

# 適応型電子装置診断実験システム

## 概要

電子装置を対象として、構築・保守が容易で、かつ過去の事例からの学習による適応能力を持った故障診断システムの実現を目的とする。また、その並列処理による高速な実行を目的とする。この目的のために、診断対象装置の構造・動作に関する知識に基づくモデルベース診断技術、経験的知識の学習・利用による適応型診断技術、及び、並列処理技術の研究開発をおこなった。

## 特徴

### モデルベース診断

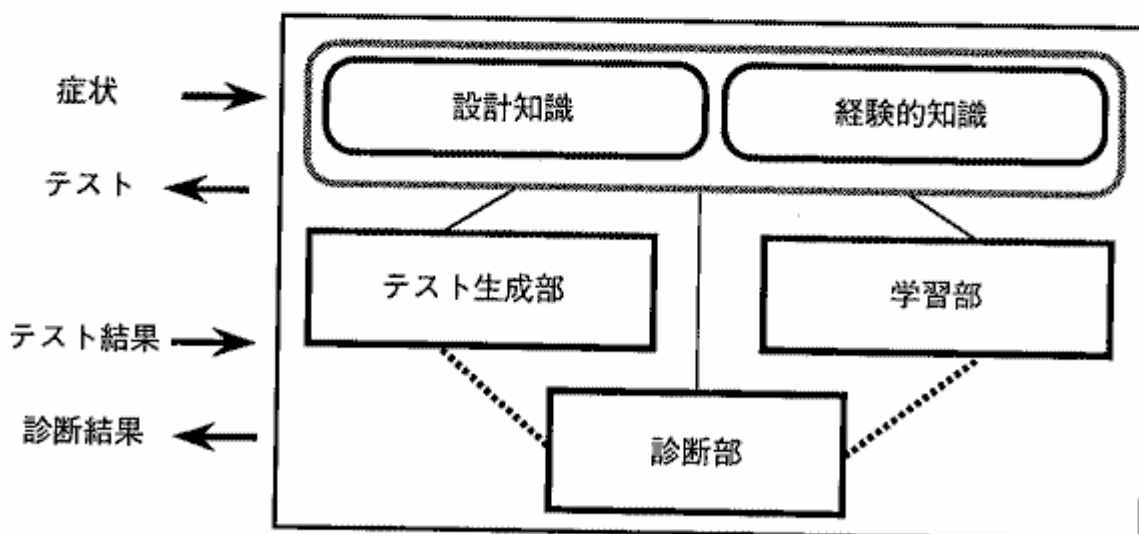
診断対象装置の構造、動作に関する知識を用いたモデルベース診断により、専門家へのインタビュー等による診断知識ベースの作成が不要。

### 経験的知識の学習・利用による適応型診断

過去の故障事例から、診断対象装置を構成する各部品の故障確率分布を学習する。これを診断に利用することにより、経験を積んだ専門家と同等の効率的な診断が可能。

### 並列処理技術

Multi-PSI を用いた並列処理により、高速な診断及び学習が可能。



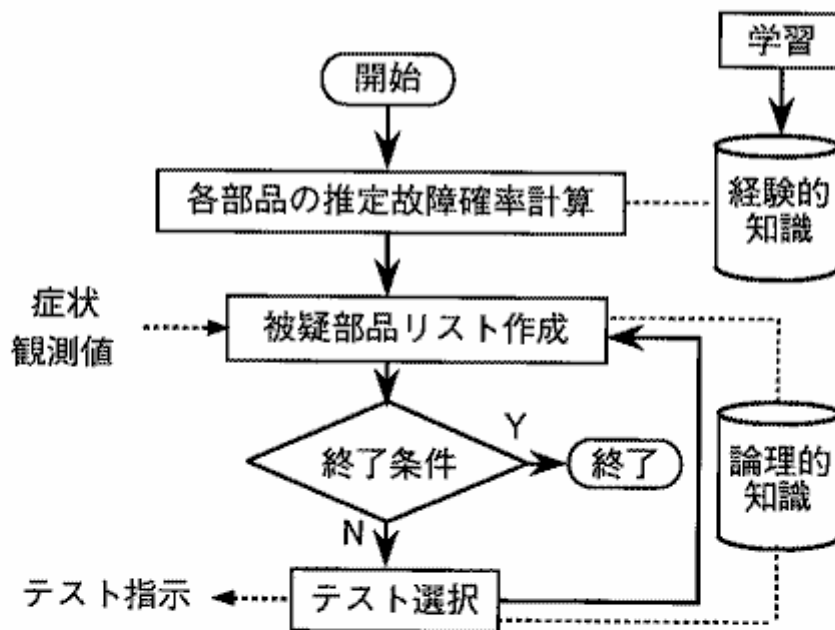
システム構成図

## 研究の目的

近年、電子交換機などの電子装置は益々複雑化しており、その保守が困難になってきている。これを自動化する技術として、専門家の保守の知識をインタビューにより聞き出し、ルールで表現して推論を行うエキスパートシステム技術に期待がかけられている。しかし、知識を引き出し、ルールとして記述することが予想以上に困難であるために、小規模の対象装置に適用されるにとどまっている。そこで、対象装置の構造と動作に関する設計データのみを利用して診断を行うモデルベース診断システムの方式が研究されている。この方式は、設計データを利用するので専門家のインタビューなどを必要としない反面、保守の専門家の経験的知識を利用しないため、効率的な診断が行えない欠点があった。

本研究では、モデルベース診断に経験的知識を利用する機能を付加し、効率よい診断を可能にすることと、経験的知識を過去の事例から効率よく学習する機能を実現すること、及びそれらの複雑な処理を並列処理により高速に実行する技術を確立することを目的として行われた。

## システムの概要



終了条件: 被疑部品数 = 1、又は有効テストなし

### システム概要フロー

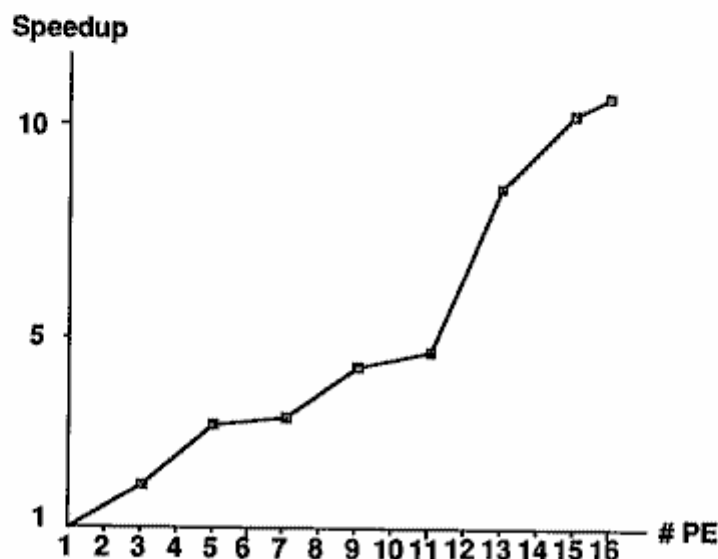
まず始めに、学習機能により、過去の事例データを基にして各製品の推定故障確率を求める。この学習方式は、MDL基準に基づく確率帰納推論により行なわれる。この計算は計算時間を要する複雑な計算のため、並列処理による高速化が行われている。

次に、与えられた症状データと観測値を基に、被疑部品のリストを作成する。この処理は、対象装置を、複数の構成部品の集合としてモデル化し、各構成部品の動作と部品間の接続関係を記述した論理的知識（モデルベース）を利用して行う。動作と接続関係の知識は一階述語論理で表現されており、論理型言語であるKL1で記述されている。この計算は、対象装置が、与えられた入力値に対して、期待される出力値と異なる出力値を出す理由（故障候補集合）を求める仮説推論方式により行なわれる。

システムは終了条件が満たされるまで、テストの選択、実行を繰り返しながら、故障候補集合を絞り込んでいく。この時、最もコストあたりの有効度が高いテストを求めるために、各故障候補の故障確率を利用したエントロピーの計算による情報量の計算を行う。この処理もテストの候補が多くなると処理に時間を必要とするため、並列処理による高速化がはかられている。

## 実験結果

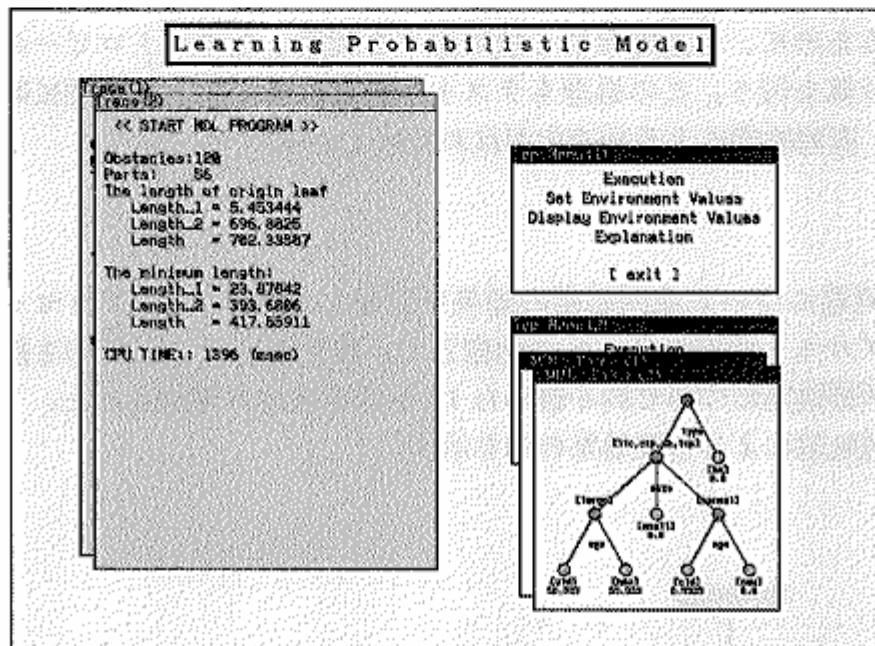
複数の例題について並列処理の効果を計測した結果、16プロセッサを用いた場合、1プロセッサの場合として比較して、診断機能について約4倍から5倍の高速化、学習機能について約8倍から11倍の高速化が確認された。下図に、学習機能の並列処理による台数効果の例を示す。



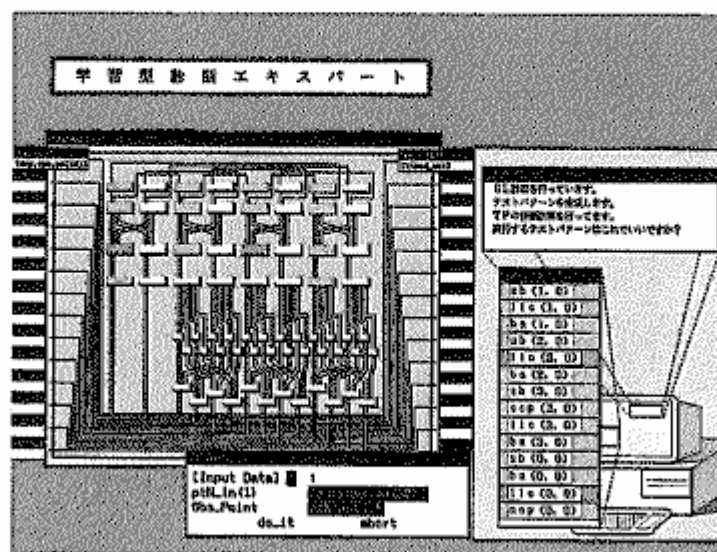
学習機能の並列処理による台数効果

デモ概要

パケット交換機を約70の機能レベル部品で分割しモデル化し、学習および診断機能の有効性を示す。まず、学習機能を用いて、故障履歴から各構成部品の故障確率分布を推定する。確率分布は、推定木の形式で表示される。次に、その分布を基に、故障を想定したモデルを使ってシミュレーションを行いながら、テストの選択、実行を繰り返して候補の絞り込みを行っていく。絞り込みの様子は、故障確率を色の濃さで表しながら、画面に随時グラフィック表示される。学習機能及び診断機能は Multi-PSI による並列処理で実行される。下図に画面例を示す。



学習結果表示画面



診断経過表示画面