

機械構造の階層性に基づいた機械設計向き知識ベースに関する検討

4G-1

米山正樹 竹田好晴 小林広明 中村維男

東北大学

1. まえがき

近年、設計・製造段階での生産性向上を目的として、CAD/CAMが注目を集めている。しかしながら、従来のCAD/CAMは図面の作成やNC(数値制御)機器への命令を利用者の代わりに計算機が行うといった程度のものでしかないことが多かった。そのため、CAD/CAMが作成したものが目標を達成しているかどうかということについては、利用者の判断が必要であった。その結果、見積設計や部品設計、生産設計、行程設計といった内容に対して、CAD/CAMシステムはまだ能力不足である。このような問題点を解決するためのアプローチの1つが知識処理を用いたCAD/CAMシステムである。これにより利用者と計算機間のデータの授受や煩わしさが減少し、利用者は新機構などの開発に専念できると思われる。従って機械設計向きの知識ベースの開発により、CAD/CAMシステムは設計者を真の意味で支援するものになると考えられる。

そこで本報告では、一連の機械設計作業を支援する機械設計用知識ベースの構築の第一段階として、設計作業のモデル化について検討し、この方法に基づく機械設計用知識ベースの構築法について述べる。

2. 設計作業のモデル化

設計とは、機能(設計仕様)を実体(設計解)に表現する作業である。ここでいう機能とは、実体の持つ属性によって生じる実体の挙動であり、属性とは実体を持つ様々な性質である。

一方、一般に機械システムは複数のユニット

から構成され、さらにユニットは複数の機械要素から構成される。この様に機械システムは、階層的な構造を持つ(図1)。また、機械システム、ユニット、要素の各レベルは各々独自の機能を持っているため、機能を機械システムの構造に対応させて階層的に表すことができ、これを機能の階層木として定義する。また、機能の階層木には、各機能に各レベルの機能を満足する機械システム名、ユニット名、部品名を持たせておく。これにより、機能の階層木から構造の階層木への変換、即ち機能から実体への変換が可能となる。

さらに実際の設計作業では、実体の設計、つまり詳細設計を行う。これは、以下のようにしてモデル化できる。まず、機械要素を分類した木を作成し、各々に要素間の関係を考慮した設計手続きを与え(図2)、これを機械要素の分類木として定義する。そして、推論機構を用いて実体を検索し、その実体について設計手続きを行う。

このようにモデル化した設計作業を知識ベースとしてシステムに構築することにより、一連の設計作業の支援が可能になる。

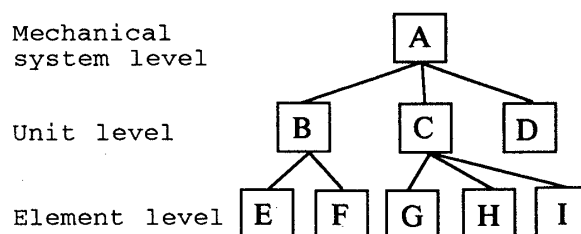


Fig1. Hierarchical structure of mechanical systems

A discussion on the knowledge-base for mechanical designs based on the hierarchy of the mechanical structure

Masaki YONEYAMA, Yoshiharu TAKEDA, Hiroaki KOBAYASHI, Tadao NAKAMURA

Tohoku University

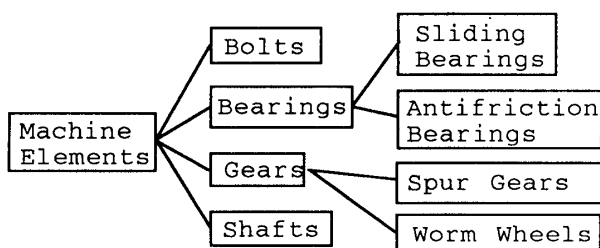


Fig2. Classification tree of Machine Elements

3. 機械設計用知識ベースの構築

知識ベースは主にルール部、フレーム部の2つに分類できる。主として、ルール部には経験則や知識が定義され、フレーム部にはシステムが対象とする領域内の事実が組織的に表現される。従って、フレーム部及びルール部には各々次のものを定義する。

3.1 フレーム部

本システムのフレーム部は、機械システムについての機能の階層木と、機械要素の分類木から構成される。例として図3に減速機の構造の階層木表現を示す。これらを機能の階層木に表したものが図4である。各々の機能には対応する機械システム名、ユニット名、要素名などを持たせておき、これをフレーム部に表現する。また、機械要素の分類木では、オブジェクト指向の概念を用いて各機械要素についての設計知識をモジュール化し、オブジェクトとして表現する。ここで、設計知識には要素の特性や規格データ、設計結果をグラフィック画面に出力するためのデータ、そして要素の仕様を計算するサブルーチンと呼び出すメソッドなどが、継承の性質を利用して効率良く含まれる。

3.2 ルール部

ルール部には、要求される機能をどの実体が満たすか、またその実体をどのように設計していくかを判断する規則を、黑板モデルに基づいて与える。議長のリールには発言者を順番に発言させるものがあり、メソッドとしては次の3つがある。利用者より設計仕様の入力を受け付け、黑板に書き出すもの。発言者の結果を黑板に表示するもの。設計結果を各オブジェクトのデータに付加するものである。その他の発言者

の内、ある者は設計仕様を満たすものを機能の木から検索して結果を黑板に書き込み、またある発言者は、機械要素の木を検索してそれぞれの要素に関して設計手続きを行い、それを黑板に書き込む。この様にして推論が行われる。

以上を知識ベースとし、エキスパートシステム構築ツールに組み込むと機械設計用エキスパートシステムが構築できる。

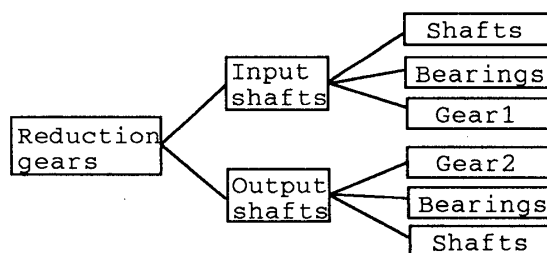


Fig3. Structure of Reduction gears

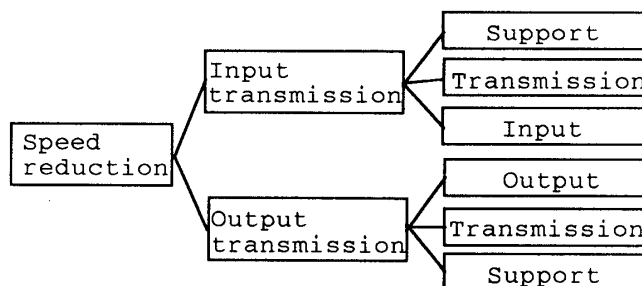


Fig4. Design specifications of Reduction gears

4. あとがき

本報告では一連の設計作業を支援するシステムを示した。本システムは、機械システムの階層構造に基づく機能の階層木及び機械要素の分類木を用いることにより設計をモデル化し、それを知識ベースとして構築している。これにより、従来までのものには見られていない、概念から詳細までの設計を行うことができると思われる。現在はシステム全体のインプリメントを行っている。今後の課題として、設計対象が複雑な場合でも、機能の階層木を効率良く知識ベースに表現する方法を検討する必要がある。これに対しては機能の特性に基づいて機械要素を選び出す方法を検討している。