

# 事例ベース型故障診断システム

築山 誠\*、仲谷善雄\*、早坂 浩\*\*、前田和男\*\*

\* (株)三菱電機 産業システム研究所  
兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号

\*\* (株)三菱電機 制御製作所  
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1-1-2

## 概要

本稿では、上下水道施設の故障診断を目的とする事例ベース型設備診断システムCADIASについて述べる。

このCADIASにより、故障原因、処置の報告書を類似事例として故障診断を行うことができると共に、故障時の原因・処置の報告書作成が容易になる。

## キーワード

データベース、推論、事例、シソーラス

## 1. 緒言

### 1.1 新故障診断システム

上下水道施設の大規模化、複雑化、高度化に伴い、施設の維持管理業務が増え、内容も複雑になってきている。このような中で維持管理業務を支援するシステムのニーズが高まりつつある。例えば、設備台帳システム、故障診断システム、運転支援システム等である。

上下水道施設での維持管理業務の1つとして設備の故障時の対応がある。(1)施設の運転に支障をきたさないように緊急処置を行なう。(2)原因を推定する。(3)恒久的な処置をとる。(4)報告書を作成し将来の事故の時に参照する。これ等の作業を適切に行なわねばならず、業務の迅速化、正確化が求められる。これらの故障時の対応を支援するのが故障診断システムである。

今回、従来の故障診断システムの故障時の原因追究、対策のガイダンスに加え、(1)故障処置報告書の作成と保管を計算機で支援する。(2)報告書の情報がプラント運用の現場においても故障診断に利用できる。の特徴を持つシステムを考案したのでここに紹介する。

### 1.2 既存の設備診断知識システムとの関係

診断システムとしては、分類型診断システムやモデルベース型診断システムが構築されてきた。本稿にて対象としている領域においても、分類型の診断知識システムが使用されている。この既存の診断システムは故障診断に関する知識を階層構造に整理した形で持っており、症状を確認していくことで故障原因を突き止め、その対策をマルチメディア情報によって提示する<sup>(1)</sup>。

従来の診断システムはあらかじめ整理された故障診断知識でもって診断を行うので、前もって考慮されていない故障に対しては故障原因を探索することができない。現実問題として、些細な故障も含めて全ての故障に対して体系化された診断知識を完備しておくことは困難なことである。そこで、これを補足するような診断システムが必要となる。体系化はされていないが故障診断の知識として利用可能な知識が故障・処置報告書のなかに事例として存在している。この事例を活用することが望まれ、そのために事例ベース型診断システムが有望な手段となる。

事例が集められ構造化され知識として体系化されればそれを既存の診断システムに移植すれば

よい。事例知識の構造化は知識獲得や学習に関わる重要な部分である。我々はこの問題に事例ベース型設計システムの研究の一環として以前から取り組んでおり、その考え方は診断システムでも応用できよう<sup>(2)</sup>。

## 2. 事例ベース型故障診断システム CADIAS

### 2.1 システム概要

本システムでは、(1) 症状の入力、(2) 類似故障事例の検索、(3) 故障原因の入力、(4) 処置の入力、(5) 所見の入力、を支援する。(1)、(3)、(4)、(5)のいずれかによって入力されたデータを基に、(2)で類似事例を検索する。

検索した類似事例は新しい問題にあうように修正されるわけであるが、これは利用者との相互作用によって修正する現実的方法を採っている。自動修正についてはCBRの重要な研究課題であり研究が進められているが、現状では実応用には困難である。故障原因となりうべきものが事例集のなかですべて網羅されていないくとも、新たな症状に対しても原因となるものは事例のなかに類似的に存在しているので、必要なものを検索、利用すればよい。従って故障原因の探索は新たな解を生成する必要のある設計問題と比較すると容易である。事例の修正は症状と原因の関係を修正すればよい。

事例は、(属性、属性値)の組みによって表現され、補足資料としてメモや画像ファイルがリンクされている。

故障処置報告書の作成は、類似事例を参照、コピーしながらシステムが用意している入力テンプレートに情報を書き込むことによって行える。

### 2.2 システム構成

CADIASのシステム構成を図1に示す。

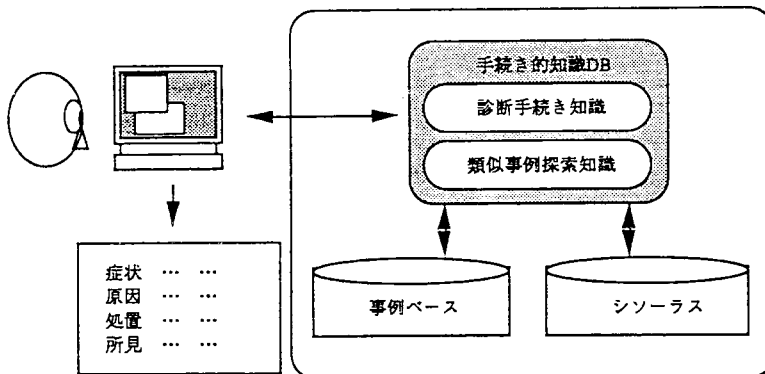


図1 システム構成

- (1) 手続き的知識DB： 手続き的に表現される知識を記憶する。診断手続き知識と類似事例探索知識からなる。診断手続き知識は診断の流れを制御する知識であり、類似事例探索知識は類似事例を探索するための知識である。
- (2) 事例ベース： 過去の診断事例の症状、原因、処置、所見、及びそれらに関する事例固有のメモを記憶する。
- (3) シソーラス： 本システムで使用する用語を定義、記憶する。用語は対象領域に特有な概念構造に従って関係付けられている。この構造はある種の領域知識と捉えることもできよう。この構造は類似検索に使用される。

### 2.3 事例知識の記述

故障事例は、症状、原因、処置、所見に分けて記述される。症状、原因、処置、所見は、それぞれ複数の（属性、属性値）のテンプレートによって内容を表現する。

以下に症状の属性、属性値の例を示す。

〔症状〕 左側が症状を説明する為の属性、右側が属性値（例）である。

分類（症状の種別）	: 動作、状態、位置等
内容（動作、状態、位置の内容を示す。）	: 起動渋滞、通信断等
場所（上下水道施設のどの施設であるかを記述）	: ポンプ設備、監視制御設備
対象（どの機器、装置であるかを記述）	: 汚水ポンプ4号、シーケンサ
場面（どのような場面での故障発生かを記述）	: 通常運転時
付加的属性の追加欄（上記の属性以外でユーザが追加するためのもの）:	作業者名称等

### 2.4 類似用語の記述

事例の検索の為に、各事例知識の属性値となり得る用語（文字）に対し、用語間の親近性を定義しておく。この親近性を定義するのにシソーラスを用いる。

属性値としては、あらかじめ領域固有の概念構造に関係づけられた用語を使用する。これには次の2つの目的がある。

- (1) 本システムは複数の人に使用されるため、使用者間で概念と用語の統一を図る。
- (2) 用語間の関係を対象領域に固有の概念構造で定義しておき、この類似関係を利用して事例の類似検索を行う。

シソーラスの概念構造について説明する。概念定義はある意味で領域知識を表現するものである。概念定義は用語間の関係で表し、用語間の関係は、意味関係子R及びVによって、

（用語A、R、V、用語B）

で定義しておく。これは、（用語Bは、視点Vからみた場合には用語AとRの関係にある）ことを意味する。ここに、

R={ 実例 (instance-of), 種類 (kind-of), 構成要素 (part-of), 属性値 (has-a-value-of), 同義語 (equivalent) }

V={ 機能的視点、物理的視点、水理的視点、手段、... }

視点の例を示す。”汚泥槽”は、物理的視点から”水槽”とkind-ofの関係にあり、機能的視点からは、”沈澱”とkind-ofの関係となる。このように、視点によって多面的な概念構造が定義される。

概念定義は事例登録以前に行っておく。ただし、任意の時点で修正することも可能である。この定義画面を図2に示す。

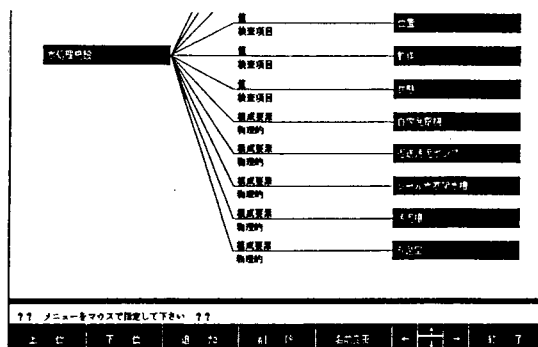


図2 シソーラス定義画面

### 3. 診断プロセスと例

例を示す。対象とする症状は

[分類：状態、 対象：No.10除塵機、 状態：運転不能]

である。この症状から類似症状事例を検索し原因を推定する。検索すると以下の検索結果が表示される。

#事例名=324 発生年月日=1990年6月6日

原因：不良箇所=No.12除塵機正逆転切り替スイッチ

不良状態=接点不良

適合したキー：分類=状態

状態=運転不能

簡単な例の場合であるが、このように類似症状の事例を参照することによりその原因を推定することができる。原因以外にも、処置、所見（メモ）を検索することができる。

### 4. 今後の方向

事例に基づく診断システムにおいて、文書の事例データベースを従来のルールベースに付加する形だけではなく、プラント生データやプラント機器の故障履歴も参照できる数値データベースも取り込む必要が出てくるであろう。予防保全的な対応も上記3者のデータベースをうまく組み合わせることにより可能となろう。

### 5. おわりに

本稿では、事例ベースによる故障診断手法を提案した。故障事例はRDBで管理され、容易に検索参照することができる。本稿では、故障の処置時に作成される処置報告書作成を過去の報告書を参照しながら行えるようにし、そのようにして作成された故障事例を診断に利用することを想定している。ルールベース型診断システムでは複合故障に対して体系的に診断ルールを構築することが難しかったり、些細な故障に対してまでルール化することが効率の面からなされなかったりする。このような局面で本システムはルールベース型システムを補完する故障診断システムとなる。

### 引用文献

(1) 前田、K.、井上、S.、綾、S.、築山、M.、広辻、J. (1988) : 上下水道プラントにおけるエキスパートシステム、三菱電機技法12月号 pp. 36-41

(2) 仲谷、Y.、築山、M.、福田、T. (1991) : 事例ベースアプローチによる設計支援、情報処理学会研究報告 91-AI-75、pp. 39-48