

故障診断エキスパートシステムSHOOTX における知識表現

1L-7

和田 慎一* 古関 義幸* 西田 哲朗**

日本電気㈱ * C & Cシステム研究所 応用システム研究部

**複合交換開発本部 開発支援部

1. はじめに

電子交換機等の電子装置の故障診断を目的として筆者らは故障診断エキスパートシステムSHOOTXを開発している。従来の故障診断エキスパートシステムでは診断知識を

```

if 症状はX
    テストT1の結果は・・・
    テストT2の結果は・・・
then 疑わしい部品は・・・
    
```

のようなif-thenルールにより表現する方法が多く用いられている。しかし、大規模な装置では、症状の数、テスト結果の数、部品の数が多いため、これらの組み合わせに対してルールを記述していくことは困難である。これに対して構造・動作の知識を基本として持つことにより、種々の症状に対する診断が可能な方法として[1],[2]などがある。しかし、この方法のためには正確な構造・動作の知識の記述が必要であり、大規模な装置に対しては現実的に困難である。

以上のことから、SHOOTXでは機能ブロックレベルでの信号の流れを表わした装置構造の知識に基づく診断を意味ネットワーク、オブジェクト指向記述等の表現可能な知識プログラミングシステムPeace[3]を用いて実現している。本稿ではその概要について述べる。

2. 診断の流れ

SHOOTXによる診断では、まず故障の症状を入力し、症状に関係した信号経路から被疑部分(疑わしい機能ブロックの集合)を導く。次に被疑部分に応じてその切り分けに有効なテストを選択、実行し、結果を判断して被疑部分を更新する。このようなテスト実行を繰り返し、最終的に残された被疑部分に対応する部品を交換して、症状が消えることを確認する。

3. 信号経路に基づく診断

SHOOTXでは図1のような電子装置の機能ブロックレベルの信号の流れに基づいた推論を行なっている。各症状が発生した場合の被疑部分は、装置構造の中でその症状に関係した特定の信号経路上の機能ブロックとして導き出す。また、テストの中には、特定の信号経路の正常性を確認するテストがある。実行結果が正常の場合にはその経路上の機能ブロックは被疑ではないと判断し、異常の場合には被疑となるのはその経路上の機能ブロックであると判断することができる。

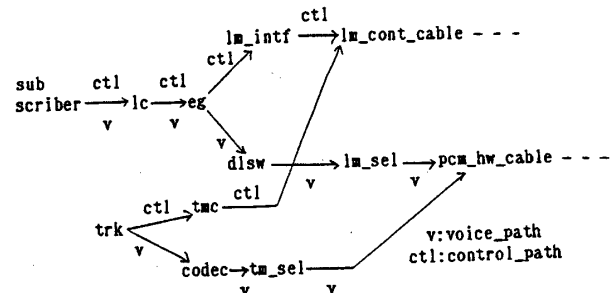


図1 装置内の信号の流れ

4. 診断知識の表現

3. で述べた診断を行なうための知識の表現について述べる。各知識はPeaceのネットワーク表現を用いて統一的な形で表現している。

4.1 構造の知識

図1のような装置の信号の流れを表わすために、各機能ブロックをオブジェクトとし、ブロック間の信号の流れをPeaceの"関係"により記述した構造の知識を用いる。図1の一部についてPeaceにより記述した例を図2に示す。eg, lm_intf, lm_cont_cable, dlswは機能ブロックを表わすオブジェクトである。

信号経路は(始点、終点、信号の種類)によって指定でき、構造の知識の記述を参照して信号経路上の機能ブロックを取り出すことができる。例えば、図2で、始点: eg、終点: lm_cont_cable、信号

の種類：control_path、の信号経路上の機能ブロックとしてeg, lm_intf, lm_cont_cableが取り出される。診断過程における被疑部分はこれらのインスタンスとして生成される。

各機能ブロックにはさらにその性質として次の内容を記述している。

- a)機能ブロックの属性：テスト結果の判断で各機能ブロックが被疑であるか否かを判断するために参照する属性。(図2においてはdual_single, en_concentrationなど)
 - b)交換部品との対応：交換部品を"fru" (field replaceable unit)という関係により記述する。(図2において"eg"のfruは"eg_pkg")
 - c)サブブロックの記述：特定の性質の相違による機能ブロックの細分化(他の性質は同じ)を表現する。(図2においてlm_cont_cableはen_concentrationの相違により、lm_cont_cable_g3とlm_cont_cable_shwの2つのサブブロックに分けられている。)
- Peaceの"関係"を通じてのインヘリタンスにより、サブブロックからも、他の性質が参照できる。
- d)こわれやすさ：部品交換の際の交換の優先度に反映される。(図2ではfaultability)

4.2 症状の知識

各症状が発生した場合に被疑とすべき機能ブロックを取り出すため、症状の知識として各症状毎に関係する信号経路を(始点、終点、信号の種類)という簡潔な形式で記述している。

また、各症状に応じたテストなどの情報も記述しているが、インヘリタンス機能があることから症状間に共通なものは上位オブジェクトに記述している。このような記述の方法により各症状に応じて記述する知識の量を最小限に抑えている。

4.3 テストの知識

各テストについては①テスト実行方法、②テストの有効性判定の条件、③テスト結果判断の方法、④テストの優先度、をテストの知識として記述している。

テスト結果判断の方法として、信号経路の正常性の確認のテストに対しては、3. で述べた方法で行なう。それ以外のテストに対しては、テスト結果から被疑とすべき部分の属性を決定し、そのような属性を持つ機能ブロックのみが被疑として残るように被疑部分の更新を行なう。

5. おわりに

故障診断エキスパートシステムSHOOTXにおける診断知識の表現方法について述べた。信号経路などの構造の知識を中心とした記述を行なうことにより、複数の症状の間に共通な知識を冗長性を含まずに記述できるようになっている。

また、構造、部品、症状、テストの各タイプの知識を独立させて表現することにより、各タイプ毎に知識の拡張・修正が容易になっている。さらに各タイプの知識の中で階層的関係におけるインヘリタンスの機能を利用することにより、知識が集約した形で記述されている。

【参考文献】

- [1] M. R. Genesereth, "The Use of Design Descriptions in Automated Diagnosis", Artificial Intelligence 24(1984)411-436
- [2] R. Davis, "Diagnostic Reasoning Based on Structure and Behavior", Artificial Intelligence 24(1984)347-410
- [3] 若杉、古関, "Prolog言語を用いた知識プログラミングシステムPeace"、情報処理学会第33回全国大会講演論文集4M-2(昭和61年) 1349-1350

```

:- eg has
  super_type # func_block;
  control_path # lm_intf;
  voice_path # dls;
  dual_single # single_function_block;
  en_concentration : g;
  fru # eg_pkg;
  faultability : 1.0.

:- lm_intf has
  super_type # func_block;
  control_path # lm_cont_cable;
  dual_single # single_function_block;
  fru # lmc_pkg;
  en_concentration : g3;
  faultability : 0.8.

:- dls has
  super_type # func_block;
  voice_path # lm_sel;
  dual_single # single_function_block;
  en_concentration : g;
  fru # lmc_pkg;
  faultability : 1.0.

:- lm_cont_cable has
  super_type # func_block;
  control_path # scn_ctl;
  dual_single # dual_function_block;
  fru # loc_cable;
  sub_block #
    (lm_cont_cable_g3 has
      en_concentration : g3;
      faultability : 0.3);
  sub_block #
    (lm_cont_cable_shw has
      en_concentration : shw;
      faultability : 0.4).

```

図2 構造の知識の記述例