

TM-0412

交換機故障診断システム

古関義幸，和田慎一，西田哲朗

November, 1987

©1987, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

交換機故障診断システム

A Diagnostic Expert System for Switching Systems

古関義幸 日本電気（株）C & Cシステム研究所*1

Yoshiyuki KOSEKI

和田慎一 日本電気（株）C & Cシステム研究所*1

Shin-ichi WADA

西田哲朗 日本電気（株）複合交換開発本部*2

Tetsurou NISHIDA

*1 C&C Systems Research Laboratories, NEC Corp., Kawasaki 213, Japan.

*2 Integrated Switching Development Division, NEC Corp., Abiko 270-11, Japan.

Keywords : diagnostic expert system, digital switching system.

1. まえがき

通信システムなどの最近の電子装置は、ますます大規模かつ複雑になりつつある。このため、本来の機能が優れているだけではなく、高い保守運用性が必要である。従来からも保守運用性を高めるために様々の努力が成されてきているが、最近、これをより良くするために、人工知能の研究から生まれた新しい技術であるエキスパートシステム技術の応用が注目されている。

筆者らは、エキスパートシステム技術を用いて、通信システムの保守運用性を高めるための研究として、まず局用電子交換機の故障診断を行うシステムの研究を行ってきた[Koseki87a, 古関87]。本稿では、この事例に基づいて解説する。最初に、通信システム、特に電子交換機の保守・運用における現状を整理し、故障診断における問題点を明らかにする。次に、電子交換機の保守の専門家のインタビューの結果明確になった、専門家による診断と診断プログラムの相違について示す。また、その専門家の診断のもとになっている知識は何かを整理する。次に、これらの考察にもとづいて試作を行った故障診断システムSHOOTFXについて、その目的、機能、知識獲得方

式、診断方式、知識表現ツール、知識表現方式、及びユーザインタフェースについて説明し、最後に実用化への問題点と今後の研究課題について述べる。

2. 交換機の故障診断

交換機などのような公共に使用される通信システムに障害が起きた場合には、サービスに影響を与えずに速やかに障害を回避しサービスを続行する必要がある。

最近のデ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、最近の複雑かつ大規模なシステムの運用保守には、システム全体を見通して判断できるようなスキルの高い^{保守}要員が必要である。また、通信システムは、他の電子装置に比べて寿命が長く、このような要員を長期に渡って確保することは困難である。特に、雇用者の定着率の低い国では要員の安定確保は困難である。このため、短いトレーニング期間で、熟練度の低い保守者にも複雑な

システムの保守が可能に出来るような運用保守システムが必要となっている。

2. 1 故障診断の現状

最近のディジタル式時分割電子交換機は中央処理系、交換系、アプリケーション系、及び保守運用系からなる。中央処理系は、コンピュータの中央処理装置と同様の構造であり、信頼性の向上のために、二重化されている。交換機の大部分を占めるのは、交換系とアプリケーション系である。交換系は時分割音声スイッチであり、この大部分も二重化されている。アプリケーション系は、加入者インタフェース、トランク・インタフェースなどであり、できる限り二重化されているが一部はされていない。

2. 1. 1 障害の種類

交換機における障害をその原因から大別すると次のようになる。

- (1) ハードウェア障害（固定障害および間欠障害）
- (2) 設置時ミス、修理ミス、操作ミス
- (3) ソフトウェア障害

ハードウェア障害を、障害となる装置の構造から大別

すると、次のようになる。

(a) 二重化されていてかつ周辺の装置と機能的に独立で
障害の影響が周辺に波及しない構造の装置

(b) 二重化されていないが機能的に独立な装置

(加入者、回線インタフェースなど)

(c) 二重化されているかどうかに関わらず、障害の影響
が回りの装置に波及しやすい構造をしている部分(二重
化装置とそれ以外の装置のインタフェース部分、マルチ
プロセッサのバス部分)

この内、(a)の独立な二重化装置の障害に関しては、機
能テストパターンによる内蔵診断機能が従来より用いら
れている。これらは100%の検出率を持つわけではない。
なぜなら、複雑な順序回路にたいして100%の検出率のテ
ストパターンを作成することは困難であるからである。

(b)の二重化されていない部分の障害の診断にも、機能
テストが用いられるが、この場合には回線の一時的閉塞
の
を行う等の操作が必要がある。また、交換機外部の回線
も含んで診断を行うことも必要である。このため、診断
のためにはサービスへの影響を含めた判断が必要である。

(c)のような部分の障害は特に診断が困難である。各装

置の機能テストパターンでは、診断が不可能な場合が多い。例えば、中央処理系の一つのCPUのバスインタフェースが障害を起こした時に、その効果がバスを通して他のCPUの障害のように見えることがある。

障害が固定的でなく間欠的に起きている場合は、障害に再現性がないためにテストパターンなどによって診断することは困難である。従って、障害の履歴を分析することなどで診断を行わなければならない。

設置時ミス、修理ミス、操作ミスなどの人為的なミスも現実にはかなり発生する。これらは、時に予想もつかない障害の原因となりうる。

ソフトウェアの障害は、いわゆるバグであるが、ハードウェアのタイミングなどと微妙に関係していることが多いためにハードウェア障害との切り分けが困難であることが多い。

2. 1. 2 症状の出方

これらの障害が起きた場合、交換機では次のような様々な形で症状が現れる。

(1) 内蔵障害検出機能がパイロットエラー、パリティエラーなどを発見し、自動的に系の変更、自動診断など

の処置を行い、その結果をメッセージとして表示する（主に二重化装置の障害）

(2) 検出機能が発見し、メッセージが表示されるが、その判断は保守者にまかされている（主に回線などの障害）

(3) サービスの異常から発見される

2. 1. 3 修理方法

障害箇所が二重化装置であって、すでに自動的に系の変更が行われている場合は、切り放された部分の障害診断を行い、部品を交換することになる。二重化されていない装置の場合は回線の閉塞などの処置をとり、部品の交換を行うことになる。部品交換単位はパッケージ（プリント基板）単位である。VLSI化技術の進歩により、年々一つのパッケージに含まれる機能は増加しているために、交換機のパッケージの数も減少している。しかし、それでも、局用交換機では、数百種類、数千パッケージに及ぶ。

2. 2 専門家による故障診断

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。

2. 2. 1 故障診断方式

人間は、基本的には、図1にも示すように、次のような手順で診断を行っている。

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（ここでは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被疑部分を狭めていき、最終的に修理（部品の交換、コマンド投入）をして、症状が無くなったことを確認する。

2. 2. 2 専門家とテストプログラムの相違

人間の診断がテストパターンによる内蔵診断より優れている理由は以下の能力によるものである。

(1) 障害情報の分析による被疑部分の生成

人間の診断は必ず「何が起こったのか」の分析から始まる。障害の詳細な情報を基にして被疑となる原因を考える。また、過去の経験により、どの部品が壊れ易いか、あるいは特別にどのような症状の時にはどの部品が怪しいかなどのヒューリスティックな知識を利用している。これに対して、テストパターンによる診断は障害情報と

独立して行われ、また人間の持つようなヒューリスティックな知識は持たない。。

(2) 被疑部分切り分けに有効な試験方法の発見

人間は、被疑となっている部分が広く、特定できない場合、あらゆる手段を使って被疑部分を切り分ける。その方法は、試験装置を使うこともあれば、二重化されている装置を切り替えて症状の変化を見るなど、各種ある。テストパターンによる診断は、あらかじめ用意された固定的なものであるために、無駄な部分の試験をしてしまう上に、肝心の障害に対する試験をしないこともある。

(3) 部品の交換による試行錯誤

間欠障害などで、障害部分が特定できない場合は、関連する部分の部品を交換してしまい、しばらく様子を見るという方法が取られる場合が多い。交換用の部品を必要とするが、現実にはこの方法が取られることが多い。

(4) 状況の判断による推論

空調設備の不良、天候による回線の障害などのように外部要因による障害の発見は人間の状況判断能力によるところが大きい。

(5) 足と五感を使った情報収集能力の利用

設置時ミス、修理時ミスなどを含む障害では、過去にどのような工事が行われたかの情報が障害発見の鍵となる。この場合には、現場の技術者にこれまでの経過を^を詳しく聞くなどの情報収集能力が重要である。また、装置の外見の目視による判断も重要である。

2. 2. 3 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のようなになる。

- (1) 装置の論理的構造の知識（機能、動作、接続関係）
- (2) 装置の診断方法の知識（症状の分析、テスト方法）
- (3) 装置の物理的構造の知識（部品の種類、実装位置、交換方法）
- (4) 過去の実験による知識
- (5) 状況判断のための知識
- (6) 情報収集のための知識

装置の論理的構造の知識とは、装置の各構成部分の機能、動作と論理的接続関係に関する知識である。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。このため保守者は、この知識を通常個

別部品（論理ゲート、LSI）のレベルではなく、機能ブロックのレベルで理解し、診断に利用している。

装置の診断方法の知識のうち、症状に関する知識とは、その装置特有の症状の分析方法に関するものである。例えば、内蔵障害検出機能が障害を発見している場合には、交換機から打出されるエラーメッセージの詳細情報を基に被疑部分を推定できる。これが間欠的な故障の場合はその集中性の分析によって被疑部分の推定が行える。一方、サービスの異常により障害が発見された場合には加入者からの聴取情報などが症状情報であり、その解析方法は異なる。

テストの知識とは装置特有の被疑部分の切り分け方法についての知識である。電子交換機におけるテストの例としては、以下のようなものがある。

- ◇交換機内蔵のテストコマンドを実行する
- ◇同じ症状の出ている装置の分布をみる
- ◇装置についているエラーランプなどを見る
- ◇二重化装置の系構成を変更し、症状の出方を見る

装置の物理的構造の知識とは、部品の種類、実装位置、交換方法などである。部品の種類によって壊れ易いもの

と壊れにくいものがある。また、実装位置も壊れ易さを判断する重要な要因である。また、これらの知識は、実際に部品を交換する際に必要である。

また、過去の経験により部品の壊れ易さを判断することも人間の得意とするところである。その他、状況判断あるいは情報収集のための知識も人間特有のものである。

3. 診断エキスパートシステムSHOOTX

3. 1 目的および機能

前節までにのべたような専門家のすべての知識を持ち、あらゆる種類の障害の診断が可能なシステムを実現することが究極の目的であるが、現在、次のような段階的な目標を持って研究を進めている。

- (1) 熟練した保守者による日常の保守作業を軽減する
- (2) 熟練した保守者が日常行う作業を、熟練度の低い人にも可能にする
- (3) 熟練した保守者が装置の内蔵診断機能を利用しても診断が出来ないような障害の診断をする。

現在研究開発中のシステムでは、交換機がなんらかの異常を検出しそれをエラーメッセージとして出力している場合、および利用者がなんらかの異常を発見した場合

を対象としている。システムはこれらの症状情報を分析し、障害となっている可能性のある部分を推論し、もし必要であれば被疑部分を狭くするためのテストを保守者に指示し、最後に部品交換などの修理方法を指示する。

3. 2 従来システムの問題点と本システム的方式

人工知能技術の診断への応用はMYCIN[Shortliffe76]を皮切りにして、これまで多くの試みがなされてきた。例えば、交換機に対する応用としても、最近[Bull87]を始めとしていくつか発表されるようになった。しかし、そのほとんどは診断の知識をif-then形式のルールで表し、^も前向きあるいは後向きの推論を行って診断を行うものであった。この方式には以下のような問題点がある。

(1) 症状の解析の方法の知識、テストの選択の知識、修理方法の選択の知識などの異質な知識をすべて同じルール形式で、混在して書いてしまうために、必ずしもわかり易い記述にはならず、むしろ誤りをおかしやすく、修正も容易とはいえない。また、ルールは定性的判断を記述するには適しているが、部品の交換方法などの手続き的知識を記述するには適していない。

(2) 推論をするルール群を、判断の基となる症状データ

や推論結果などの対象世界の記述と別に記述しているために、どちらかに変更を行う場合、誤りをおかしやすい。

(3) 推論の途中で、明らかに成立しないことが分かっているようなルールに対しても、パターンマッチングを試みるために、処理速度がおそい。

(4) 複数の選択の余地がある場合でも推論エンジンがあらかじめ定められた方法で次のアクションを選択してしまうために、利用者の操作に柔軟性が無い。例えば、システムがユーザに聞く質問に対してユーザが拒否することができない。

(5) 文章を使用した会話形式の場合、どのように答えればよいかが分からないことも多い。

(6) 確信度などの値により、あいまいな推論を行うことができるものがあるが、確信度の解釈の仕方などが不明確なために、その値の決め方、および結果の解釈の仕方が不明確である。

上記の問題に対処するために本システムは以下のような方式をとっている。

(1) 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、知識の追加・修正が容易である。
また、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。

(2) ネットワーク形式で知識を表現するために、Prolog言語ベースの知識プログラミングシステムPeaceを開発し、使用している。このため、オブジェクト指向などのプログラム方式を利用しながら、手続き的な記述と規則的な記述をPrologのルールとして統一して記述できるので、従来のようにルールベースと対象世界の記述と推論のための知識を別に記述するのではなく、統一したネットワークの形式で記述できる。

(3) 診断のフェーズに合わせて、アクセスするオブジェクトを制御しているので、無駄なパターンマッチングを極力減らしている。

協調

(4) システムと保守者が協調して診断を行えるように、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。

(5) メニュー入力とグラフィック出力を利用したユーザインタフェースにより、初心者にも使いやすいシステムとなっている。

(6) 診断におけるあいまいさを、被疑部分の優先度^あを表す数値、テストの優先度^わを表す数値、および修理の優先度^わを表す数値に整理して記述し、それぞれの意味を明確にして取り扱っている。

3.3 知識獲得

知識獲得は実際の保守の経験者（エキスパート）に対してインタビューをすること、および保守者向けの診断マニュアルの検討により行った。当初はインタビューする側（知識エンジニア）に交換機に対する知識が欠けていたために難航した。しかし、回を重ねて交換機に関する一般的な知識と、交換機特有の語彙が理解できるようになるにつれ、インタビューも容易になってきた。つまり、インタビューにより、知識エンジニアがその問題領域を理解することが必要であった。

最初は、一般的な診断方式をインタビューにより聞き出そうとしたが、専門家自身もどのような方式で診断を行っているのかは説明が出来ず、この方法はうまくいかなかった。そこで、極型的な例題を選びその上で保守者がどのように診断をしていくかを調べていった。この方式であれば、専門家も自分ならどの様にその問題に対処するかを説明できた。この方式で、一つの例題において全ての組合せを調べると、それを似たような問題について応用することはあまり困難ではなかった。

次に、すべての問題をカバーするために、問題全体を見渡して、症状の出方、障害原因などによっていくつかの種類に分類した。そして、それぞれの分類の中で~~極型~~^{典型}的な例題を選び、それぞれについて保守者の知識を調査した。そして、最後にそれぞれの分類について知識を広げていった。

つまり、筆者らの知識獲得の方法は例題中心であったといえる。まず、例題について詳しく調べ、次にそれを広げていく方法である。この方式に基づいた知識獲得システムの研究(Explanation Based Generalization)が、最近盛んに行われるようになってきている。

また、当初はルール形式で知識を表現しようと試みていたが、調べていくにつれ、必ずしもルールによって自然に表現できるわけではないことが明らかになってきた。その結果、現在のような知識表現形式に落ち着いた。

3. 4 診断方式

図1に本システムにおける診断の流れを表わす。まず、故障の症状のデータを分析し、故障の原因と考えられる部分（被疑部分）を求める。被疑部分は機能ブロックの集合として表わす。次に、被疑部分に応じて有効なテストを選択し、実行する。その結果を判断することによって被疑部分を狹める。これを繰り返していき、最終的には部品を交換して症状が消えるかどうかを確認する。

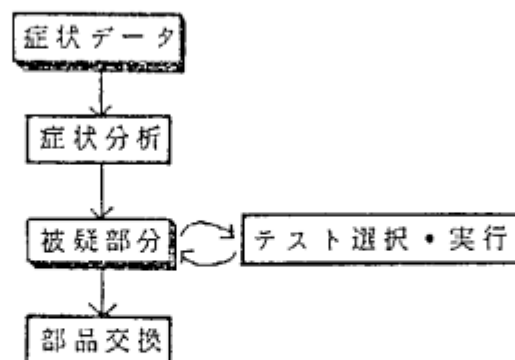


図1 診断の流れ

3. 5 知識表現ツール

SHOOTXにおける各種の診断知識の表現は知識プログラミングシステムPeace(Prolog based Expert Applications Environment)[Koseki87h]を用いて行なわれている。PeaceはPrologをベースとして各種のプログラミングパラダイムを使用できるようにしたものであり、次の特徴を持つ。

- ・ Prologの節の集合であるオブジェクトと、その間の関係の表現により意味ネットワーク形式の知識表現が可能。
- ・ 一般的関係を通したマルチブルインヘリタンスを利用してオブジェクト指向プログラミングが可能。
- ・ Prologをベースにしているので、ルールと手続きが同じ形式で記述できる。また、Prologのパターンマッチ、バックトラッキング等の機能が利用可能。
- ・ 関係を中心とした「関係指向プログラミング」が可能。

3. 6 知識表現方式

本システムは、装置の構造・動作等の設計上の知識と、症状、テスト等の診断上の知識の両方を利用する診断を実現している。そして、これらの知識を統一した意味ネットワーク型の表現により表わしている。

症状、テスト、機能ブロック、部品などをネットワークの各ノードとして表現し、これらの間の関係に関する知識をノード間のアークとして表現している。このネットワークの例を図2に示す。例えば、症状Aに対応する機能ブロックは、信号経路Bに含まれるものであり、機能ブロックA、機能ブロックB、機能ブロックCであることが分かる。

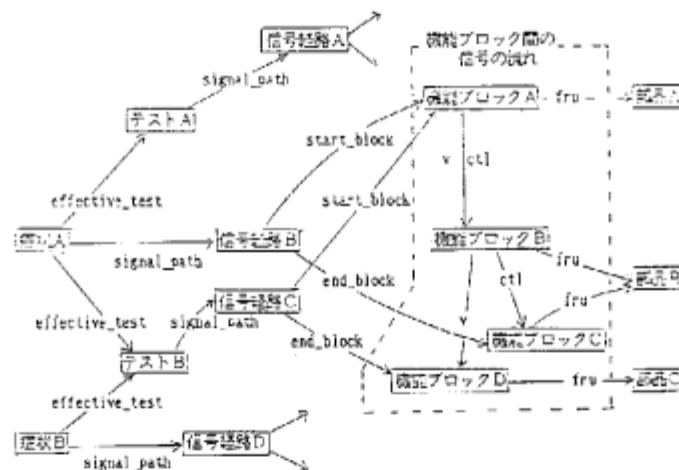


図2 ネットワーク形式の知識の表現

推論の知識の記述は関係の記述あるいは、オブジェクト内のProlog節（メソッド）に記述している。

このようなネットワーク形式を用いた知識表現では、if-thenルールを用い、各症状・テスト結果と被疑とすべき部品の関係を直接的に結びつける表現とは異なり、症

状 テストからネットワーク上の関係を通して機能ブロックが導き出される形になっている。このため、知識の記述がわかりやすい。また、各症状やテストに対して記述すべき知識の量が少なく済み、局所的な追加・修正が容易である。

設計上の知識は、図3^{1c}の示すような機能ブロックレベルの信号の流れとして表現する。図3の各ノードは機能ブロックを表わし、アークは機能ブロック間を流れる信号を表わす。

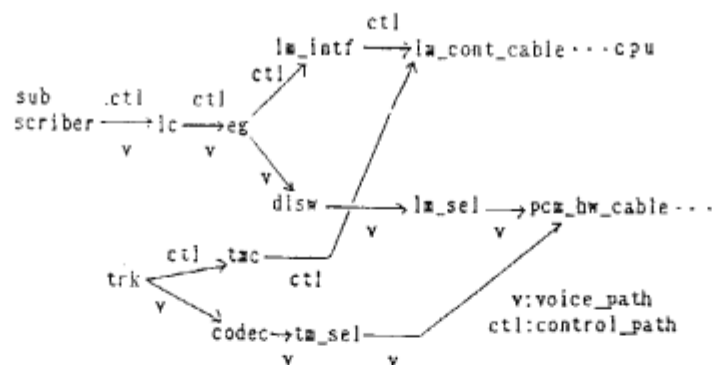


図3 機能ブロック間の信号の流れ

より詳細な知識表現方式および推論方式については[和田⁸⁶87]を参照されたい。

3.7 ユーザインタフェース

本システムでは、次のアクション（実行するテスト、交換する部品）をシステムが決定し強制するのではなく、

常に、実行可能な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、初心者には優先度の高いものを選択して実行すればよく、熟練者は有効なものの中から判断して選択・実行することができる。

図4の実行画面からわかるように、ユーザインターフェースとしてはマルチウィンドウ、メニュー、グラフィックスを用いることにより、装置の構成、部品の位置表示、状態表示等をわかりやすくし、操作性を高いものとしている。



図4
ユーザインターフェース

4. 実用化への問題点と今後の研究課題

本稿の3.1で述べたように目的と機能をかなり^絞れば、本システムの方式で十分に実用に^耐えるシステムを作成することが可能であると考ええる。しかし、電子交

換機のような大規模なシステムに^対して、人間と同等に診断を行う故障診断システムを実現し、本格的に実用化するためにはまだ、いくつかの問題点がある。これらについて、ここで述べる。

(1) 知識獲得

本システムの場合、他のエキスパートシステムと同様に、知識エンジニアがマニュアルおよび専門家のインタビューにより得た知識をコード化して知識ベースを作成している。この方法では、知識エンジニアがその問題領域の知識をかなり持たないと困難である。従って、高度な知識エンジニアを必要とすることになり、知識ベース作成のコストが高くなる。知識ベース作成のコストがエキスパートシステムの実現によるメリットよりも小さくなることが実用化の条件であることは言うまでもない。このためには、より一層、知識エンジニアの知識獲得および知識ベースの作成をより容易にする研究が必要である。究極的には知識エンジニア無しで専門家が直接知識ベースの作成ができるような知識獲得方式が望まれる。

(2) 予期しなかった障害への対応

本システムを含めて、これまでの診断エキスパートシ

システムは知識ベースに記述されていない予期しなかった障害には全く対処できない。つまり、知識ベースにない障害が発見された場合、それに対処出来るようにするためには、常に新しい知識を追加していかなければならない。やはり、今後は[Genesereth84]のように装置の構造と動作から推論を行う方式を融合していかなければならないと考える。

(3) 設計データベースとの結合

故障診断において必要となる装置の構造、動作についての知識は装置の設計時にすでに得られているものである。そして、最近では、それらの情報は、装置の設計もCADプログラムを利用して行われるようになってきているためにデータベースとして得られる可能性がある。しかし、現在はそれらのデータベースの形式は診断で利用出来るような形式ではないため利用できない。今後は、これらの設計データベースと診断システムの結合をめざすと共に、装置の設計段階から運用保守までを一貫してサポートするCAE(Computer Aided Engineering)システムの研究を行う必要がある。

(4) 経験による学習

人間は、経験を積むにしたがってより速く診断を行うことが出来るようになる。筆者は、故障診断の問題領域における経験の学習は、故障部分の推定選択と有効テストの選択において行われていると考えている。そして、それらは、それまで知らなかった新しい障害原因とテスト方法を学習する場合と、既知のものの選択基準を学習する場合とに分類される。前者の学習は新しい概念の学習であり、すぐに実現は困難であるが、後者の学習は本システムの枠組みで実現可能と考えている。

(5) 利用環境

本システムのようなシステムを実用化するためには、それを使用していく環境も同時に整えなければならない。例えば保守要員の配置方法、客先との保守責任の分担なども検討する必要があるだろう。また、付随的な情報のデータベース化もある必要がある。例えば、システムが常に最新の実装情報に基づいて診断を行うためには、実装情報が利用できる形態で用意されており、かつ常に更新されている必要がある。

5. むすび

故障診断システムの事例として、電子交換機故障診断

エキスパートシステムSHOOTXについて述べた。

~~SHOOTXの研究開発はC&Cシステム研究所和田慎一氏並びに複合交換開発本部西田哲郎氏と共同で行ったものである。~~ ^{本研究の機会を与えて下さり、ご指導いただいた。ICOT 藤井室長に感謝する。}
~~本研究の機会を与えて下さり、日頃ご指導を頂いて~~
~~いる、複合交換開発本部北村支配人並びに安藤担当部長、~~
^{交換手グループ}
C&Cシステム研究所石黒所長、後藤部長、並びに森主任に
深謝する。SHOOTXの開発は、日本電気技術情報システム
開発(株)若杉、近藤、大石の各氏に負うところが大きい。
紙面をお借りして感謝する。

【参考文献】

[Bull87] Bull, T., Peacocke, D., Rabie, S., and
Snarr, V. : An interactive Expert System for
Switching Maintenance, Proc. of ISS'87.

[Genesereth84] Genesereth, M. R. : The Use of
Design Descriptions in Automated Diagnosis,
Artificial Intelligence 24, pp. 411-436(1984).

[Koseki87a] Koseki, Y., Wada, S., Nishida, T.,
Mori, H. : SHOOTX: A Multiple Knowledge Based
Diagnosis Expert System for NEAX61 ESS, Proc. of
ISS'87, pp. 78-82(1987).

[Koscki87b] Koscki, Y. : Amalgamating Multiple Programming Paradigms in Prolog, Proc. of IJCAI-87 (1987).

[Shortliffe76] Shortliffe, E. J. : Computer Based Medical Consultations: MYCIN, Elsevier, New York(1976).

[古関87]古関,和田,鈴木,西田 : 知識ベースによる交換機故障診断,電子情報通信学会研究会,SE87-29,pp. 49-54 (1987).

[和田86]和田,古関 : 故障診断エキスパートシステム SHOOTXの知識表現方式,日本ソフトウェア科学会第3回大会論文集,pp. 209-212(1986).

古閑義幸

昭54 東工大・工・情報工学卒、
昭56 UCLA M.S. in Comp. Sci.,
同年、日本電気(株)入社、
C&Cシステム研究所応用システム研究部主任、
現在スタンフォード大学客員研究員
VLSI・CAD及び人工知能応用システムの研究開発に従事
情報処理学会、IEEE会員

筆者連絡先

所属：日本電気(株)

Ｃ＆Ｃシステム研究所応用システム研究部

氏名：古閑義幸（但し、米国留学中のため後藤敏部長または、和田慎一まで）

住所：〒213 川崎市宮前区宮崎4-1-1

電話：044-855-1111（内3593）

72