description with designers' intention. This system realizes connections between the information related to design process and that related to design object through designers' intention. Designers can communicate with each other to understand how others make decision in design through that. Designers also can re-use both design process information data and design object information data through database management sub-system.

1. はじめに

製品の高付加価値化や多様化に伴い、現在の設計は異なった知識背景を持つ複数領域の専門家達による協調作業として行われることが増えている。このような協調しながら行う設計では、様々な設計情報を複数の人間で等しく共有することが必要とされる。また、近年製品ライフサイクルがますます短くなってきているため、得られた情報を効果的に再利用することによって設計時間を短縮化することが望まれている。このような背景から、協調設計時の情報の容易で正確な共有や、蓄積された情報の効果的な再利用を考慮した設計情報表現の枠組みが必要とされている。これに対して様々な研究が行われ、その成果として異なる CAD システム間でのデータの互換やシステム全体の統合などが実現されている [吉川 89, 吉

岡 98] が、現在に至るまで設計情報の伝達とその理解は困難な課題となっている。これは、従来の CAD システムが主として設計結果としての設計物そのものの情報を扱い、途中に行われる設計者の思考そのものについてほとんど扱っていなかったことに起因すると考えられる。つまり、他の設計者は設計物そのものの情報を得ることができても、それがどのような考えの基に出てきたのかという点を知ることができず、これが迅速かつ正確な設計情報の理解を妨げている。

従来の CAD システムで設計者の思考そのものの表現があまり扱われていない理由として、設計者の思考過程はそのほとんどが設計者自身の頭の中で行われるために具体的な表現として現れることが少ないことが挙げられる。さらに、思考過程を確認するために、設計後にどのような思考がなされたのかという点を尋ねても設計者自

身も完全には説明できない場合がしばしばある。実験的手法を用いて、設計活動のプロトコルを収集し分析した研究 [Cross 96] は設計者の思考過程を追跡するのには有効であるが、解析に膨大な手間と時間がかかるため実際の設計現場に適用することは困難であると思われる。このように実際の設計の場で設計者の思考を情報として計算機で扱うことは難しいが、設計者の思考の中でも決定するときの設計者の意図は設計の決定に直接関係するという点で特に重要な役割を持つと考えられ、これを設計情報として表現することは設計情報の理解のために必要であると考えられる。

設計者の意図を取り込むことを試みた研究はこれまでも、複数部品間の要求機能とそれを実現する概念形状要素を結合するための知識表現の研究 [荒井 98] や、機能、構造、形状を機構の応答関係を用いて設計意図を表現することによって結びつける研究 [知念 98] など幾つかの研究が行われているが、設計意図そのものが言葉として明示されているものはほとんどない。しかし、選定理由、失敗理由、仮定の設定などの設計者行為と直接結びつく意図は、設計者の思考の途中経過及び結果として、設計者が比較的明示的に表現することができる。このため、設計行為からその理由を表現することによって設計意図を知ることが設計を行った設計者、協調している他の設計者双方にとって比較的容易であると考えられる。

一方、設計者の思考過程を知るための手段としては、設計者が行う活動を記録し表現するという方法も考えられる。設計プロセス記録は設計者が思考した結果行った設計活動の記録であるため、思考過程を見いだす手がかりとなりうる。また、設計プロセスを表現することにより、協調設計においてこれまでどのようなプロセスで設計が行われて来たかという点を他の設計者に明示することができる。従って、設計対象物に関する情報を表現する際に、設計プロセス及び設計意図と対応させることにより、設計情報の共有がより容易になると考える。また、設計情報に決定理由等の設計意図を付加することにより、他の設計物設計時での情報の再利用性も向上すると考えられる。

そこで本論文では、設計中の決定理由や失敗理由などの表現を設計者の意図と捉え、設計者の活動を記録した設計プロセスと設計対象物に関する情報を設計意図によって結びつけることによって、設計者間の情報の共有や再利用を支援する枠組みを提案する。

2. 設計情報の表現手法

本章では、設計意図を中心に設計情報を表現し、設計プロセスに関する情報と設計物の機能に関する情報を結びつける方法について説明する。まず、設計対象情報と設計プロセス情報を統合的に管理する意義とそのときの設計意図情報の重要性について述べ、それを受けて統合

管理を行うための設計意図と設計プロセスの表現方法を提案する。

2.1 設計情報・プロセス統合管理の目的

設計作業では、設計プロセスの進行に伴って機能分解や、機構、形状の詳細化などの設計行為がなされて設計対象情報が変化する。ここで、設計プロセスを管理することにより設計に関わるどの属性を思考しているのかという点について明確化するだけでなく、設計プロセス中のどのプロセスをどのように発展させて各々の属性を導出したかという理由に設計意図を用いた表現を導入することで、設計意図を用いた設計対象物に関する情報と設計プロセスを結合し、それぞれの情報の相互抽出が可能となる。ここで書かれる設計意図情報は設計の決定理由などの記述であり、すなわち要求される機能を実現する方式の選択理由をも表現しているため、機能実現方式の決定にも役立てることができる。そこで、ここでは設計対象情報と設計プロセス情報の統合表現のために仲立ちとして設計意図記述を用いる。しかし、設計意図は通常設計者の頭の中だけに留まり明示的に表現されることは少ないため、ここでは設計意図の表現方法として設計者に文章で自由に記述してもらう方法を提案する。

以上をまとめると、ここで考える機能情報と設計プロセスの統合管理システムに要求される機能は以下になる。

(1) 各設計プロセスにおける意図の明確化

設計プロセスと各々のプロセスでの設計者の意図を結びつけて表現する仕組みが必要である。これにより各プロセスについて設計者がなぜそのような設計活動・行為を行ったのかということを他の設計者に明示することが可能となり、行われている設計に関する他の設計者の理解を助けることができる。また、設計プロセスとその意図の関係を収集し、それらを分析して分類整理することによって、設計の実現方式を見いだせる可能性がある。これらの情報を設計実現方式として分類できれば、収集した設計プロセスと設計意図の関係は設計実現方式を設計者に示唆するための事例ベースとして利用することができる。

(2) 設計プロセス進展の設計対象表現への反映

設計プロセスは設計者の活動を記録したものとして表現することができるが、これらの活動は設計者がなんらかの意図を持って行うものである。また、このように設計者がなんらかの意図を持って設計活動を行った結果、設計対象表現に対して付加・削除・変更・参照などの操作がなされる。すなわち、設計プロセスと設計対象表現は同じ設計意図に基づく設計者の活動と設計対象への影響を各々表現したものであるといえる。そこで、設計意図を仲介にして設計プロセスと設計対象表現を結合させる機能が必要で

ある。

(3) 任意のプロセスの参照と復帰

ここで要求される機能は任意のプロセスについて、設計者がどのようなことを意図していたかその内容や、そのときの設計対象の状態などを参照可能にすることである。これにより、設計情報の理解という点では設計者間の意図の誤解による誤認を減ずることができる。また、設計作業ではしばしば試行錯誤の結果やり直しや修正が発生するが、各々のプロセスが行われていた時点での設計情報の状態を管理することにより、部分的、あるいは設計全体を任意のプロセスを行った時点の状態へ即座に戻すことも可能となる。

(4) 設計履歴とその再利用

設計行為はその成功・失敗に関係なく実際の設計経験として大切な知識であり、これをその行為を行った意図をも含めて蓄積することは有用である。それにもかかわらず、これまでそのほとんどは設計者の頭の中だけに留まり、その知識を多くの設計者が利用できるようにはなっていない。そこで、設計対象情報と設計プロセスを結びつけて管理することにより得られる設計に関する情報を、設計行為の履歴とそれに対応する設計対象情報で記述された設計事例として蓄積し、再利用を可能にすることが要求される。

これらの要求を考慮して、設計意図と設計プロセスの表現手法の開発を行う。最終的には様々な種類の設計対象情報と設計プロセス情報の統合管理を目標としているが、本研究では第一段階として設計対象情報の代表例の一つである機能情報に注目して設計意図、設計プロセスとの統合表現を試みる。

2.2 キーワードを用いた設計意図表現

先にも述べたように設計者が行う設計活動の背後には常に設計意図が存在する。しかし、設計意図は普通設計者が頭の中で考えているものであり、意識して意図を主張するような場合を除くと、他の設計者に対して設計意図が明示されることは少ない。そこで、設計者に対して明示的に設計意図を表現してもらうため、設計者の自由記述によって設計意図を表現してもらうことを提案した。

しかし、自由記述による設計意図表現は情報の背後にある設計意図を的確に表現し、他の設計者へ伝達することには有効であると考えられるが、記述そのものを計算機になじむデータとして体系化し整理することは困難であり、そのため計算機を利用したデータの再利用もあまり見込めない。そこで、設計意図情報を管理するために設計に関する様々な用語を設計キーワードとして用い、設計意図記述にこのキーワードを用いることにする。これによって、次のような利点が得られると考えられる。

- 設計キーワードを設計意図記述の入力時にキーワードテンプレートとして用いることにより、設計意図

記述の入力行為を支援するとともに用いる語彙のばらつきをおさえることができる。

- 設計意図記述には設計キーワードが用いられているため、これを用いて検索することにより、設計者が意図していることに関する事例の再利用や情報の利用が容易となる。
- 設計キーワードを通して、ある情報に関連する情報を検索することができる。
- 機能に関する設計キーワードの階層を参照することにより機能分解を支援することができる。
- 設計変更を行う時に、それに伴う影響のあるデータを設計用語キーワードを通して検索し、設計者に提示することができる。

ここで設計キーワードには、これまでの設計方法論研究やオントロジー工学などを用いて体系化された機能や機構、部品などの設計知識を基に、階層化したテンプレートとして用意する。本研究では、ドイツ流の機能分解で考慮される機能の分類 [Pahl 88] や、機能概念オントロジーの研究の成果 [佐野 00] をベースに機能を中心として機能 - 副機能の関係で設計用語の整理を行った。この際、設計者の思考過程では抽象度からの視点と構造からの視点を一緒に用いていると考えられるため、本研究では機能 - 副機能の階層表現に抽象度に関する抽象 - 具体の階層と機能構造に関する全体 - 部分の階層の二種類の階層を導入している。その分類の一部を図 1 に示す。例えば「変える」という用語の下位リンクには「状態を変える」と「方向を変える」の 2 つがあるが、これらはいずれも「変える」という機能とは抽象 - 具体の関係で階層構造となっており、「変える」という機能に特性を付加することによってより具体的な機能を表す言葉になっている。このような木構造で体系化された設計用語を通して、設計意図記述の体系的な整理が可能となる。また、予め用意したテンプレートだけでなく、実際の設計現場で用いられている用語を設計キーワードに随時追加したり関連づけたりできるようにすることで、若干汎用性は失うが各々の分野でより使いやすいように設計キーワードを調整することができるようにしている。

2.3 設計プロセス表現

次に設計プロセスの整理について述べる。設計者間の設計プロセスを含む設計情報の共有と蓄積した設計プロセス情報の再利用を考慮すると、設計プロセスの表現には以下の 3 つの内容が必要であると考えられる。

(1) 設計情報の分岐、取り消し、後戻り等の表現

設計プロセスでは試行錯誤の結果しばしば設計情報の分岐、取り消し、後戻りなどが起こる。これらの行為が行われる場合には以前の段階の設計プロセスの時点に設計情報の一部または全部を戻さなくてはならない。従って各々の設計プロセスとその時点の設計対象情報をセットで管理する必要がある。

図 1 設計用語分類の例

(2) 設計意図の表現

各々の設計プロセスは設計者の意図に基づいて行われる。そこで、設計プロセスとそれに対応する設計意図を結びつける必要がある。

(3) 設計プロセス理解の容易性、設計プロセスの再利用性

細かな設計プロセスの全てをそのまま提示すると情報量が莫大なため、他の設計者にとって把握することは大変な作業になる。また、情報の再利用性の面からもプロセスの粒度があまり細かすぎると情報として扱いにくい。そこで、設計プロセスに含まれる要素・行為のうち密接に関連している複数要素・行為をまとめて構造化し、理解しやすく表現することが必要である。

このうち、最初の2つについては先に述べた設計意図表現を用いることによって実現できるが、より設計情報の理解を容易に行うことを考えると、3つ目の要求が重要となる。従って当該設計における逐次的な設計プロセスだけでなく、意味を持つひとまとまりの設計プロセスを構造化してまとめたプロセス表現も必要だと言える。そこで、本研究では主に当該設計での使用を目的とする逐次的な基本プロセスと、再利用を主たる目的とする構造化プロセスの2種類で設計プロセスを表現することを提案する。図2に基本プロセスの構造化の概念図を示す。

図 2 設計プロセスの構造化

ここで、逐次的プロセスである基本プロセスは知識データの検索やそれを利用した機能の分解、決定理由の記述などの設計者の行為を逐次データとして記録したものである。

基本プロセスの構造化は、設計者の基本的な設計プロセスが知識を収集し検討して決定するという行為の繰り返しであると考えられるため、本研究では知識データを検索するところから機能を分解してその意図を記述する行為までを機械的にまとめて一つの構造化プロセスとして取り扱う。しかし、一連の設計行為に付随する更なるプロセスの存在や関連プロセスの発生など基本パターンに当てはまらないケースも多く存在することが予想されるため、構造化プロセスのチェックと修正は基本的には設計者自身によって行うことにする。逐次的なプロセスの構造化を設計者が行うことは設計者にとって負担となるが、一方で設計者の意図を明確にするだけでなく、行った設計行為をまとめることで設計内容自体も見つめ直すことになるため、曖昧であったり、修正や改良が必要であることに気づくということが起こり得ると考えられる。また、設計プロセスも構造化プロセスのパターンとして分類することができると考えられるため、構造化プロセスを整理しデータベース化することにより、構造化を自動で行うことのできる設計プロセスのパターンを増やすことができ、設計者にかかる負担も減っていくと考えられる。

このようにして作られた構造化プロセスは設計者の意図やその結果なされた設計も内包するため、これを整理してデータベース化することによって、設計方式のオントロジデータとして有効に再利用できることが期待できる。

3. 設計情報の統合管理システム

本章では、前節で述べた設計プロセスと設計意図の表現手法を用いて設計情報の統合管理を行うシステムを構築する。システムの主な目的は以下の5つである。

- 設計キーワードを設計意図記述の入力テンプレート

図3 設計情報統合管理システムの構成

として用いることにより、設計者の設計意図入力を支援する。

- 設計キーワードを用いて設計意図情報を整理し、再利用性を高める。
- 設計の過程で得られた機能情報、設計意図情報、プロセス情報を整理し、他の設計者が理解しやすいように表現する。
- データベース化した各種データを設計キーワードを通じて相互に参照できるようにして設計者の創造活動を支援する。
- 再利用性のある一連の設計プロセスを構造化プロセスとしてまとめ、データベース化して再利用性を高める。

以上の目的を考慮し、図3に示すような3つのサブシステムとデータベースからなるシステムを構築する。以下で各システム及びデータベースについて説明する。

3.1 設計者支援システム

設計者支援システムは、設計者と計算機との間のインタフェース部分にあたる。設計者の作業を支援し、その内容に応じて他の2つのサブシステムに指示を出し、連携を取ってデータを取り扱う役割を持つ。

このシステムは設計対象の詳細化に関する設計行為を支援する設計行為支援システムと、共有および再利用を考慮して行われるデータ操作を支援するデータ操作支援システムからなる。設計行為支援システム部は設計対象操作支援機能、設計意図記述支援機能、データ参照支援機能、データ管理機能を持ち、設計行為として行う機能分解、変更、設計意図の記述、参照などの支援を取り扱う。データ操作支援システム部はプロセス構造化支援機能、データベース管理システム操作支援機能を持ち、設計プロセスの構造化、設計用語の定義、各種データのデータベース化などを支援する。

3.2 プロジェクト管理システム

プロジェクト管理システムは、現在進行中の各種設計情報データを管理する。このシステムは、設計プロセス、設計意図、機能情報を各々管理する3つのサブシステムと設計情報間の整合性を管理するためのサブシステムから構成され、それらはそれぞれ以下の4機能のいくつかを持つ。

- 基本プロセス自動記録機能

設計者と設計者支援システムとのやりとりを通じ、逐次的に発生する基本プロセスを設計者支援システムから受け取り、記録する。

- データ管理機能

設計の進行によって設計者支援システムから送られてくるデータを指示に従って管理する。

- データ配信機能

作業中の各設計者に対して作業中、または作業結果のデータを配信する。

- 作業管理機能

設計者の各データに対する権限を管理する。また、データ配信のため作業中の設計者を管理する。

3.3 データベース管理システム

データベース管理システムは過去の設計事例や、設計用語などが格納されている設計事例データベースを管理する。このシステムは設計者支援システムの指示にしたがって、各種データベースのデータ操作を行う。設計者支援システムから指示される参照や検索などの作業命令に応じてデータを絞り込む、必要性の度合いに応じデータを並べ替えるなどの操作を行う機能であるデータ操作機能、データベースの更新や削除、プロジェクトデータからデータベースへの移行など、データベースそのものに対する操作を行うデータベース操作機能、各種データベースへの各設計者の権限を管理するアクセス管理機能を持つ。

3.4 データの構成

最後に本システムで扱う設計情報データの構成を述べる。設計プロジェクトデータと設計事例データベース内のデータは共に図4で表される各種のデータから構成されている。設計プロセス、機能情報など、全ての設計情報データ及びその間の関係は設計意図データで説明されており、設計意図データからのリンクを通して接続され、相互の関係が説明されている。設計意図データはその意図記述のキーワードとして設計用語を用いており、設計用語からのリンクによって検索したり整理することなどが可能である。また、設計用語はキーワード名、キーワードの内容、階層が上位、下位のキーワードへのリンクの情報を持つ。本研究で試作したシステムでは類義語や分野による用語の使われ方の違い等に対しては対応しておらず課題として残っているが、キーワードの内容を確認

図 4 各種データの構成

することによって設計用語の用法を設計者が知ることはできるようになっている。次に、設計プロセスデータのうち基本プロセスデータは、そのプロセスが行われた時間、前後のプロセスへのリンク、設計者が行った操作とシステムが返す結果、対応する設計意図データ、機能情報データへのリンクの情報を持つ。これらのデータは全て設計者がシステムに対して操作を行ったときにシステムによって自動的に生成・記録される。構造化プロセスは、対応する全ての基本プロセス、設計意図データ、機能情報データへのリンク情報を持っている。試作システムではプロセスの構造化パターンは、同一の機能情報、設計意図を持ち、知識データの検索、機能情報の分解、設計意図の記述の順に出現する基本プロセスを構造化するというパターンのみの実装であり、かなりの部分は設計者自身の手により構造化や自動生成プロセスの修正が行われることになるが、実際に事例を積み重ねていくことにより構造化パターンのパリエーションが増え、設計者の負担は減と考えられる。

ここで、設計プロジェクトデータと設計事例データベースは同様の構造をしているのにもかかわらず、別々に格納されているが、同様の構造をしているのは、現在行われているか、過去の事例かによらず設計に関する情報は同質であるためであり、格納場所を別々にしているのは、情報の内容が頻繁に書き変わる可能性のある現在進行中の設計情報データは、既になんらかの評価が行われている設計事例データとは当該設計においては担っている役割が違うためである。

4. システムの実装と実行例

4.1 実装

本研究で提案した設計情報の統合管理システムの試作を行った。パイロットシステムは Linux の統合デスクトップ環境の 1 つである GNOME1.2 上で、C++ を用いて作成し、gcc-2.95.2 を用いてコンパイルして構築した。GUI の構築には GTK+1.2.0 を用いた。作成した試作システ

図 5 実行画面

ムにはデータとして約 300 語の設計用語を実装し、また事例データとして後に述べる実行例で例題とした洗濯機の設計事例を 5 例用意した。

作成したシステムの実行画面のスナップショットを図 5 に示す。システムのメインウィンドウは大きく上下に 2 つのエリアを持っているが上のエリアが主にデータ参照を行う参照画面、下のエリアが現在行っている設計に関する情報を取り扱う作業画面となっている。参照画面ではキーワードを用いて検索される関連事項や参照したいデータの種別を選択することにより、設計事例データやプロジェクトデータを参照することができる。また、コピーコマンドにより必要に応じて設計事例データをテンプレートとして作業画面に転記することができる。作業画面では左端のタブを選択することにより、設計対象操作、プロセス構造化、データベース操作という 3 種類の質の異なる作業を切り替えて行うようになっている。

作業は主としてメインウィンドウで行うが、必要に応じてシステムは検索キーワード入力ウィンドウや設計意図表示ウィンドウ、設計意図記述ウィンドウなどを生成・表示することで、設計者に対し、情報を提示したり作業を促したりする。

4.2 実行例

システムの実行例として、洗濯機の改良設計を例題として説明する。まず最初に「水と洗剤を用いて洗濯物を洗う」、「洗濯物を脱水する」という 2 つの要求仕様が与えたと仮定する。そのときシステムは「洗う」、「水分を取り除く」というキーワードから関連事項として「洗濯機」や「食器洗浄機」などの事項を表示する。ここでは洗濯機の設計を考えているため、関連事項中から洗濯機を選択し、さらに参照項目として機能を選んで検索すると、設計事例データベースから検索された従来行われている洗濯機の設計事例の機能分解木が図 5 に示すように関連事項表示ウィンドウに表示される。

ここで、技術進展により小型で高トルクのモータが開

図 6 設計修正の実行例

発されたとして、検索キーワードに「モータ」、「小型」、「高トルク」の3つを記述して検索を行うと、「選択物の位置を固定する」という機能が強調表示された状態で参照画面に表示される。これは「設計物の位置を固定する」という機能は、「遠心力を利用して選択物を洗う方法は、高トルクモータの小型化が充分でなく、洗濯機全体のサイズの拘束により洗濯槽と直結できない」という理由の失敗事例として事例データベースに蓄えられていて、小型高トルクモータの開発によって、この不採用要因が消えたためである。「洗濯物の位置を固定する」という機能は、「洗濯物を痛めない」という要求仕様から展開された機能として付け加わったが、ここで過去失敗時に記述された設計意図を参照すると、「遠心力を利用して洗濯物を固定することにより、洗濯物が絡まるのを防いでいたみを防止できる」という記述がある。失敗理由だった高トルクモータの小型化が実現し、「洗濯物を痛めない」という要求を満たすことから遠心力を利用して「洗濯物の位置を固定する」機能を採用することにする。そこで、この機能を選択して機能の分解操作を行うことで、図6に示すように作業画面に「洗濯物の位置を固定する」という機能が付け加わり、逆に「洗濯物の位置を固定する」という機能と相反する機能である「洗濯物を動かす」、「洗濯物を攪拌する」といった機能が削除される。

このように、本システムを利用することにより、設計事例をキーワードを基にして検索し、その時の意図を確認しながら利用できることから、過去の事例を有効に活用できると思われる。また、プロジェクトデータについても設計者が設計意図を記述することにより、他の設計者へ各々の設計対象情報がどのような意図で変更されたのか、設計プロセスがどのような意図で行われたのか、などが明確に伝達できると考えられる。

5. ま と め

本研究では、設計情報の理解や過去の設計事例の有効利用には設計者の意図記述を付加することが不可欠であ

るという考慮から、設計中に用いられる語彙やオントロジ工学などにより体系化された知識を設計用語として定義してキーワードに用い、設計用語を用いて記述される設計意図を通して設計情報を統合的に扱うシステムを提案した。設計用語の利用により、設計者の文字入力への支援が可能である、設計対象の関連要素を検索・提示することが容易になるという利点が得られた。また、設計意図記述を用いて設計情報や設計情報間の関係を表現することにより、設計者間での理解や、過去の設計情報の理解が容易となった。これらのことから、提案したモデルは設計情報の共有や再利用に対して、有効な手段となり得ることを示した。

謝 辞

本研究の一部は日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業「人工知能による協調的シンセシスの方法論」プロジェクト (JSPS-RFTF 97P00701) の研究費により実施された。ここに記して謝意を表する。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [荒井 98] 荒井, 赤坂, 若松, 白瀬: CAD における設計意図モデルと修正設計への適用, 日本機械学会論文集 (C 編), Vol. 64, No. 627, pp. 4492-4497 (1998).
- [知念 98] 知念, 若松, 白瀬, 荒井: 協調設計のための機能情報と幾何情報の統合表現, 日本機械学会第 9 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, pp. 339-341 (1998).
- [Cross 96] Cross, N., Christiaans, H., and Dorst, K. eds.: *Analysing Design Activities*, John Wiley & Sons (1996).
- [Pahl 88] Pahl, G. and Beitz, W.: *Engineering Design: Systematic Approach*, Springer-Verlag (1988).
- [佐野 00] 佐野, 来村, 溝口: 機能依存関係「メタ機能」に基づく機能構造の導出に関する考察, 第 18 回設計シンポジウム講演論文集, pp. 21-28 (2000).
- [吉川 89] 吉川, 富山: インテリジェント CAD ——理念とパラダイム —— (上巻), 朝倉書店 (1989).
- [吉岡 98] 吉岡, 富山: 設計支援のための統合モデリング環境の研究 ——プラグブル・メタモデル機構の提案 ——, 人工知能学会誌, Vol. 13, No. 2, pp. 312-319 (1998).

〔担当委員: 瀧 寛和〕

2001 年 8 月 1 日 受理

著 者 紹 介

妻屋 敦 (正会員)

1998 年 3 月東京大学大学院工学系研究科システム量子工学専攻博士課程修了, 博士 (工学)。同年 4 月東京大学人工物工学研究センターリサーチ・アソシエイト。2000 年 4 月大阪大学先端科学技術共同研究センター助手。2001 年 4 月大阪大学大学院工学研究科助手, 現在に至る。設計方法論, 統合設計システムに関する研究に従事。日本機械学会, 精密工学会, 日本原子力学会各会員。

永江 政郎

2001 年 3 月大阪大学工学部応用理工学科卒業。同年 4 月株式会社メイテック入社，現在に至る。

若松 栄史

1994 年 3 月大阪大学大学院工学研究科電子制御機械工学専攻修士課程修了。1995 年 4 月大阪大学大学院工学研究科助手，現在に至る。博士（工学）。変形しやすい物体のマニピュレーション，CAD に関する研究に従事。日本機械学会，精密工学会，日本ロボット学会各会員。

白瀬 敬一

1984 年 3 月神戸大学大学院工学研究科生産機械工学専攻修士課程修了。同年 4 月金沢大学工学部助手。1995 年 7 月金沢大学工学部助教授。1996 年 10 月大阪大学大学院工学研究科助教授，現在に至る。工学博士。知能化・自律化工作機械，CAD/CAM に関する研究に従事。日本機械学会，精密工学会，ASME，ASPE 各会員。

荒井 栄司

1980 年 3 月東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻博士課程修了。工学博士。同年 4 月神戸大学工学部助手。1984 年 4 月静岡大学工学部助教授。1992 年 4 月東京都立大学工学部助教授。1995 年 4 月大阪大学大学院工学研究科教授，現在に至る。機械設計の次世代 CAD/CAM に関する研究に従事。日本機械学会，精密工学会，設計工学会各会員。