

CAD 機械図面の理解

～対象構造の認識とそのルール構築について～

2G-4

伊藤浩之 上野晴樹 東京電機大学
長坂保美 チーゼル機器株式会社

1. はじめに

CADの普及により、CAD図面情報の有効的な利用、あるいはインテリジェントCADへの要求が高まってきた。この様な要求に対し、設計対象のモデリング、または対象モデルの研究は機械設計において重要な課題である。

一方、人工知能、特にエキスパートシステム (Expert System : ES) の研究においても、診断ESでの対象モデルの必要性 [1]、設計ES実現のためにも対象モデルの重要性が認識 [2] されている。しかし、電気系に比べ、機械設計での対象モデルの研究は、かなり対象に Domain Specificなモデルになるため、ほとんどその例が少ない。

そこで、我々は対象モデルの概念 [1] をもとに、機械設計者が図面中の情報から図面の内容を理解するのと同様に、CAD機械図面の内容を自動的に理解する方法 [3] を試みている。

今回、機械設計のなかで数多くの図面を抱えており、構造の簡単な問題としてBOLTを対象に、CAD図面情報から対象構造を決定するための方法とそのルール構築について報告する。

2. CADの図面情報

2.1 図面の理解とは

設計過程において、設計者はまず仕様 (目的属性) を実現するために、対象が備えるべき対象属性を決定する。次にその対象属性を満たすための構造を決定し、それを図面として表現している。

したがって図面情報とは、設計者の意図の表現形式であると考えられる。

機械図面の理解とは、この図面情報から設計者の意図する対象属性を検出することである。

2.2 図面中に表現された情報

設計者の意図を図面に表現する情報 (図面情報) とは、

- ①図形情報: 対象の形状、あるいは構造を1・3角法で表わした情報
- ②寸法情報: 図形の長さ、許容差などを表わした情報
- ③属性情報: 製造工程、あるいは図面管理に関する情報 (熱処理、作成者名、品名、品番など)

3. システム概要

対象とするCADシステムのファイル出力は、IGES (Initial Graphics Exchange Specification) フォーマットに準拠している。

図1は図面を自動理解する処理フローを示している。

CADデータの抽出

- ・各図面中の必要なデータ (セグメント) 抽出
- ・次処理へのデータ変換

各セグメントの意味づけ (知識ベース利用)

- ・セグメント解析により、図形情報に意味づけ
- ・図形情報より、寸法情報に意味づけ
- 情報抽出と矛盾チェック (知識ベース利用)
- ・寸法情報より、対象属性情報抽出
- ・知識ベースより、不足した対象属性情報抽出
- ・情報の矛盾性をチェック

理解された図面情報は、矛盾が生じているか否かのチェックが行なわれ、対象属性ファイルにストアされる。

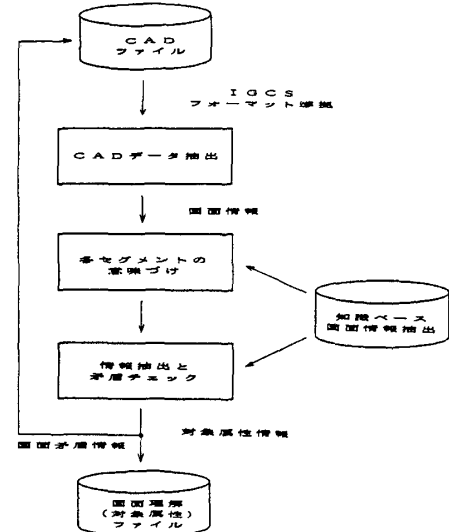


図1 CAD図面の情報を自動的に理解する処理フロー

4. 図面情報の意味づけと対象属性の抽出

4.1 対象図形の構造モデル

CADデータから抽出されたセグメントは、対象の構造モデルと対応づけられることにより意味づけが行なわれる。ここでいう構造モデルとは、対象モデル [1] における構造をモデル化したものをいう。

BOLTの構造モデルの一例を図2に示している。

BOLTの構造モデルは、BOLTの各部分に対応した部分構造テンプレートから図3のように構成される。

図4は設計者がBOLT図面中から理解する対象属性である。

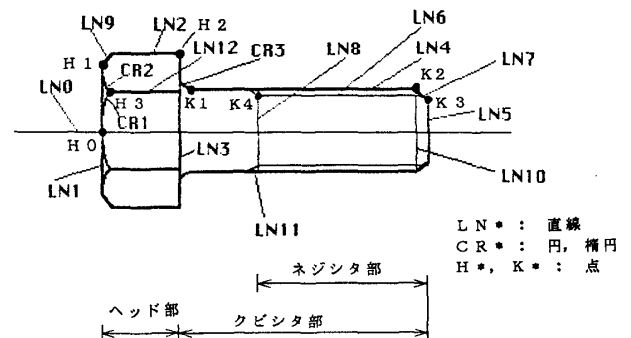


図2 BOLTの構造モデル

Comprehension of Mechanical Drawings using CAD.
-Recognition of object structure,
and rule construction-

Hiroyuki ITOH, Haruki UENO Tokyo Denki University
Yasumi NAGASAKA Diesel Kiki Co.,LTD

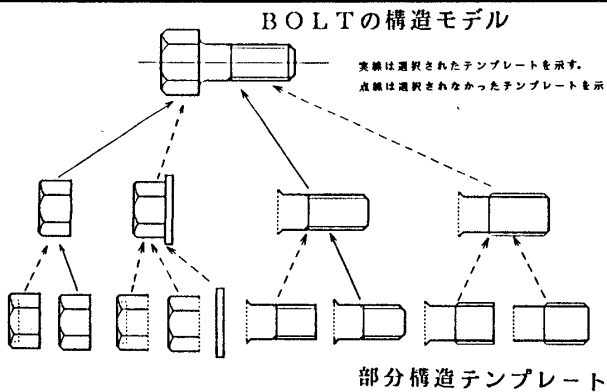


図3 BOLTの構造モデルを構成する部分構造テンプレート

4.2 セグメント解析

CADデータは、同じセグメントでも図面中で表わしている意味が異なるために、次の意味づけをもたせる処理が必要となる。

- ・図形情報を表わすセグメント：直線，円etc
- ・寸法情報を表わすセグメント：引出線，寸法値etc
- ・属性情報を表わすセグメント：図面枠，NC線etc

ここで属性情報を表わすセグメントの判別は図面中の位置情報から可能であり、属性情報の抽出は容易に行なえる。一方、図形情報と寸法情報を表わすセグメントについては設計者の知識が必要となる。

4.3 図形情報の意味づけ

図形情報を表わすセグメントを構造モデルと対応づけるために以下の規則が用いられる。

- ・図形情報セグメントに意味づけをするルール。
- ・各セグメント間の関係を記述したルール。
- ・制御ルール

部分構造テンプレートには、そこに含まれるセグメントに関するこの規則が、プロダクションルールとして格納されている(図5)。

部分テンプレート中のセグメントの意味づけが失敗した場合、別の部分テンプレートとの対応づけが試され、適切な部分構造が選択される。こうして図3のような全体の構造モデルが生成されることで、図形情報セグメントに対する意味づけが完了する。

4.4 寸法情報の意味づけ

各セグメントが意味する幾何学的構造から、寸法値が図面のどの形状を表現しているかが推論される。

これには[1]の対象モデルの考え方が利用されている[3]。

4.5 部分構造テンプレートの構築

図形情報に対する意味づけを行なうために、基本的な部分構造テンプレートは知識ベース中に用意されている。

しかし処理される図形が、どの部分構造テンプレートの組合せでも意味づけできない場合には、新たなテンプレートの構築が必要となる。

テンプレートの構築については、テンプレートの中で最もエラーの少なかったものが選択され、対話的に構築が行なわれる。その際、セグメント間の関係ルールをシステム側から提示するなどの機能が備えられている。

5. おわりに

CADの図面情報から対象の構造を決定する方法を、BOLTを例として試みた。

BOLTを用いた機械図面の理解[3]では、約300品番のおよそ8割が理解できた。しかし残りの2割については、図形情報の意味づけルールの不備により理解不能であった。

そこで今回のような対象構造の認識とそのルール構築の研究を行ない、例題中の図面についてはすべて理解可能となった。

参考文献

- [1] 上野晴樹：対象モデルの概念に基づく知識表現について—深層知識システムへのアプローチ—電子通信学会人工知能と知識処理 AI86-4, 1986
- [2] 長澤勲：設計エキスパートシステム 情報処理Vol.28, No.2, pp187-196, 1987
- [3] 長坂保美, 上野晴樹：知識ベースを用いた機械図面の認識；第35回情報処理学会全国大会論文集 pp2167-2168, 1987

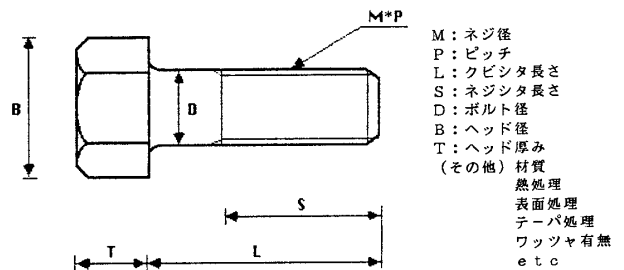


図4 BOLT図面から抽出される対象属性

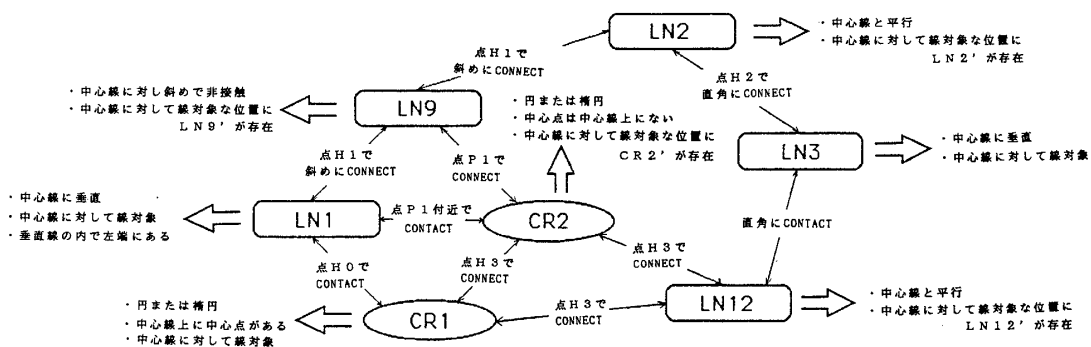


図5 BOLTヘッド部のセグメントの認識ルール