

主 論 文 要 旨

2011年 3月 25日

論文題名 モデルベース推論による故障診断に関する研究

ひらつか さとし

学位申請者 平塚 聡

主論文要旨

モデルベース推論は、システムの正常動作の記述と実際の動作の観測データなどから知識を導出する方法である。特に、モデルベース推論に基づく故障診断（モデルベース故障診断）は、システムの部品構成と各部品が正しく動く場合の動作の記述および実際の動作の観測データから、どの構成要素が誤動作を起しているかを特定する方法である。

人工知能分野におけるモデルベース診断は **DX** と称される。一方、制御理論分野におけるモデルベース診断として **Fault Detection and Isolation (FDI)**がある。**DX** は故障検出漏れに強い反面、推論処理を要することから、リアルタイムの故障診断などにおいて、計算量が計算機の処理能力を超えることが珍しくない。

本研究では、離散的ダイナミクスを有する論理回路および連続的ダイナミクスを有する機械システムを対象に、**DX** における計算量の問題を解決する新たな3つの診断アルゴリズムおよび **DX** の手法を用いて **FDI** を改良したアルゴリズムを提案し、その有効性を明らかにした。

まず、**DX** に基づく論理回路の診断アルゴリズムとして、縮退故障に限定して論理回路のシステム記述と入出力の観測値から、故障候補を段階的に導出する方法を提案し、これを順序回路に適用し有効性を示した。

つぎに、**DX** に基づく論理回路の設計誤り診断アルゴリズムとして、組合せ論理回路におけるゲート記述の部分論理式が仕様の論理式に含まれるか否かを繰り返しチェックすることにより、設計誤り箇所を特定するアルゴリズムを提案し、**ISCAS85** ベンチマークを用いて有効性を示した。

さらに、**DX** に基づく連続系システムの故障診断アルゴリズムとして、システムの連続的ダイナミクスを記述する論理回路モデルを構築した上で、この論理回路モデルに対し、論理式の証明技法であるタブロー法を用いた故障診断アルゴリズムを提案する。具体的には、連続系と離散系が相互作用する典型的なハイブリッドシステムである4ストロークエンジンの単一シリンダシステムを取り上げ、計算複雑性が高く、ハードウェア制約およびリアルタイム応答が求められるオンボード診断へ適用し、提案した方法が有効であることを確認した。

最後に、**DX** を用いた **FDI** の改良アルゴリズムとして、線形微分方程式で表現される連続系システムの故障診断を行う論理関数の生成方法を提案する。なお、この論理関数は、観測される物理変数を入力とし、故障の候補を出力とする。そして、提案方法を自動車エンジンの電子スロットルシステムの診断に適用し有効性を示した。