

プラントの異常診断のためのモデル生成システムの開発

5 J-3

井出康弘 奥田浩二

大阪ガス（株） 開発研究所

1. はじめに

プラントの信頼性向上、メンテナンス業務の効率化には、異常診断システムが有効である¹⁾。しかし、診断知識となる診断モデル構築の作業には、専門家の知識やプラントの機能・構造に関する知識を必要とするため、異常診断システムの開発には、多大な時間・労力を要するのが現状である。

このような問題点を解決する方法として、プラントの構造を表したP&ID(Piping&Instruments Diagram)の情報から配管系について自動的に診断知識を生成する方法が立野ら²⁾により提案されている。本研究では、このような理論を応用して、対象プラントのより広範囲なモデル構築を効率的に行うシステムを開発した。本システムでは、簡単なアイコン操作によるCAD感覚のエディタで設計情報を入力することにより、自動的にそれに対応したモデルを生成する。更にライブラリの登録機能やモデル生成の際の縮退機能を盛り込むことにより、より柔軟で実用的なモデル構築を可能にしている。

2. 異常診断モデル

本異常診断システムで扱う診断モデルは、有向グラフの形式で表現される(Fig.1)。ノードとしては、

FM（故障モード）：プロセス変数の状態

FS（故障状態）：部品の故障原因

の2種類により構成される。FMは、温度高や圧力低等のプロセス変数の異常状態、FSは、パイプの漏れや計測器の故障等の診断結果となる情報を表している。

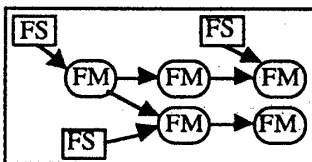


Fig.1 診断モデル

異常診断時は、アラーム等の情報をFMに割り

付け、それらの異常となっているFMを説明できるFSを故障原因として特定する。

3. P&IDを利用したモデル生成手法

本システムでは、入力情報として、設備の設計情報であるP&IDを利用する。現在の開発対象であるコージェネレーションプラントでは、バルブや計測器等を部品とする配管系とガスエンジンやボイラー等のユニットに関する情報がP&IDに含まれている。

配管系については、部品の接続関係から符号付き有向グラフを生成する手法が立野らにより提案されている。配管系については、この理論を利用し、符号付き有向グラフの代わりに、前述の有向グラフのモデルを出力させる。

ユニットについては、あらかじめライブラリという形でその内部のモデルを登録しておく。

4. モデル生成システム

本システムは以下に挙げる機能を持つ。

4.1 設備図の入力・編集

元図となるP&IDの接続関係を明確にするために合流点や分岐点の情報を付加したものを設備図とする(Fig.2)。本システムでは、この設備図の入力・編集のためにCAD感覚のエディタを用意した。Fig.3にエディタ例を示す。

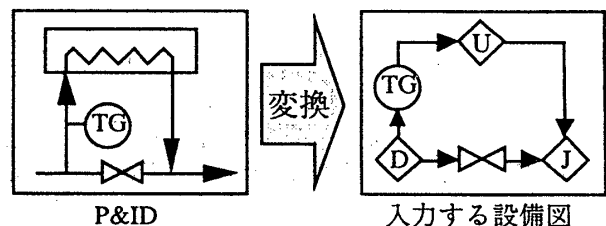


Fig.2 入力情報の変換

4.2 モデル生成

入力された設備図の情報を元に診断モデルを生成する。この時に必要となる知識としては、設備の部品・結線そのものが持つ知識とノード間の調整を行い全体を統合するために利用される知識とがある。

Development of the Automatic Model Generation System for Plant Fault Diagnostics

Yasuhiro Ide (ide@osakagas.co.jp), Koji Okuda

Research & Development Center, Osaka Gas Co., Ltd.

The3rd Science Center Building

1 Awata-cho Chudoji, Shimogyo, Kyoto 600, Japan

以下に各知識の主な属性について記す。

○部品の持つ知識

部品タイプ：温度計、バルブ、合流点など
故障モード：部品に対応する故障モード
故障状態：部品に潜在する故障原因

○結線の持つ知識

故障モード：部品間の故障モードの補完
故障状態：パイプのつまり、もれ
成分温度：合流部分の温度比較に用いる

○全体統合のための知識

接続関係：ノード間における接続関係の設定

4.3 故障伝播図の編集

診断モデルに対応する有向グラフの編集が必要な場合は、故障伝播図編集エディタ(Fig.4)で行う。本エディタで新たにFMやFSを加えることもできる。

4.4 ユニットライブラリの登録

ユニットライブラリの目的は、再利用性とライン情報の統合にある。

ガスエンジンやボイラーなどは、同じ型式のものならばその内部のモデルは同一であり、診断モデル構築にもいったん構築したモデルを再利用したい。また、一般的なプラントは複数のライン(冷却水、潤滑油など)によって構成され、設計情報も分散している。これらの情報を統合するために、ライン同志が影響し合うユニットを導入する。

登録エディタでは、内部の故障伝播に加えて、各ラインの入出力を定義する(Fig.5)。これらのユニットライブラリのモデルは、故障伝播図エディタで前述のモデルと統合される。

4.5 縮退

縮退の目的は、モデルの冗長性を取り除くことである。アルゴリズムに従って、そのまま生成されたモデルは、非常に大規模なものになり、無駄なノードが多い。そこで、診断精度を保持しつつ、オンライン信号で状態のわからないFMを診断モデルから除

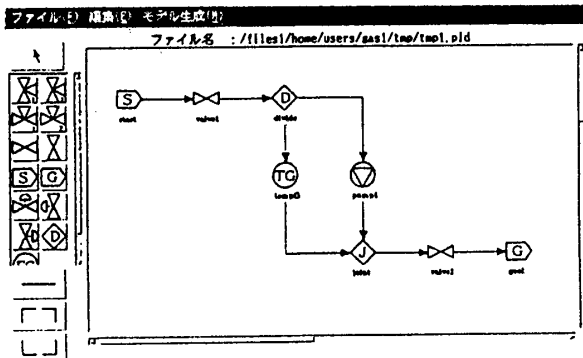


Fig.3 設備図編集エディタ

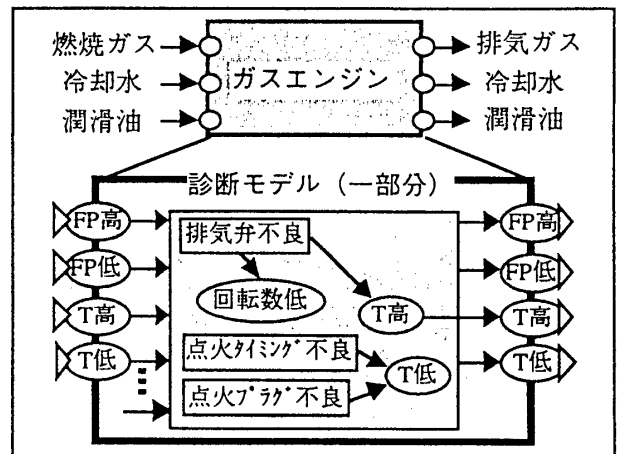


Fig.5 ユニットの例

去する機能を実現した。

縮退機能を実行すれば、モデルの簡単化ならびに診断実行の高速化が可能となる。

5. おわりに

本稿では、P&ID等の情報からプラントの異常診断モデルを生成するシステムについて述べた。簡単なアイコン操作によるエディタでの入力・編集、ライブラリ登録による知識の再利用化、縮退機能によるモデルの簡単化などにより、実用的なモデルを短時間に効率的に構築することができる。今後は、CAD情報の利用、ユニット内部のモデルの自動構築、視認性を向上させるための有向グラフの最適配置等を検討する。

参考文献

- (1) 井出他, "オブジェクト指向を用いたプラント運転支援システム構築用ツールの開発", 情報処理学会第49回全国大会, 3-91, 1994
- (2) 立野他, "化学プラントの符号付き有向グラフの自動生成—配管系の自動生成—", 計測自動制御学会論文集, Vol.30, No.11, pp.1385-1394, 1994

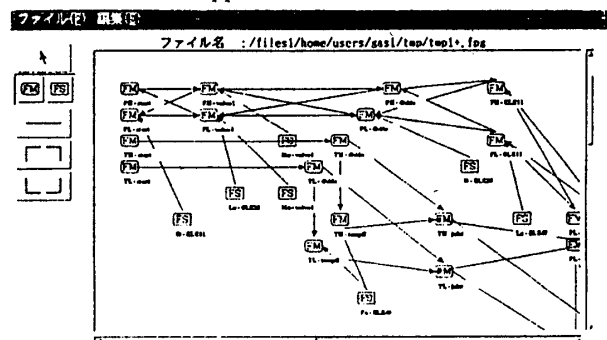


Fig.4 故障伝播図編集エディタ