

論文の内容の要旨

論文題目 CAD のための設計知識管理の研究

氏名 野間口大

家電リサイクル法の施行に代表される環境問題に対する消費者の関心の高まりや PL 法など、近年の製造業をとりまく環境はますます複雑化している。設計者に必要な知識の量は増大する一方であり、その知識の管理は効率的な設計活動のための重要な課題の一つとなっている。知識を共有、再利用する試みは企業においては一般に設計の最終結果としての図面の設計文書と共に設計者の持っているノウハウや設計事例を記録・管理することによって行われ、その支援を行う研究が行われている。

本研究における著者らの目的は、特に設計活動を支援する立場で知識管理を実現する方法を明らかにし、計算機システムへの実装および例題の実行を通してその検証を試みることである。そこでまず 1 章および 2 章において設計知識および知識管理に関するこれまでの研究について概観し、設計知識管理を実現する際の問題点について述べる。まず知識工学や人工知能、計算機科学などの各分野で行われている知識管理に関する研究一般の課題として

- 知識獲得
- 知識検索
- 知識配布

の 3 点を挙げる。次に設計研究の分野で行われている CAD を中心とする製品情報や設計知識管理研究の現状、および設計作業における意思決定の理論的根拠である設計根拠を取り扱う研究について述べ、その課題として、

- 設計結果としての製品情報だけでなく、設計過程における背景情報、設計根拠を管理する必要がある
- 設計過程を表現するためのモデルを構築する必要がある
- 設計過程の獲得を支援する必要がある

の 3 点を挙げる。次に我々のグループがこれまでに研究・開発してきた KIEF およびシセンスのモデルに基づく推論フレームワークにおいても、

- 設計過程のログは記録できるが、設計意図や設計過程を表現する枠組みが不足
- 記録される設計過程は人間にとって理解し難い

という問題点がある。本研究では設計支援のための知識管理実現を目指し、知識管理における 3 つの主要な課題、その中でも特に知識獲得の問題に焦点を置いてその解決を図る。知識獲得とは設計者の経験を獲得することであると考えられるので、設計作業と同時に設計文書を作成することによって設計過程の情報をできるだけ欠落無く獲得することを考える。

3章では本研究で提案する設計文書を中心とする知識管理の枠組みについて述べる。まず設計文書についてのモデリングを行う。本研究では設計文書は何らかの目的を持って記述されるものであり、またその記述には目的に応じて一定のパターンがあるものであると考える。次に設計文書が作成されるプロセスを考察する。基本的に設計文書は設計に関する文書なのであり、設計過程で考慮された情報に基づいて記述されるはずである。また一方で、実際の設計過程では考慮されず設計文書作成の際に追加される情報もあると考えられる。このような設計文書作成に必要な情報を網羅的に記述したものとしてメタプロセスモデルを導入する。メタプロセスモデルでは情報導出という考えに基づいて、どの設計情報がどの設計情報が導出されたかで設計過程を記述する。次に実際に設計作業で作成された設計文書を分析することにより、本研究で提案する設計文書に関する理論の妥当性について検討を加える。具体的には設計過程の情報および情報間の関係を表現するために本研究で提案するメタプロセスモデルについて述べ、メタプロセスモデルを利用した設計知識管理について述べる。

4章では、メタプロセスモデルを用いて設計知識の獲得を実現する手法について述べる。この手法の基本的なアイデアは、設計者に大きな負担をかける事なく設計情報の欠落無しに設計文書化を容易に行うために、設計の副産物として設計過程を記述した設計文書および設計文書をコーディングするメタプロセスモデルを作成することである。手法実現の課題として、

- 設計作業と同時に設計文書を作成すること
- 設計文書作成ツールと統合設計支援環境を統合することが必要であること
- 各種計算機ツールで利用される多種多様な情報を柔軟に取り扱う枠組みが必要なこと

を挙げ、これらの課題を解決するために本研究で採用する方法として、

- 統合設計支援環境と文書作成ツールとの統合。本研究では KIEF を用いる。
- 文書記述内容を知識操作に基づいて自動生成
- ハイパーテキストを用いた設計過程の明示的記述
- ハイパーリンクによる多様な設計情報の取り扱い
- ATMS による設計情報の管理

を挙げる。これらは本研究で開発する設計知識管理システムに対する主要な要求仕様となる。

5章では設計の文脈を考慮した検索手法を提案する。この手法ではまず、検索対象となる文書を、設計の部分的なサブ問題の解決に必要な知識を記述した小部分に構造化することを考える。これを文書知識と呼ぶ。設計作業中に知識を検索する際には、KIEF における設計作業で作成されるメタモデルと文書上における設計対象の記述から現在進行中の設計作業に関する文脈情報モデルを自動生成する。検索の対象となる文書知識にもインデックスとして文脈情報モデルを付与しておき、両者のマッチングにより検索を行う。この手法により、知識としての文書を共有・再利用することが可能となる。本章で提案した手法は、設計文脈情報をグラフとしてモデル化することにより、設計文脈の類似度をグラフのマッチ度によって定量化し、設計文脈を利用した知識検索を実現するものである。その利点として、まず、キーワード間の関係を設計文脈情報モデルにより記述しているため、検索の精度が上がるのが考えられる。次に、設計文脈情報モデルは設計対象の概念モデルと文書に記述されたテキスト情報から自動的に生成されるが、4章で述べる知識獲得手法に基づけば、これらは設計作業と同時に作成されている情報であるため、検索の際に逐一設計者が作成する必要が無いことである。このため、設計作業の中での検索作業がよりスムーズに行えると考えられる。一方で、検索対象となる文書に対して、インデックスとして設計文脈情報モデルを付加しておく必要がある、という問題がある。

6章では、本研究で提案する方法論に基づいて DDMS(Design Documentation Management System)と呼ぶシステムの作成を行う。光造型機、レーザー加工機、建築基礎構造物の各設計事例を例題として用い、各例題を DDMS 上で実行してその結果を検討することにより方法論の妥当性の検証を行う。さらに本研究で提案する方法論について考察を加える。

最後に本研究の結論および展望を述べる。