

ビル設備機器異常診断エキスパートシステム

5Q-9

小椋 良尚, 堤 清, 竹川 佳樹

日本電気ソフトウェア株式会社

1. はじめに

近年、ISDN、高速デジタル回線、各種VANなどによる高度情報化社会の到来にともない、ビルのインテリジェント化の要求が日増しに高まっている。このようなインテリジェントビルの中核となるビルオートメーションシステム(以下、BAシステムと略す)においても、従来の各種設備の最適制御・集中監視機能だけでなく、経営支援、設備保全管理などのマネジメント機能など、そのニーズは多様化している。

最近では、ビル内の設備も高度化してきており、故障時には、対応処置の操作ガイドが必要となってきた。そこで、BAシステムにおいて、ビル設備機器の異常原因の分析および異常に対する操作ガイドの表示を行う診断型エキスパートシステムを実現した。

2. ビルオートメーションシステム

ビルオートメーションシステムとは、ビルの電力、空調、衛生、照明、防災、防犯などの設備をコンピュータで一括管理するシステムであり、省力化、省エネルギー、管理レベル向上を図ると共に、最適環境を作り出すシステムである。

主な機能は、

- ① 監視機能・・・監視対象機器を常時監視し、必要時にCRT表示を行い、異常時には警告音と共にCRT、プリンタにより通知する。
- ② 操作・制御機能・・・個別発停、個別設定などをCRTから指定したり、指定した運転スケジュールに従って自動運転したりすることができる。
- ③ CRT表示機能・・・警報リスト、警報ヒストリ、各種設備状態計測などを表示する。
- ④ 記録機能・・・計測ポイントの瞬時値、積算値などの日報/月報のプリンタ出力や、機器状態変化、警報な

どのメッセージを記録する。

これらの機能を実現したBAシステムのシステム構成例を図1に示す。

3. ビル設備機器異常診断エキスパートシステム

今回開発したビル設備機器異常診断エキスパートシステムは、BAシステムの主要機能の1つである監視機能の中で、異常発生時の異常の原因や復旧操作を表示することを目的としている。

3.1 概要

本エキスパートシステムは、BAシステムのマンマシン機能や監視機能をフルに活用し、発生した異常を検出し、エキスパートシステムの推論エンジンを実行する。そして、知識ベースを検索して必要な設備状態の監視をしたのち、条件照合を行い、異常の原因や復旧操作のガイドメッセージを表示する。

図2に本エキスパートシステムのソフトウェア構成を示す。

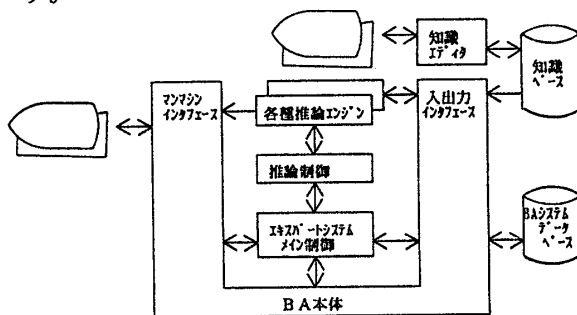


図2 ソフトウェア構成

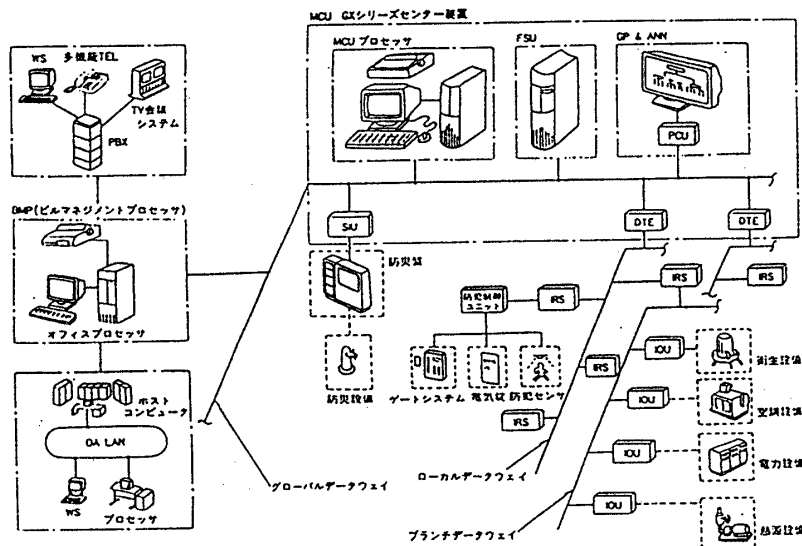


図1 システム構成例

Trouble-shooting Expert System for Equipment of Building
 Yoshitaka OGURA, Kiyoshi TSUTSUMI, Yoshiki TAKEKAWA
 NEC Software, Ltd.

- ① BA本体…各種設備機器の監視・操作・制御・表示・記録を行う。
- ② マンマシンインタフェース…BAシステム特有の画面の表示や画面に対する操作および操作に対応した制御を行う。
- ③ 入出力インタフェース…BAシステムで管理するデータ(知識ベースを含む)を格納しているデータベースおよび知識ベースに対する入出力の制御を行う。
- ④ BAシステムデータベース…各種設備機器の管理ポイントの状態や画面の情報および監視・制御に必要な情報を格納している。
- ⑤ エキスパートシステムメイン制御…エキスパートシステムの制御を行い、BAシステムの各種機能(監視・操作)から情報を受け取り、推論制御を通して推論を行う。
- ⑥ 推論制御…エキスパートシステムメイン制御からの実行指令により、知識ベースに記述している推論エンジンを起動する。
- ⑦ 推論エンジン…知識ベースの中から推論対象となる知識データをロードし、知識として記述してある条件照合のための事実データを収集し、前向き推論を実行して、推論結果をマンマシンインタフェースを用いて画面表示する。
- ⑧ 知識ベース…ルールデータ、フレームデータ、述語データで構成される。
 - ・ルールデータ…設備の管理ポイントの状態・警報・アナログ値の演算結果などの事象(Symptom)とそれに対応する原因・操作などの仮説(Hypothesis)を記述したもので、S/Hマトリックスの形式で格納している。
 - ・フレームデータ…ルールデータにおける事象・仮説に対する属性や表示メッセージを格納している。
 - ・述語データ…設備の管理ポイントのポイントNoとルールデータで使用している事象idとの対応付けや質問メッセージと事象idとの対応付けなどを行うためのデータである。
- ⑨ 知識エディタ…知識ベースへのデータ入力ツールであり、ルールデータ、フレームデータ、述語データの各編集機能と知識ベースの管理機能および知識コンパイラ機能から構成される。

4. BAシステムにおける知識処理

4.1 警報およびトラブルの原因分析作業

ビル管理業務においては、BAシステムが知らせる警報やビルの居住者からのクレームなどのトラブルが発生する。これらのトラブルに対して、ビル管理者は、ビルの各設備の状態をビルオートメーションシステムを通して監視したり、現場へ直行して、ビル設備の状態を確認したりして、それらの情報を総合的に判断して、原因を分析している。

本エキスパートシステムでは、警報やトラブルなどの異常の原因を絞り込むために、監視対象の情報を自動的に収集する。監視対象となっていない情報については、現場での確認情報をメッセージ形式で画面に表示し、それに対する回答を状態として収集する。

4.2 警報およびトラブルの復旧操作決定作業

上記分析作業により分析した原因に対してこの原因を除去し、対象のビル設備が正常に動作するように復旧作業を行う必要がある。通常は、ビル管理者または設備保守員が設備の保守マニュアルを見ながら保守作業を行っている。本エキスパートシステムでは、ビル設備の状態を自動で監視し、ビル管理者の行うべき作業の手順を順次画面に表示する。

4.3 知識表現

本エキスパートシステムで使用している知識を大別すると以下の3種に分類される。

- ・ビル設備管理ポイントを表現する知識
- ・ビル設備管理ノウハウを表現する知識
- ・警報原因、復旧操作を定義する知識

本エキスパートシステムでは、これらの知識を表現する方法として、「ルールによる知識表現」「フレームによる知識表現」「述語による知識表現」を使用している。

4.4 推論エンジン

本エキスパートシステムでは、前向き推論が利用できる。前向き推論は、

事象の有無 → 仮説の確からしさ

を求める推論方法である。一般に「症状」から「原因」を探る方法と同じである。

図3に、本エキスパートシステムの推論方式を示す。

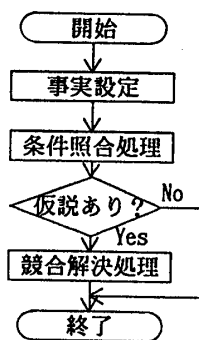


図3 推論方式

- ① 事実設定…各種設備機器に対して、BA本体の状態監視機能を利用して、現在の設備機器の状態を取得し、事実としてメモリに設定する。このとき、各種設備機器とルールの事象との対応関係、属性情報を取得するために、フレームや述語の知識表現を参照する。
- ② 条件照合処理…①で設定した事実とルールとのマッチングを行い、仮説の確からしさを計算する。
- ③ 競合解決処理…②の条件照合処理で得られた仮説群に対して、唯一の仮説を選ぶ。
- ④ ルール実行…選ばれた仮説に対して、フレームより実行すべき処理を取得し、実行する。例えば、質問メッセージや原因分析結果のメッセージを表示する。

5. あとがき

以上、ビルオートメーションシステムにおけるビル設備機器異常診断エキスパートシステムの知識処理について述べた。

現在、ユーザの協力の元で、本エキスパートシステムを用いて空調設備故障診断システムを構築中である。

本エキスパートシステムは、BAシステム組み込みの診断型エキスパートシステムとして構築した。今後は、本エキスパートシステムを制御型エキスパートシステムへ発展させ、最適化制御を行ったり、ファジイ理論、ニューラルネットを用いた高次の推論システムを構築して行きたい。

最後に、本システムの開発に際して御指導頂いた NEC通信制御システム事業部ビルオートメーション開発部の皆様に深く感謝致します。

—参考文献—

- [1] 大島 監修：「設備診断予知保全実用事典」
テクノシステム/NTS共同編集，1988