

1L-6

# マルチプル知識利用 故障診断エキスパートシステム SHOOTX

古閑 義幸\* 和田 慎一\* 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

電子交換機に代表される電子装置は、その社会的  
重要度から、障害時にはサービスに影響を与えずに  
速やかに復旧することが必要である。最近のディジ  
タル式電子交換機は、その部品のほとんどが二重化  
されており、障害発生時には装置の切替により、サ  
ービスの続行を可能にしている。そして、内蔵され  
た診断プログラムにより故障箇所の発見が可能であ  
る。しかし、現実には、その診断能力には限界があ  
り、必ずしもすべての障害の診断は可能ではない。

また、電子交換機は他の電子装置に比べて寿命が  
長く、保守の専門家を長期に渡って確保することは  
困難である。このため、保守の専門家と同等の診断  
の行えるシステムの開発が望まれている。

本稿では、これを実現する、マルチプル知識(構  
造、部品、症状、テスト)利用電子交換機故障診断エ  
キスパートシステムSHOOTXの背景と特長について述  
べる。

## 2. 内蔵診断による診断が困難な障害

内蔵診断による診断が困難である障害は、次のよ  
うな種類に分類される。(ただし、ハードウェアの  
障害のみを対象とし、ソフトウェア及び、操作ミス  
による障害は含まない)

- ◇間欠障害
  - ◇インタフェース部分の障害
  - ◇二重化されていない部分の障害
  - ◇内蔵診断のテストパターンでは検出出来ない障害
- 内蔵診断による診断はあらかじめ定められたテス  
トパターンによるものである。完全な診断を行うテ  
ストパターンの作成は古くから研究されているが、  
複雑な組合せ問題であり、現実には困難である。

例えば、D-Algorithm[Roth67]によれば、組合せ  
論理回路の単一縮退故障に対するテストパターンの  
生成は可能であるが、実際の回路は複雑な順序回路  
であり、設計上の工夫無しには使用出来ない。そこ  
で、実際の装置の内蔵診断には、装置の機能を基に

した機能テストパターンが用いられている。しかし、  
この場合の故障検出率は70~80%程度である。

## 3. 専門家の故障診断方式

内蔵診断によって診断不可能な障害に対しても、  
保守の専門家はなんらかの方法で診断を行う能力を  
持つ。この能力の基となる知識を明らかにするため  
に、多くの保守者の知識をインタビューにより調査  
した。その結果、図1に示すような流れにそって診  
断が行われていることが分った。

まず、その症状データを分析して故障の原因と考  
えられる部分を被疑部分として思い浮かべる。次に、  
この被疑部分を狭くするための手段(これをテスト  
と呼ぶ)を選択し、実行する。これを繰り返しながら、  
最終的に部品を交換し症状がなくなるかどうか  
を確認する。

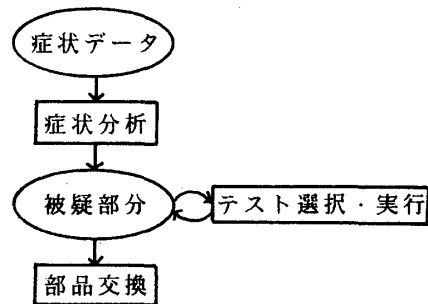


図1 診断の流れ

このように、人間の診断方式はテストパターンに  
よる内蔵診断とは次の点で大きく異なる。

- ◇障害情報の分析による被疑部分の生成
- ◇被疑部分の切り分けに有効なテスト方法の発見
- ◇部品の交換による試行錯誤

## 4. 専門家の知識

前節で述べたような診断を行うために専門家の持っ  
ている知識を整理すると以下ようになる。

- ◇設計に関する知識(構造、動作)
- ◇装置特有の診断のための知識(症状、テスト)

A Multiple Knowledge Based Diagnosis Expert System: SHOOTX

Yoshiyuki Koseki, Shin-ichi Wada, and Tetsuro Nishida

NEC Corporation

設計に関する知識とは、対象装置の論理的構造（構成部品の機能と論理的接続関係）と、物理的構造（構成部品の実装位置）に関する知識である。これらを個別部品（論理ゲート、LSI）のレベルで持つことは、構成部品の量とその接続関係の複雑さから困難である。しかし、今日の電子交換機のようなシステムの場合、部品交換単位であるプリント基板が、部品のLSI化により、複数の機能ブロックを含んでいる。このため、構造の知識は、機能ブロックレベルで表現してあれば十分である。

診断のための知識とは、その装置特有の症状の出方やその分析方法、あるいは、装置特有の被疑部分の切り分け方法（テスト）についての知識である。

電子交換機における症状の出方は、大きく分けて、以下のような場合がある。

- (1) 内蔵のエラーチェック機能による検出  
（パリティエラー、パイロットエラー）
- (2) 加入者からの苦情  
（一方向通話、ノイズ）

(1)の場合には交換機から打出されるエラーメッセージの詳細情報が症状情報となる。この情報の分析の仕方は、この装置特有のものであり、症状に関する知識として持つべきものである。(2)の場合は加入者からの聴取情報が症状情報である。

電子交換機におけるテストの例としては、

- ◇交換機内蔵のテストコマンドを実行する
  - ◇二重化装置の系構成を変更し、症状の出方を見る
  - ◇メッセージの集中度を見る
- などがある。

#### 5. マルチプル知識利用診断方式

これまでに発表された故障診断エキスパートシステムの多くは、症状と故障箇所の関係をif-thenのルール形式で記述し、利用するものであった[Shortliffe76]。しかし、現実にはルール形式で診断の知識を表現することは自然ではなく、かつ大変な労力を必要とする。これに対して、装置の構造と動作のみから診断を行う試みがされている[Genesereth84]が、交換機のような複雑なシステムの動作を記述することは困難であり、また、保守者の行う、症状とテストを基にした診断を実現することが出来ない。これらの方式とは異なり、本システムは、専門家の持つ、装置の構造・動作に関する設計上の知識と、症状、テストに関する診断上の知識等の種々の知識を備え、専門家と同等の診断を実現している。

本システムに近いシステムとしてLES[Laffey86]

があるが、本システムは次のように大きく異なる。

- ◇構造、部品、症状、テストに関する知識を、ルール形式ではなく、すべて統一されたネットワーク形式で記述している。このため、強力な診断が可能であり、かつ知識の追加・修正も容易である。
- ◇症状の解析による被疑部分の作成と、テスト結果の解析による被疑部分の切り分けに対して、信号経路に着目した方式を採用しているため、症状及びテストの知識の簡潔な記述が可能である。
- ◇次のアクション（実行するテスト、交換する部品など）をシステムが決定し利用者に強制するのではなく、常に、可能性のある選択肢を優先度順に表示し利用者に選ばせる方式をとっている。これにより、初心者は優先度の高いものから順に実行をすればよく、熟練者は有効なものリストの中から自分の判断で実行を行うことが出来る。

#### 6. ユーザインタフェース

マルチウィンドウ、メニュー、グラフィクスを用い、「診断の経緯が常に見え、次の動作がわかるようなインタフェース」を実現している[西田86]。

#### 7. 知識の表現

Prologを用いて、ネットワークをベースにした知識プログラミングシステムPeace[若杉86]を開発し、前述の種々の知識を表現している[和田86]。

#### 8. おわりに

電子交換機における専門家の故障診断方式を整理し、それを基にしたマルチプル知識利用診断エキスパートシステムSHOOTXの背景と特長について述べた。現在、数種の症例について試作を完了し、評価中である。本研究は第5世代コンピュータプロジェクトの一環として進めているものであり、日頃御指導頂くICOT岩下室長に感謝する。

#### 【参考文献】

- [Roth67] J. P. Roth, et al., "Programmed algorithms to compute tests to detect and distinguish between failures in logic circuits," IEEE Trans. Electron. Comput., vol. EC-16, no. 10, 1967, pp. 567-580.
- [Shortliffe76] E. J. Shortliffe, Computer Based Medical Consultations: MYCIN, Elsevier, New York, 1976.
- [Genesereth84] M. R. Genesereth, "The Use of Design Descriptions in Automated Diagnosis," Artificial Intelligence 24, 1984, pp. 411-436.
- [Laffey86] T. J. Laffey, et al., "Reasoning About Fault Diagnosis with LES," IEEE Expert, Vol. 1, No. 1, 1986, pp. 13-20.
- [和田86] 和田、古関、西田, "故障診断エキスパートシステムSHOOTXにおける知識表現", 第33回情処全大
- [西田86] 西田、古関、和田, "故障診断エキスパートシステムSHOOTXのマンマシンインタフェース", 第33回情処全大
- [若杉86] 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", 第33回情処全大