



オブジェクト指向に基づく工作機械の知的設計支援に関する研究

布引, 雅之

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

1992-03-31

(Date of Publication)

2008-03-18

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲1095

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.11501/2964530>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1001095>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・(本籍)	ぬの びき まさ ゆき 布 引 雅 之 (兵庫県)
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	博い第41号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与の日付	平成4年3月31日
学位論文題目	オブジェクト指向に基づく工作機械の知的設計支援に関する研究
審査委員	主査 教授 森 協 俊 道 教授 北 村 新 三 教授 上 田 完 次 助教授 杉 村 延 広

論 文 内 容 の 要 旨

研究題目：オブジェクト指向に基づく工作機械の知的設計支援に関する研究

本論文は、工作機械の設計者が持つ設計知識に基づいて工作機械の基本構造を設計するプロセスを支援する方法論について述べたものである。

研究対象である工作機械の設計プロセスは、熟練設計者の経験やノウハウが重要な役割を果たす非常に複雑な意思決定プロセスであり、従来ほとんど省力化、自動化は行われていなかった。しかし、近年、多様で高精度の製品に柔軟に対処しうる新たな工作機械を合理的、系統的に設計するための設計支援システムが強く求められている。特に、熟練設計者の経験的知識を有効に利用し得る知的設計支援システムの開発が重要な課題と認識されている。

しかし、工作機械の設計では、同時に多種類の要求を満足する設計解を求めなくてはならない。さらに、設計問題自身は悪構造問題と言われ、定めるべき設計項目を予め設定することができない。そのため、実際の工作機械の設計においては、多様な設計要求を同時に満足する設計解を設計者が試行錯誤的に求めているのが現状である。工作機械の設計に有効な設計支援システムを確立するためには、まず、設計における情報および処理の流れを明らかにし、工作機械を対象とする設計プロセスのモデルを、設計の初期段階、つまり基本設計段階で確立することが必要である。

本論文では、工作機械、特にマシニングセンタを対象とする基本設計過程に対する知的設計支援システムを開発することを目的として、工作機械の設計プロセスを表現することが可能な設計プロセスのモデル化について検討し、設計オブジェクトの概念を提案した。また、設計オブジェクトと、それらの抽象-具体関係、および全体-部分関係に基づく設計プロセスモデルを提案した。さらに、提案

した設計プロセスモデルに基づいた工作機械の知的設計支援の方法論を提案した。本研究で得られた成果をまとめると以下ようになる。

第2章では、工作機械の設計支援システムを実現するための基礎解析として、現状の工作機械の設計プロセスの分析とそのモデル化を行った。具体的には、機械システムの設計論の分析、ならびに熟練設計者へのインタビューを通して、工作機械の基本設計における処理プロセスを分析、整理した。その結果、設計プロセスが工作機械の形態により異なること、各形態は全体として階層構造を構成し、設計の進展に伴って抽象的な形態が順次具体的な形態に変化していくこと、および形態が決定されれば、比較的単純なプロセスで設計が進行することを明らかにした。

この分析結果に基づいて、工作機械の形態に対して設計事例を作成し、その設計事例の形態を具体化するソフトウェアモジュールを提案し、これを設計オブジェクトと定義した。さらに、これらの設計オブジェクトの抽象-具体関係、全体-部分関係に基づいて設計空間を定義し、設計対象の特化と分割により、設計を進める方法論を提案した。これにより、従来、明確な処理手順がなく、試行錯誤的に行われてきた工作機械の基本設計プロセスを体系的に行う枠組みを提示することができた。

第3章では、設計オブジェクトの内容を明らかにした。すなわち工作機械の設計を行うために必要となる情報ならびに経験的知識の表現とその構造化について考察し、設計知識をID記述部、属性記述部、メソッド記述部に分類し記述する方法を提案した。

設計オブジェクトの持つ属性、設計オブジェクト間の抽象-具体関係、および全体-部分関係に基づいて設計を行う場合に必要となる処理を、各設計オブジェクトにメソッドとして記述する手法を提案した。これにより、設計対象の属性項目およびそれらの項目を設計する処理を持つ設計オブジェクトを中核とする知的設計支援システムの基本構成を確立することができた。

第4章では、各設計オブジェクトが作成する設計事例について、設計対象モデルを操作して、設計項目の決定および設計事例の具体化を行うことのできる設計事例の属性を記述する方法について検討した。具体的には、マシニングセンタとその主要な構成要素である送り機構、ATC（自動工具交換装置）、テーブル、ハウジングに関する設計オブジェクトの抽象-具体木を作成した。さらに設計対象の特化により設計事例を具体化し、設計事例に機能、品質、形状および寸法などの属性項目を記述するプロセスを明らかにした。また、これらの設計対象間の関係、すなわち、支持関係、相対運動関係、構成要素の共有関係などを記述する方法を確立した。

第5章では、第2章から第4章までに提案した方法論に基づいて、マシニングセンタを対象とする知的設計支援システムのプロトタイプを開発した。このシステムは、PROLOGを用いて開発したものであり、マシニングセンタの設計に関する設計オブジェクトベース、設計対象のインスタンスの管理を行うインスタスマネージャ、設計オブジェクトにおける知的処理を実現するための推論エンジンと手続きベース、および設計者とシステムとのインタフェースから構成されている。本システムを用いて、適切な要求仕様を入力としてマシニングセンタの基本設計を行い、その設計処理の流れと得られた結果より、本方法論の有効性を検証した。

以上のように、本研究ではマシニングセンタの設計プロセスを知的に支援する方法論について検討

し、設計オブジェクトを中核すると新しい知的設計支援システムの構成方法論を提案した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、工作機械の設計者が持つ設計知識に基づいて工作機械の基本構造を設計プロセスを支援する方法論について述べたものであり、オブジェクト指向に基づく知的設計支援システムの基本構成を提案し、プロトタイプシステムを開発している。

本論文は6章よりなり、第6章は結論である。

第1章は緒論であり、工作機械の設計支援システムに関する要求項目を整理するとともに、従来行われてきた工作機械の設計支援システムを概観し、従来の研究の問題点を明確にしている。また、本論文の全体構成をまとめている。

第2章では、工作機械の設計支援システムを実現するための基礎解析として、工作機械の設計プロセスの分析とそのモデル化を行っている。すなわち、機械システムの設計論の分析ならびに熟練設計者へのインタビューを通して、工作機械の基本設計における処理プロセスを分析、整理し、設計プロセスが工作機械の基本形態により異なること、基本形態は階層構造を構成し、設計の進展に伴って抽象的な形態が順次具体的な形態に変化していくこと、および基本形態が決定されれば比較的単純なプロセスで設計が進行すること、を明らかにしている。

この分析結果に基づいて、各基本形態ごとにその設計パラメータを決定し、基本形態を具体化するソフトウェアモジュールを提案し、これを設計オブジェクトと定義している。さらに、この設計オブジェクトの組み合わせ設計プロセスモデルを記述するとともに、設計支援を実現する方法論を提案している。

第3章では、設計オブジェクトの内容とそれらの間の関係を検討している。設計オブジェクトの内容については、設計対象の基本形態および設計パラメータをデータとし、設計パラメータの決定基準および設計対象を具体化するための判断基準をメソッドとする基本構成を提案している。設計オブジェクト間の関係としては、抽象-具体関係 (is-a関係) および全体-部分関係 (Part-of関係) を検討している。

また、これらの設計オブジェクトのデータおよび関係に基づいて、設計を行う場合に必要となる経験的知識の表現と処理を、各設計オブジェクトにメソッドとして与える手法を提案している。

第4章では、各設計オブジェクトで取り扱う設計対象モデル化手法を検討している。すなわち、工作機械の基本構成要素である主軸、送り機構、ATC (自動工具交換装置)、テーブル、ハウジングなどの機能、性能、形状および寸法を記述し、モデル化する手法をオブジェクト指向の概念にしたがって提案している。また、これらの設計対象間の関係、例えば、支持関係、相對運動関係、構成要素の共有関係などのモデル手法も提案している。

さらに、これらの設計対象モデルを操作して、設計パラメータの決定、設計対象の具体化を行いながら設計を進めるために各設計オブジェクトが持つべき知的処理機能を明確にし、これらの機能をメ

ソッドとして記述する方法を検討している。

第5章では、第2章から第4章で提案した方法論に基づく工作機械の知的設計支援プロトタイプシステムを開発し、ケーススタディにより、本方法論の特性を検証している。このシステムは、PROLOG言語を用いて開発されたものであり、4つのサブシステムからなる。すなわち工作機械に関する設計オブジェクト・ベース、設計対象のインスタンスの管理を行うインスタンスマネージャ、設計オブジェクトにおける知的処理を実現するための推論エンジンとプロシージャ・ベース、および設計者とシステムとのインタフェースである。

以上、本研究は、工作機械の設計プロセスの知的支援システムの開発を目的として、設計オブジェクトとそれらの関係に基づく設計支援の方法論を研究したものであり、機械の設計システムの知能化について重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。

よって、学位申請者布引雅之は、博士（工学）の学位を得る資格があると認める。