

## 2F-1

故障挙動の知識を導入した対象モデルによる  
パーソナルコンピュータの診断システムの検討山本 雅仁<sup>†</sup> 大森 康正<sup>†</sup> 福田 秀一<sup>‡</sup> 上野 晴樹<sup>†</sup><sup>†</sup>東京電機大学 理工学部 <sup>‡</sup>日本IBM(株)

## 1 はじめに

我々は対象モデル (object model) に基づくモデルベース推論の方法を提案し [1], その表現法と活用法について研究を進め, いくつかの実験システムを試作してきた. 対象モデルは, いわゆる深い知識表現の1つの提案であり, 専門家が問題解決にあたって思い描くメンタルなモデルを指向する.

本稿で取り上げるのは, 対象モデルに基づくモデルベース推論をデジタルシステムの開発支援に適用する試みの1つであり, 特にパーソナルコンピュータの開発者が用いる故障診断システムについて扱う. この研究はこれまでの研究 [2, 3] の延長である. ここでは, 故障挙動の知識を導入した対象モデルを採用することによって症状に基づく診断を可能とするように, これまでの診断方法を改良する.

## 2 モデルベース推論による診断

専門家が行なう問題解決のうちのある部分は, 専門家が問題解決の対象に関して持つメンタルモデルを利用して行なう推論によって実現されていると考えられる. 我々がいうモデルベース推論とは, これをコンピュータによってシミュレートすることにより, 専門家の問題解決に見られる柔軟性などの望ましい特性の実現を目指すものである.

## 2.1 異常ユニットの階層的な絞り込み

これまで我々が試作してきたモデルベース推論による診断システムは, 対象の論理的/物理的な構造を直接に反映するように構成された階層モデルである対象モデル上で, 異常の可能性のある内部ユニットを階層的に絞り込むことによって診断を行なう.

対象モデルではモデルに含まれる各ユニットはそれぞれが

Considerations on Diagnosis System for Microcomputers Based on Object Model with the Knowledge of Abnormal Behavior  
Masahito Yamamoto<sup>†</sup>, Yasumasa Oomori<sup>†</sup>, Hidekazu Fukuda<sup>†</sup> and Haruki Ueno<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Tokyo Denki Univ., <sup>‡</sup> IBM Japan

複数の挙動を持つことができ, さらに各挙動はそれぞれ次の2つの観点から捉えられる [2]:

ブラックボックスモデル (BBM) による挙動表現 外部に対するインタフェース仕様 (内部構造に依存せず記述された入力, 出力および状態の関係) によって捉える.

グレイボックスモデル (GBM) による挙動表現 内部ユニットの副挙動の組合せによって捉える (組み合わせられた副挙動間の影響の伝播経路を機能パスと呼ぶ).

ある対象が与えられ, その対象のあるユニットに着目しているとき, 診断システムは対象モデルに記述されたそのユニットのBBMと実際の挙動との比較から故障検出 (fault detection) を行なう. もし故障が検出されたユニットが最小のユニットでなければ, 実際の挙動とBBMがマッチしなかった挙動のGBMを対象モデルは提供する. 診断システムはGBMの機能パス中に含まれる各内部ユニットの故障検出を行う. これを繰り返して故障診断がおこなわれる.

## 2.2 これまでの方法の限界

これまで我々が試作した階層的な異常ユニットの絞り込みによるモデルベース推論は, 対象内部のすべての内部ユニットの入出力が観測可能であると仮定している. 着目ユニットの詳細化が進むにつれ診断対象内部に奥深く隠された内部ユニットの挙動を調べてモデルに記述された正常挙動とのマッチングを行なうために, 最後の仮定が必要である. しかし, たとえば, 1つのVLSIが内部的には基本ゲートによって構成されているにしても, 診断しているチップ内の各ゲートの入出力値をすべて知るのは難しい.

診断対象から観測可能な情報の中である基準以上に観測が容易な情報の集合を症状と呼ぶことにするが, 症状のみから診断を試みるような診断方法も必要な場合がある.

### 3 故障挙動の表現

これまで我々は対象を構成する各ユニットの正常な挙動のみを対象モデルに記述してきたが、ここでは故障挙動の知識を対象モデルの中に埋め込んで構造化する方法について述べる。

ユニット  $U$  のある挙動  $B_U$  の GBM がその内部ユニット  $V$  の挙動  $B_V$  に依存しているとき、 $B_V$  が故障挙動であれば  $B_U$  もまた故障挙動である。すなわち、正常挙動と同様に故障挙動もその内部ユニットの挙動に展開して表現できる。したがって冗長故障を扱わないものとする、ある適当な粒度のユニットの故障挙動が故障原因として記述してあれば、その故障挙動を原因として生じているマクロな故障挙動の記述は省略できる。正常挙動と同様に故障原因の挙動は次の2つの観点から記述できる：

**BBM による故障挙動表現** 外部に対するインタフェース仕様の異常として捉える。故障原因をこれ以上細分化して追求しない。

**GBM による故障挙動表現** 内部ユニットの副挙動の組合せ方の異常として捉える。機能バスの構造が変化。

構造変化を明示しなければ表現できないような故障は GBM によって記述しなければならない。

### 4 故障挙動の知識を利用する診断

故障のある内部ユニットのある故障原因の挙動に起因するものと仮定したとき、その内部ユニットと故障挙動の組を故障仮説と呼ぶ。また、正常な対象モデルをその故障仮説にしたがって修正した対象モデルを故障対象モデルと呼ぶ。このとき、故障対象モデル上でのシミュレーションと、診断対象の症状との比較によって診断を行う。診断手続きは以下のようなものである：

1. 故障仮説の選択
2. 故障対象モデルの構築
3. 故障対象モデル上でのシミュレーション
4. 故障仮説の評価

診断対象のある症状が与えられたとき、それを説明するような故障仮説を選択するために上の手続きの1では、診断ルールまたは診断事例を利用することができる。これらの

ヒューリスティクスは症状と故障仮説を結び付ける知識であり、診断ルールは部品の設計時に与えられ、診断事例は過去の診断の過程で得られたものである。

手続きの3では、与えられた症状を故障対象モデル上で再現することを試みる。故障対象モデルに診断対象と同じ状態を設定し、挙動の GBM を利用して展開した機能バスに診断対象と同じ入力を与えて、値を伝播させる。

この方法の解は複数存在することがある。また、故障挙動の知識は一般に不完全であるために、解が1つも求められない場合や1つだけ求めた解が誤っていることもあり得る。満足できる解が得られない場合は、コストを度外視した観測を行い、診断対象の内部ユニットの情報を獲得する必要がある。すなわち、この方法はこれまでの方法との連携によって階層的な絞り込みを補うものである。

### 5 おわりに

故障挙動の知識を対象モデルに持たせることによって内部の観測が困難な対象の診断が可能となり、従来の診断法を補うことができた。今回述べた診断法は、深い知識である対象モデルを中心に参照しながら、診断ルールや診断仮説といったヒューリスティクスを組み合わせてることにより問題解決を行う、一種のハイブリッド型故障診断といえる。このアプローチではヒューリスティクスとして症状と複数のユニットの故障挙動とを結びつけることによって多重故障に対応することもできると考える。

今後の課題として故障事例の学習、正常な対象モデルと故障対象モデルの比較によるテストパターン生成などがある。

### 参考文献

- [1] 上野晴樹：対象モデルの概念に基づく知識表現について—深層知識システムへのアプローチ—。電子情報通信学会，人工知能と知識処理研究会資料，AI86-4 (1986)。
- [2] 山本，大森，福田，上野：対象モデルの概念に基づくキーボードユニットの機能的モデリングの検討。情報処理学会第40回全国大会，5C-6 (1990)。
- [3] 山本，大森，福田，上野：キーボードユニットの対象モデルとそれを利用した故障診断システムの設計。人工知能学会全国大会，16-9 (1990)。