

対象モデルとプロダクションシステムを組み合わせた故障診断システム
—プロダクションシステムの知識表現と推論—

3G-10

大森康正

上野晴樹

東京電機大学

1. はじめに

現在までに多くのエキスパートシステム (expert systems: ES) が研究開発されてきた。しかしながらそれらの多くは人間エキスパートと比較して実際の場面における問題解決能力が大幅に劣っていることが多くの研究者、およびユーザから指摘されている。その理由の一つとして、ESの知識ベースに記述されている知識が浅い知識に限られていることがある。例えば故障診断のためのESにおいては、故障事象と故障原因の関係として、プロダクションルール (以下: ルール) などで表現したものが知識ベースに蓄えられている。そして推論機構がその知識と与えられた情報からルールの連鎖をたどることによって故障原因を見つける。このような浅い知識に基づくシステムでは知識ベース作成時に予想されていない事実に対しては、ヒットするルールが存在しないので対処できないという問題点がある。これを解決する方法の一つとして、浅い知識の他に深い知識を利用して問題解決を行うことが有効であると考えられる。このようなことから近年、盛んに深い知識に関する研究が行われている [1]。我々も、対象モデルの概念 [2] を提案し、深い知識のとしての対象モデルの有用性を、経験的知識および対象モデルを知識とし、その二つの知識を使い分ける機能をもつ Reasoning Manager (RM) を持つ実験システムを通して確認した [3]。しかしながら、その実験システムの持つプロダクションシステム (PS) は対象モデルとの間にデータの共通性がない。また PS の推論結果と対象モデルの注目構成要素との間を結び付ける知識として関係テーブル [3] を用意する必要があり、RM の機能のボトルネックとなっている。これらは PS と対象モデルが独立した存在になっていることがその原因の一部と考えられる。これらは経験的知識を対象モデルの階層的知識表現の枠組みによって表す事によって補う事ができると考えられる。

本論文ではルールによって表された経験的知識を対象モデルの階層的知識表現の枠組みによって表す方法と推論について述べる。

2. 故障診断システムの構成

図 1 に、対象モデルと PS を組み合わせた故障診断システムの構成図を示す。本論文では点線内の

プロダクションシステム部について述べる。RM および、対象モデルの知識表現および推論方法についての詳しい記述に関しては、文献 [3] を参照されたい。

3. 知識表現

ここでの知識表現はすべて、フレーム型知識表現言語 ZERO [4] を用いている。一般に浅い知識と呼ばれている経験的知識は、原因と結果が直接結び付けられて表現されることが多く、ルールなどによって、うまく表現することができる。ここで用いるルール表現は、ZERO のもつルール表現とは違う。以下にその構文を示す。

ルールの構文

(プロダクション名 LHS部 *** RHS部)

LHS部 : (LHS要素)

LHS要素 : (LHSボタン)

LHSボタン: フレーム名 スロットボタン

スロットボタン: ↑スロット名 値ボタン

値ボタン: 述語 値

連言命題

選言命題

述語 : =、<、>、<=、>=、<>

値 : 定数 または 変数

連言命題: (AND 値ボタン)

選言命題: (OR 値ボタン)

変数 : ? シンボル

RHS部 : (RHSボタン または

FAULTスロットの述語 [3])

RHSボタン: フレーム名 ↑スロット名 定数

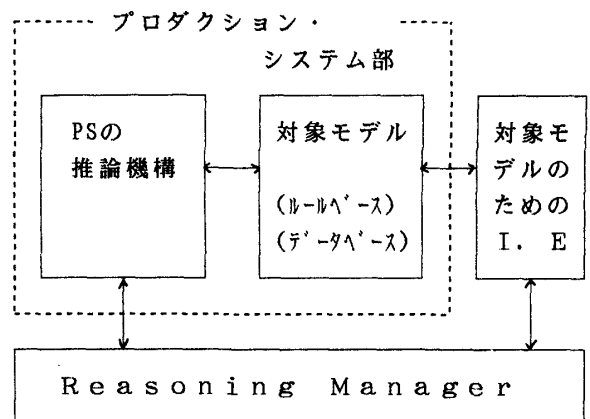


図 1 故障診断システムの構成図

前記のような構文で書かれたルールを、問題解決の視点から次のように対象モデルの構造の中に記述する。対象モデルは抽象-具体関係の中に全体-部分関係を記述している。これによって人間の問題解決の視点をうまく表現することができる。例えば、ある自動車を考えているときボディやエンジンなどは考えていても、エンジンのピストンなどは考えていない。このように、どんな場合にも人間は常に細部までを考えてなく、状況に合わせて細部を考えるとといった行動をとる。よって経験的知識を構成する場合もこのような視点によって構造化することが重要であると考えられる。その枠組みとして対象モデルの階層を使って表現する。例えば図2のように一般のカメラのフレームの経験的知識スロットに、一般のカメラに関する経験的知識をルールによって記述する。また一般のカメラのボディに関する経験的知識をボディフレームの経験的知識スロットに記述する(図2)。結論仮説は各フレームのFAULTスロットに述語の形で記述する。データベースは対象モデルの階層全体となる。

4. 推論

推論は、後向き推論を基本としている。推論手順を次に示す。まず始めに、注目した対象のルールを中心にルールの集合を作る。この時、上位フレームに記述されているルールもその対象となる。次に注目している対象の故障仮説の集合(FALUTスロットの述語)を作る。このルールの集合と故障仮説の集合とデータベースによって、後向き推論を行う。その結果、異常があるときは、注目対象の各構成要素に注目を変えて同じように後向き推

論を行う。これ以上、構成要素が存在しない状態か、推論結果が異常なしとなるまで行う。

例えば、一眼レフカメラに注目して推論する場合、ルールベースを一眼レフカメラフレームの経験的知識スロットのルールと一般のカメラフレームの経験的知識スロットのルールの和集合とする。結論仮説を一眼レフカメラのFAULTスロットの述語とする。その結果、対象が異常と判断されると、その各構成要素を順番(一眼レフカメラのボディ→シャッター→...)に注目を変えて推論していく。

5. まとめ

経験的知識も以上のように対象モデルの枠組みで階層的に表現する事で先の問題点を解決でき、効率よく推論できる。また対象モデルによる推論を組み合わせることで、より人間エキスパートの問題解決能力に故障診断システムが近づくことができると思われる。

参考文献

- [1] 山口、溝口、その他：深い知識に基づく知識コンパイラの基本設計、人工知能学会誌、Vol. 2、No.3、pp77-84、1987
- [2] 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、信学技法AI86-4、1986
- [3] 大森康正、上野晴樹：深い知識と浅い知識を組み合わせた故障診断システム - 対象モデルの応用 -、信学技法AI87-30、1987
- [4] 今井、伊藤、吉村、上野：汎用フレーム・システムZERO - その概要とユーザ・インターフェースについて -、信学技法AI87-22、1987

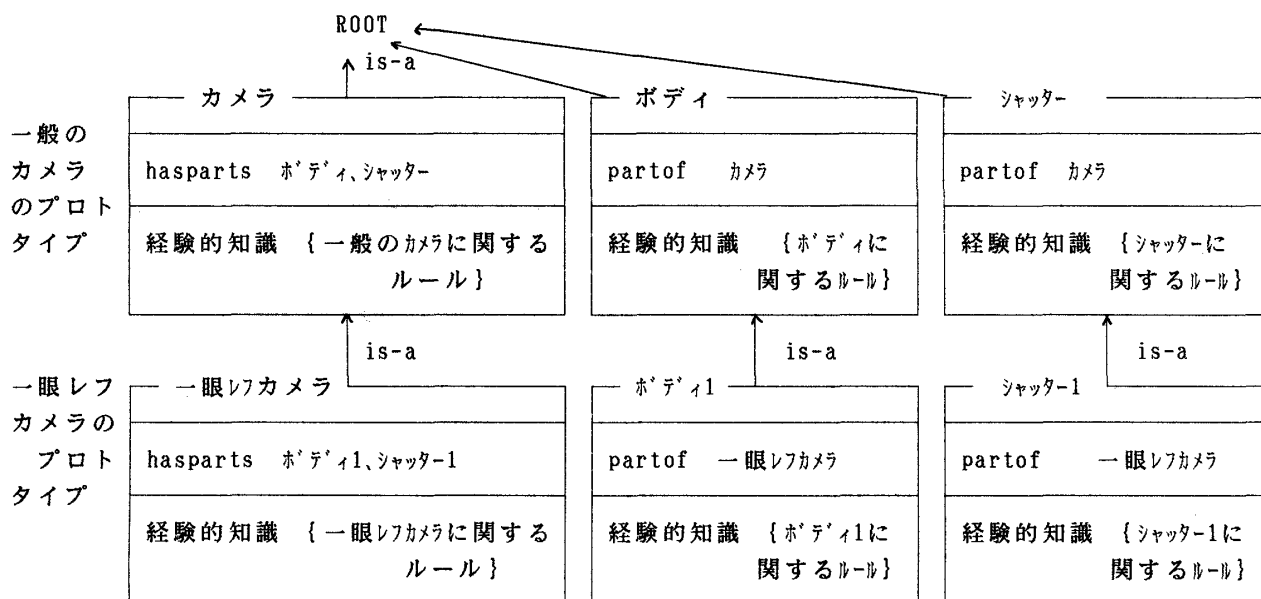


図2 対象モデルの階層表現によって経験的知識を分割した例