

機械設計図面における構造情報の学習

2M-5

魯偉 吳煒 坂内正夫
東京大学生産技術研究所

1 はじめに

図面処理では、形状認識と構造解析は非常に重要な手順である。本研究室は、汎用性と柔軟性を持った図面処理システムの研究を行なっている [1]。ここで、このようなシステムの構成を容易にするために、学習機能を有する支援するシステムを提案する。提案システムは図面の図形要素の形状及び構造情報の認識、理解のためのモデルを対話によって獲得し、その結果をシステム構築するための認識モデルの形で出力する。これによって、図形処理システムの汎用性の向上とコスト低減への支援が実現できると思われる。本文の最後に、溶接工程図面を対象とする実験によってその有効性を示す。

2 手法の概要

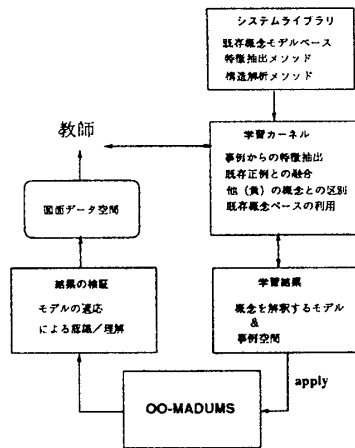


図 1: Configuration of the Proposed System

図 1はシステムの構成を示す。

まず、自動処理によって、図形要素を抽出する。次に、教師によって、概念及びその事例を学習カーネルに提示する。システムはその提示された事例

からその形状及び構造情報を抽出し、最適なものを用いて対応する概念を記述する。ある概念の記述の正確さはまず他の概念のとの矛盾の排除によって検証される。要するに、他の概念に属する事例を負例とする。次に、学習できた記述を他のデータに適応して、負例を検出し、学習結果を修正する。学習は単純な概念から複雑な概念へと進めるべきである。また、概念空間は、既存の概念ベースの利用も可能である。学習の結果は OO-MADUMS の処理モデルの形へ変換される。

3 図面情報の表現

3.1 オブジェクト指向手法による記述

OO-MADUMS はオブジェクト指向型モデル記述によって、システムの汎用性と柔軟性を実現したため、その支援ツールとしても同様に図面情報を記述する。具体的に、図面情報を概念オブジェクトによって構成する。概念オブジェクトは概念名、親名、メンバーとメソッドからできている。メンバーは下位概念の and 或は or の集合で、それによって階層性を持った概念を記述できる。メソッドは対応する概念に関する操作で、目的によって同じ概念でも内容が相違する可能性がある。また、概念は図面が記述する抽象表現（例えば、図面の用途、構成等）及び図形情報（図形記号、構造関係等）を含む一般的なものである。

3.2 図形情報の記述

図形情報は形状情報と構造情報によって記述される。形状情報は 1) 基本要素：直線分、円、円弧、ポリゴン等、2) 特徴点：(凹凸包の)面積、長さ、高さ、凹凸性、伸長軸、向き、伸長性、集約性、曲率等、3) 導出概念：長方形、三角形、U字型、V字型、矢じり等によって記述される。

構造情報は 1) 接続関係：従属関係、修飾関係等、2) 隣接関係：相対位置、一直線性、対称性、並行性、相関性等、3) 追跡条件：あるクラスに属する一連のオブジェクトを追跡するための開始、継続、終了の諸条件によって記述される。

上記の情報から、基本要素集合及び対称性、一直線性等を基礎概念とする。新しい図形概念をこの基礎概念によって初期化する。

4 対話による学習

4.1 柔軟性を重視した学習方式

- スクリプトによる教示：複雑な概念をまず、そのあらしに相当するスクリプトによって教示し、その詳細は徐々に具体例によって示す。
- 自発的な学習：教示された概念集合の完全性、整合性によって、学習すべきものを自発的に見つけ出し、教師にその回答をもとめる。
- 透明なインターフェース：教師は獲得した概念集合を容易にブラウジングできるほかに、各概念の詳細のチェックし、修正、概念の合併と削除も可能である。

このような方式では、概念情報の学習は漸増的に行なうことが可能である。システムはその完全性、整合性をチェックできるので、学習結果の信頼性が高くなる。それに、学習システムはただのブラックボックスでなしに、教師にわかりやすいので、学習の透明性が得られる。

4.2 図形情報の学習

図形情報に関しては、入力された図面データの例を用いて学習可能である。ここ場合では、学習過程は与えられた教示例（図形成分の例）に関する情報を帰納推論によって、最適な属性或は構造情報を選択する。また、対応する数値範囲をも獲得する。その結果は図面成分の認識及び全体構造の理解に利用できる認識モデルを構成する。

図形情報の記述に対応して、学習はシンボル或は図形成分と構造に関して、階層的に行なう。

特殊化と一般化はそれぞれ特徴或は構造情報の追加或は削減によって行なわれる。

4.3 学習結果の検証

学習中、獲得した概念オブジェクトを図面に適応する (apply) ことによって、学習結果の検証を行なうことができる。間違った分類例があれば、それを負例として知識の再調整を行なう。

検証を行なうために、概念オブジェクトは OO-MADUMS の処理モデルの形で出力される。そのモデルの OO-MADUMS による解釈によって概念の正確さを確認できる。

5 実験

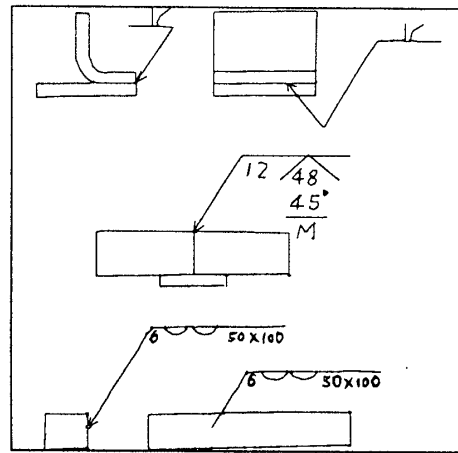


図 2: Example of welding drawings

今回実験対象とする図面は溶接図面である。溶接図面は部品の溶接個所、溶接方式、溶接パラメータ等の情報を記述する図面である。溶接方式を示す記号は十種類以上ある。また、その片面、両面などの変化によって、実際のパターンは倍ぐらいになる。それに、記号の組合せの使用も可能であるので、その対応も考慮すべきである。図 2 は溶接図面の例を示す。

3節で述べた図面情報の記述及びそれによる図形構造情報の学習は SUN SPARC ワークステーションで実現した。その有用性の確認も行なった。

6 おわりに

機械設計図面における構造情報の学習方式を提案した。教師とシステムとの対話によって、図面の構造情報を記述するルールを獲得する。実験はまだ完成されていないが、初期結果は手法の有用性を実証した。

参考文献

- [1] W. Wu, M. Sakauchi: A Multipurpose Drawing Understanding System with Flexible Object-Oriented Framework, Proc. 2nd ICDAR, 1993
- [2] 呉、魯、坂内：汎用図面構造理解方式におけるオブジェクト指向モデルの検討、情報処理第 48 回全国大会、1994.3