

事例ベース型設備異常診断システム CADIAS

3N-4

○仲谷善雄 築山誠 早坂浩* 前田和男*

三菱電機(株)産業システム研究所

*三菱電機(株)制御製作所

1. まえがき

水処理施設では発生した異常に関する処置報告書の作成業務の効率化が望まれている。またこの報告書を設備管理だけでなく設備運用や職員教育にも活用したい。この観点から、処置報告書の作成と管理を計算機で支援するとともに、その情報を設備運用における異常診断や職員教育に利用する枠組みを提案する。これは、計算機上で、過去の異常を参考にして新たな異常を診断すると同時に、新しい異常の処置報告書を作成できるものである。症状の観測もれを考慮し、複数原因による異常の診断を可能とした点に特徴がある。

2. CADIASの概要

2.1 診断の流れ

異常診断を以下のようなステップで行う。

- (1)異常の症状の入力
- (2)類似事例を参考にした原因の推定と入力
- (3)類似事例の処置を参考にした処置の実行と入力
- (4)所見の入力

2.2 システムの構成

図1にCADIASのソフトウェア構成を示す[1]。

- (1)手続き的知識DB…診断手続き知識と過去の事例探索知識をルール形式で記憶する。
- (2)事例ベース…過去の異常の症状、原因、処置、所見、およびそれらに関するメモを、事例名および発生年月日とともに記憶する。
- (3)意味記憶…複数のユーザ間での用語の統一及び類似事例探索における類似判断のために、用語を構造化して記憶する。

CADIASをEWS上にops83で実現した。事例ベースと意味記憶を関係データベースで管理した。ユーザは適時、過去の類似(症状、原因、処置)事例の探索、特定事例の各種メモや所見、意味記憶の内容などの情報を得ることができる。なお事例の自動修正はしない。

2.3 事例の表現と入力

Case-Based Plant Diagnosis System: CADIAS

Yoshio Nakatani, Makoto Tsukiyama, Hiroshi Hayasaka, and Kazuo Maeda

Mitsubishi Electric Corp.

1-1, Tsukaguchi-Honmachi 8, Amagasaki, Hyogo 661, Japan

(1) 症状

異常は一般に複数の症状を持つ。症状を動作、状態、位置という3種類に分類した。各分類は特有の属性(例えば動作の場合には発生場所、対象、動作内容、発生場面)を持つ。分類ごとに入力テンプレートを用意した。ユーザは症状ごとにテンプレートを埋める。症状に関するメモを自由形式で入力できる。図2に雨天時に中央にあるNo.2除塵機の状態が運転不能であるという症状の入力の例を示す。

(2) 原因

異常は一般に複数の個別原因を持つ。個別原因を不良、欠損、誤設定、誤操作、異物混入、その他という6種類に分類した。各原因分類は特有の属性(例えば不良の場合には不良箇所、不良状態)を持つ。分類ごとに入力テンプレートを用意した。各個別原因に関するメモを入力できる。

(3) 処置

異常に対して通常は複数の個別処置がとられる。個別処置を転用、変更、追加、除去、掃除、報告、その他という7種類に分類した。各分類は特有の属性(例えば追加は対象、追加部品、用途、費用)を持つ。分

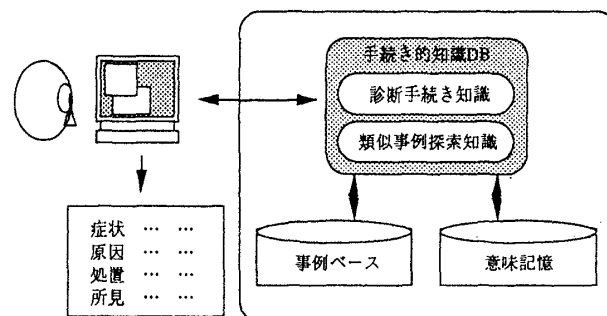


図1 CADIASのソフトウェア構成

分類	状態
場所	中央
対象	No.12 除塵機
状態	運転不能
場面	雨天
削除	情報 コピー 終了

図2 症状入力テンプレートの例

類ごとに入力テンプレートを用意した。個別処置に関するメモを入力できる。

(4) 所見

所見は処置の適否、今後の予定、課題、当該異常全般に関する覚書の4項目からなる。処置の結果の適否は○×、その他の項目は自由形式で表現する。

3. CADIASの類似事例探索

3. 1 類似事例探索

入力テンプレートに複数の症状、原因、処置を指定して、それらを持つ事例を探索できる。探索では、まず単一原因を仮定した探索を行い、それで不十分とユーザが判断すれば複数原因を仮定した探索を行う。

(1) 単一原因を仮定した事例探索

特定原因から生じうるすべての可観測の症状が観測されるとは限らない。そこで2種類の事例C1とC2を探索する。新たな異常の症状の集合をSとする。

C1: $S=S'$ である症状S'を持つ事例

C2: $S \subset S'$ かつ $S \cap S' = \text{Min.}$ である症状S'を持つ事例 (図3(1))

両者ともない場合は以下の事例C1とC2を探索する。

C1: $S' \subset S$ かつ $S \cap S' = \text{Max.}$ である症状S'を持つ事例 (図3(2))

C2: $S \cap S' = \text{Max.}$ かつ $S' - (S \cap S') = \text{Min.}$ である症状S'を持つ事例 (図3(3))

C2は説明すべき症状を最大限含む上、観測もれの症状を最小限に含む。ユーザはS'だけにある症状が現場に観測された場合はC2、それ以外はC1を選択する。

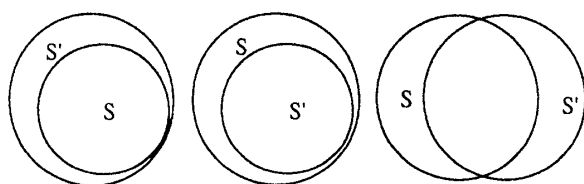
(2) 複数原因を仮定した事例探索

複数原因による異常の診断は症状を説明できる複数事例を探索することで行う。事例間の症状の無矛盾性を確保するため、干渉可能性[2]を考慮する。

新たな異常の症状の集合をS、既採用事例で説明できた症状の集合をS1、既説明の症状のうち未説明の症状と干渉可能性のある症状の集合をSC、S0を既採用の事例で説明できなかった症状とすると、

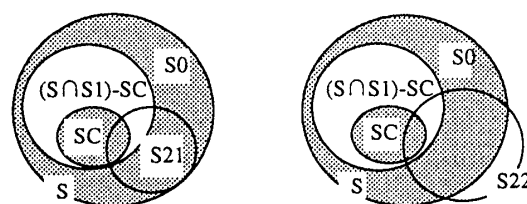
C21: $S21 \subset S$, $S0 \cap S21 = \text{Max.}$ である症状S21を持つ事例 (図4(1))

C22: $S0 \cap S22 = \text{Max.}$ かつ $S22 - (S \cap S22) = \text{Min.}$ である



(1) $S \subset S'$ (2) $S' \subset S$ (3) $S \cap S' = \text{Max.}$

図3 異常と事例の関係



(1) 症状S21を持つ事例C21 (2) 症状S22を持つ事例C22

図4 2種類の類似事例

S1: 最初の事例と異常Sとで一致した症状の集合

SC: 既説明症状のうち未説明の症状と干渉可能な症状

S0: 既採用の事例で説明されなかった症状

症状S22を持つ事例 (図4(2))

という事例C21, C22を検索する。ユーザが現場を調べてC21, C22のいずれかを選択する。判断できない場合はC21を採用する。症状間の干渉可能性は、部品間の干渉可能性を用いて判断する。人間が干渉可能な部品組を予め登録する。部品の階層構造を考慮し、上位で干渉する部品組については下位を考えない。この手続きを $S0=\emptyset$ になるまで続けるが、途中での打ち切りも可能である。既採用の事例と無矛盾な事例がない場合には、ユーザは診断しなおすか中止するかを選択する。

3. 2 類似概念による事例探索

事例探索で、ある事例に探索インデックスと一致しない属性があった場合、システムは一致しなかった属性とインデックスが類似概念の関係にあるかどうかを判断し、類似概念であれば一致したと見なす。対象とする属性は症状の対象と分類、原因の不良箇所と分類、処置の対象と分類である。

意味記憶では用語AとBを $A-R(V)-B$ (R: 意味関係子, V: 視点。「用語Bは視点Vから見ると用語Aの関係Rである」と表す。Rには実例、種類、構成要素、属性値があり、視点には「機能」や「物理」などがある。用語B1とB2と用語Aの関係が $A-R(V)-B1$ および $A-R(V)-B2$ であるとき、B1とB2は類似である。

4. あとがき

現在は本方法をプロトタイプシステムとして実現し、その評価を始めた段階である。今後は評価を通じて、本方法をさらに改良してゆきたい。

参考文献

- [1] 仲谷、築山、早坂、前田：事例ベース推論による設備異常診断、第7回人工知能学会大会、1993。
- [2] 吉浦：問題と事例の分割に基づいて部分的類似例を利用する事例ベース推論方式、情報処理学会論文誌、Vol.32, No.5, pp.626-634, 1991。