

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

2M-4

呉焯、魯偉、坂内正夫  
東京大学生産技術研究所

1 はじめに

CAD や、マルチメディアシステムなどのデータベースを自動的に獲得するための有効な手段として、図面理解システムに対する研究が盛んに行なわれてきた。認識推論、パターンマッチング手法といった研究分野の他に、認識対象のモデル表現方法も一つ重要な研究課題となっている。モデルの構造化表現、マッチングアルゴリズムの効率的な利用などの点について、数多く研究成果が得られた。しかし、これらの手法に対して、モデルの表現は応用目的、パターンマッチングアルゴリズムに強く依存しているといった問題点が指摘されている。もっと一般的なモデル記述方法が望まれている。

本発表では、われわれが現在開発している多目的な汎用図面理解システムの枠組 OO-Mudams [1] におけるオブジェクト指向型モデルの表現方法に対して、多様な認識目的、認識対象への対応能力について検討する。

2 部品オブジェクトとマッチングオブジェクト

OO-Mudams には、認識対象がオブジェクトのレベルで統一処理される。モデルベースの中で部品オブジェクトと呼ぶ基本単位によって表現される。認識対象間の構成関連や認識対象の（幾何学）特徴が部品オブジェクトのメンバーとして記述することができる。本システムに対して、部品オブジェクトはシステムが提供したモデル記述言語を用いて次のように表現されている。

```

element{
  name : <対象名>;
  kind_of : <属性の継承する上位対象名>;
  member : <member1>,<member2>, ...;
           属性を表すメンバー名
  method :<method1>,<method2>,....;
           オブジェクトを操作するメソッド名
};
    
```

モデルオブジェクトが認識対象に関する静的な知識を表している。属性はメンバー名によって表現され、属性値の型に関する宣言がない。その型がマッチング過程で動的に実装される。

図面といった認識対象に対して、構成部品の間空間位相制約が重要な情報である。マッチング

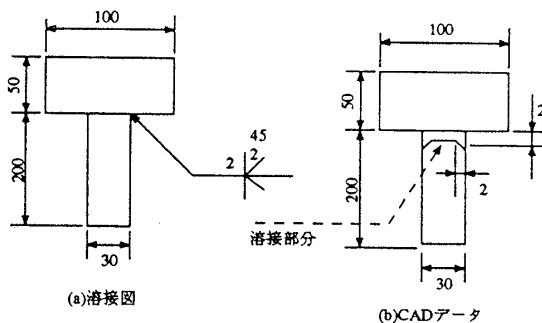


図 1: CAD データの獲得例

の立場から考えると、位相制約情報を用いて、マッチング過程を制御することができる。本システムでは、このような情報を部品オブジェクトと同じフォーマットで、マッチングオブジェクトと呼ぶオブジェクトとしてモデルベースに記述する。ただし、メソッドはマッチング動作を表し、メンバー項目はマッチングを行なうための作業領域を記述する。

図 1 は一つ例を示している。図 1(a) は溶接の機械部品図であり、(b) が獲得した CAD 図面を示している。破線矢印指している部分が (a) の溶接記号の図形表現である。機械部品の形状以外、この溶接部分の図形表現と部品の寸法値も獲得対象となる。

この例に対して、(a) の機械部品の外形、溶接部分、溶接記号、寸法線記号が認識の対象となる。部品オブジェクトの一部が次のようである。

```

element{
  name : shape;
  kind_of : null;
  member : vectorList;
  method : ...;
};
element{
  name : subPart;
  kind_of : shape;
  member : ;
  method : ...;
};
element{
  name : weldingpart;
  kind_of : null;
  member : subPartList, weldingEleList;
  method : ...;
};
element{
  name : weldingEle;
  kind_of : subPart;
  member : ;
  method : ...;
};
    
```

```

element{
  name : weldingSymbol;
  kind_of : null;
  member : array, angle, size1, size2;
  method : ...;
};

```

### 3 マッチング木

マッチング過程における一連のマッチングオブジェクトの点火制御がマッチング木と呼ぶ木構造を用いて自然に表現される。マッチング木のルートノードは認識の目標となる認識対象のモデルオブジェクトに対応し、葉ノードはその構成部品に対応する部品オブジェクトに対応している。中間ノードがマッチング過程におけるそれぞれのマッチングオブジェクトに対応し、木の親子関連によって、各マッチングオブジェクトの発火順番が決められる。

マッチング木のノードに、木構造の構成関連、該当するノードに対応するマッチング動作、マッチング過程における制御情報が記述されている。モデル記述言語によってマッチング木ノードの記述フォーマットが次のようとなる。

```

m_tree{
  model : <モデル名>;
  name : <対応する対象名>;
  supper_ele : <木構造の上位対象名>;
  key : <発火要素の指定>;
  trace_condition :
    <木の辿りのためのメッセージの送り条件>;
  act_condition : <発火メッセージの送り条件>;
};

```

次はマッチング木のノード記述の一例を示す。

```

m_tree{
  model : weldingSymbol;
  name : intersect;
  supper_ele : weldingSymbol;
  key : no;
  trace_condition :
    ( [exist( Sym )], continue );
  act_condition :
    ( [exist( array )],
      intersect( array,
        array, Sym ) );
};

```

このノードは矢印に基づいて、トップダウン的に溶接記号をマッチングする方法を表している。act-condition 項が矢印をキーとして、矢印と交差する溶接符号をマッチングするように指示する。

図 2は、図 1の CAD データを獲得するといった目的に合わせたモデルのマッチング木である。(a) は溶接記号から関連する溶接部品をマッチング、生成する手順を示し、(b) は溶接記号のマッチング方法を記述している。

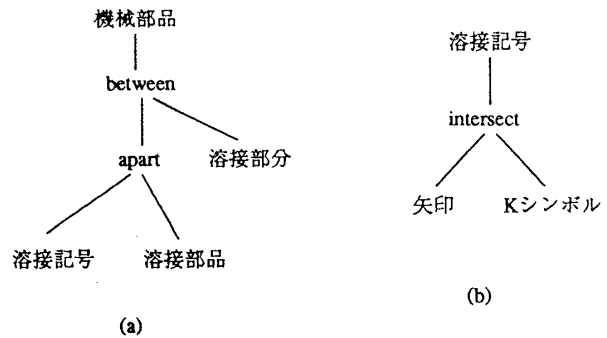


図 2: CAD データを獲得するためのマッチング木

### 4 モデルの自動獲得

学習によってモデルの獲得過程が2段階に分けられる [2]。第一段階で、認識対象、認識結果の図面例を与えることによって、学習システムが対象図面と認識結果図面の対応を抽出する。認識目的に関する domain 知識を用いて、部品オブジェクトのメンバーを決定し、生成する。

抽出した認識対象の構成部品間の空間位置制約によって、マッチングオブジェクトを生成する。

第二段階では、教示過程で得られた情報に対して、帰納推論を行ない、マッチングの最適な方法を取得し、マッチング過程を示すマッチング木を生成する。

### 5 おわりに

汎用図面理解システムの枠組 OO-Mudams に対して、認識の多目的性、認識対象の多様性への対応について検討を行なった。モデルは、異なる構造を持った知識がオブジェクトとして統合処理され、マッチングの過程に対する制御を木構造によって自然に表現することができる。認識目的、マッチング方法に関連する特性情報をオブジェクト内のメンバーとして記述することによって、様々な認識目的に合わせた認識対象の表現が可能となる。実装した実験システムにモデルを実装して、認識過程、結果を示すことによってモデル記述方法の構造化性や、モジュール性、柔軟性などを検証した。

### 参考文献

- [1] W.Wu, M.Sakauchi: "A Multipurpose Drawing Understanding System with Flexible Object-Oriented Framework", second ICPAR, 1993,10
- [2] 魯、呉、坂内: "機械設計図面における構造情報の学習", 情報処理学会第 48 回全国大会, 1994,3