

6N-8

異常挙動に着目したデジタル・システムの 故障診断手法

川本正隆 大森康正 上野晴樹

東京電機大学理工学研究科

1. はじめに

近年、デジタルシステムはますます大規模・複雑化して、その設計・開発・保守には高度な専門知識が必要となっている。これに対しESの支援が期待されている。我々は深い知識の表現法として対象モデルと、それを用いたモデルベース推論の方法を提案し、故障診断システムの開発を行ってきた [1] [2]。

ところで専門家は問題解決にあたり、深い知識のみならず、経験的知識を用いて合理的な診断を実現しているが、[1] [2] ではこのような経験的知識を用いず、コストのかかる診断のみを行っていた。

そこで今回診断過程のルール化を行ない、次の診断に利用する試みを行なった。本稿では故障候補導出ルールと、新たに診断に導入した異常挙動シミュレーションについて述べる。

2. 対象モデル

2.1 概要

対象モデルとは、深い知識の表現モデルであり、専門家が問題解決にあたってイメージするメンタルモデルを指向する。デジタルシステムの対象モデルでは、対象とするシステムの機能や構造を体系的に表現している [3]。対象モデルの構築にはフレームがた知識表現言語ZEROを用いている。

2.2 モデリング手法

2.2.1 LCMとPCM

デジタルシステムの対象モデルは、対象をその論理的な機能によって捉えた論理構成モデル（以下LCM）と、対象の構成を実際の部品レベルで捉えた物理構成モデル（以下PCM）を用意している。

各モデルにおいて対象は全体部分関係（PART-OF対関係）によって階層化され、木（全体一部分木）を構成している。この木における各節をコンポーネントと呼ぶ。木の根、葉にあたるコンポーネントは、LCMではそれぞれ論理的な表面上の機能、プリミティブな機能に対応し、PCMではそれぞれ物理的な対象物そのもの、最小部品に対応する。

2.2.2 BBMとGBM

各コンポーネントは、ブラックボックス・モデル（以下BBM）、グレイボックス・モデル（以下GBM）の2通りで記述される。前者は、コンポーネントの挙動をその入出力の関係によって捉え、後者はコンポーネントの挙動を、それを実現する一階層下のコンポーネントの組合せによって捉える。フレームには一階層下の各コンポーネントに流れるデータの経路が記述される。

3. 故障診断システムの設計

3.1 システムの概要

本システムは対話型の故障診断システムである。診断対象はパソコンのキーボード・ユニットである。扱う故障は、論理的な挙動における単一・縮退故障を想定している。故障診断の流れを図1に示す。本システムでは、まず故障の原因となるプリミティブな機能（LCMの最小コンポーネントのbehavior）の候補を求め、それに対応する物理的な部品を実際に測定しながら故障箇所の同定を行う。

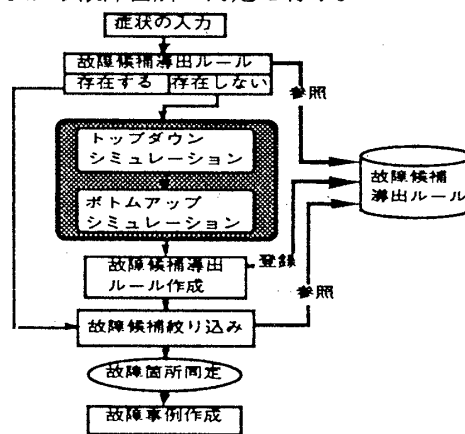


図1 診断の流れ

The Method of Diagnosing Digital Systems with
Faulty-behavior Simulation

Masataka Kawamoto, Yasumasa Oomori, Haruki Ueno

Tokyo Denki Univ.

Ishizaka, Hatoyama, Hiki, Saitama 350-03, Japan

3.2 異常挙動シミュレーション

異常挙動シミュレーションは、LCM上でトップダウンとボトムアップの2通りで行なわれる。

3.2.1 トップダウンシミュレーション

トップダウンシミュレーションは、入力として故障の症状を受け取り、故障候補集合を出力する。ここで故障候補を、「故障を起こし得る、ボトムレベルコンポーネントとその異常挙動の組」と定義する。入出力の関係であるbehaviorの出力側が変化した場合をfaulty-behaviorと呼ぶが、症状はトップレベルの、そして故障候補の異常挙動はボトムレベルのコンポーネントにおけるfaulty-behavior、と捉えることが出来る。

症状は、故障診断においてユーザから入力される。入力が行なわれたら、トップレベルコンポーネントのfaulty-behaviorに対応するfunctional-pathに視点を移す。トップレベルのfaulty-behaviorをもとに機能バス上のコンポーネントのbehaviorを変化させ、これら子コンポーネントのfaulty-behaviorを求める。以下この繰り返しを、ボトムレベルのコンポーネントのfaulty-behaviorが求められるまで行なう。イメージを図2に示す。

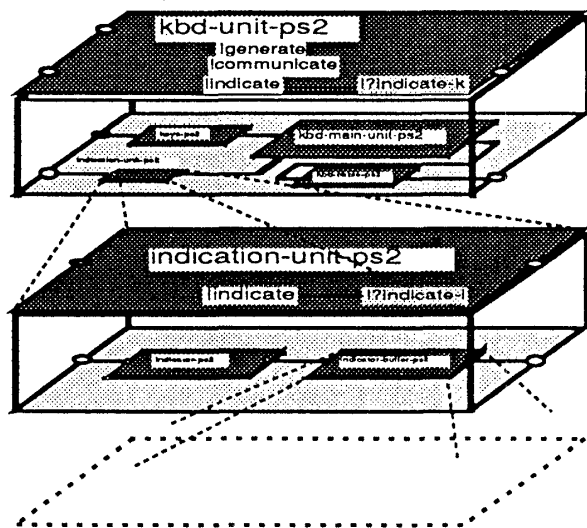


図2 トップダウンシミュレーション

3.2.2 ボトムアップシミュレーション

トップダウンシミュレーションによって、症状と関係のある故障候補の集合を求められるが、この故障候補集合が引き起こすのは、入力された症状のみとは限らない。そこで各故障候補に対してボトムアップシミュレーションを行ない、これらと関係のあ

る他の症状を求める。

各故障候補について親コンポーネントのfunctional-pathを利用し、子から親へfaulty-behaviorの値を伝播させていく。この過程を繰り返し、トップレベルのコンポーネントのfaulty-behavior、即ち症状の集合を求める。

3.3 故障候補導出ルール作成

異常挙動シミュレーションによって得られた関係故障候補導出ルールと呼ぶことにする。このルールは、入力された症状に対応する故障候補を求めるルールとして用いる。

図3に故障候補導出ルールのイメージを示す。症状Aのみが入力されると、症状Aに対しルールが適用され、候補としてa, b, c, d, eが求められる。次に各候補にルールが適用され、そこから症状A ∧ ~症状B ∧ ~症状C ∧ ~症状Dとなる候補を求めることで、症状Aのみを起こすbおよびdが最終的な候補として求められる。

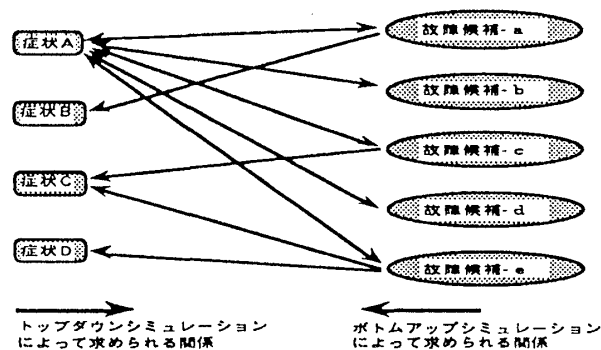


図3 シミュレーションの結果得られる関係

4. おわりに

キーボードユニットを対象とした故障診断システムに異常挙動シミュレーションを導入し、シミュレーション結果を用いて診断過程をルール化することによって故障候補導出ルールが得られた。本システムにおける今後の課題として、PCMにおける診断からのルール獲得がある。

参考文献

- [1] 山本, 大森, 上野: 対象モデルによるキーボードユニットの故障診断システムの試作
電子情報通信学会, AI90-79, 1991
- [2] 小沢, 上野: 対象モデルの概念に基づく知識表現とモデルベース推論による故障診断システムの開発,
1991年度東京電機大学修士論文
- [3] 小沢, 山本, 大森, 福田, 上野: 対象モデルによるキーボードユニットの体系的モデリングとその応用, 人工知能学会全国大会, 6-4 (1991)