

4K-2 ソフトウェア障害解析支援システム(1)

- 障害解析知識のモデル -

藤波 努¹, 辻 洋¹, 広瀬 正¹, 戸塚 健司²¹ (株)日立製作所システム開発研究所, ² (株)日立製作所ソフトウェア工場

1. はじめに

ソフトウェアの不良が原因となって、計算機システムに障害が発生した場合、メモリ状態から障害を解析し、障害箇所を特定する必要がある。障害解析は、大規模ソフトウェアに関する知識、障害が発生する仕組みの理解、障害の傾向の把握など、多くの知識と経験を要する作業である。そこで、知識と経験が十分でない初心者の障害解析作業を支援するため、ソフトウェア障害解析支援システムを開発している。本システムは、知識ベースに熟練者の障害解析知識を格納しており、利用者は、障害解析知識を使って、メモリ状態から障害箇所を特定できる(図1)。

本稿では、熟練者が持つ障害解析知識のモデルを提案する。また次稿[1]では、システムの概要と実現方法を述べる。

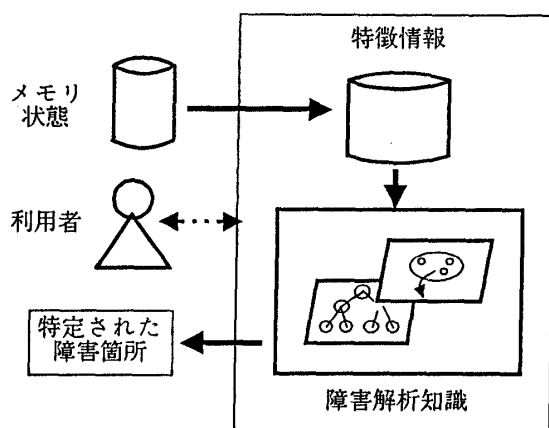


図1 ソフトウェア障害解析支援システムの機能

2. 障害解析知識のモデル

本システムでは、熟練者の障害解析知識を、「障害絞りこみ知識」と「ショートパス知識」からなる「二階層モデル」で表現する。

2.1 障害絞りこみ知識

障害絞りこみ知識は、計算機の動作の因果関係に関する知識である。視覚的には、計算機の特定の内部状態をノードとし、原因となった他の状態との因果関係をアークとする有向非循環グラフとなる(図2)。各ノードが表現している計算機の内部状態は、メモリ状態を参照することにより確認する。以下では、障害絞りこみ知識をグラフで表現したものを、「絞りこみグラフ」という。

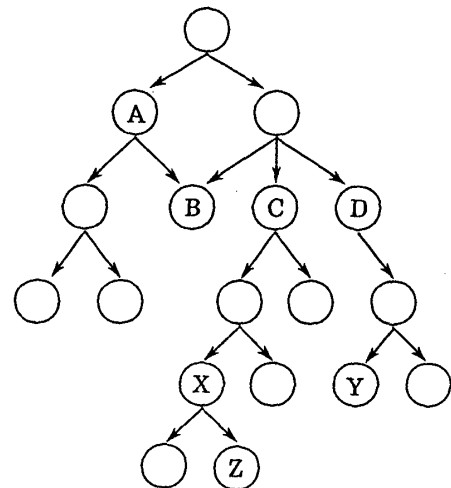


図2 絞りこみグラフの例

障害絞りこみ知識による解析では、絞りこみグラフのトップレベルから終端ノードに到達するまで、因果関係に基づいて障害の仮説を立て、その仮説をメモリ状態から確認するステップを繰り返す。状態が確認されたノードからアークが張られているノードは、次に解析する仮説の候補となる。以下では、アークによって接続されたノードの列をパスという。

2.2 ショートパス知識

ショートパス知識は、絞りこみグラフには整理できない熟練者の経験的なノウハウである。例えば「状態A,Bが確認できたら状態Xを解析する」、「状態Aが確認でき、状態Bが確認できなかったら状態Yを解析する」、「状態B,C,Dのうち2つ以上の状態が確認できたら状態Zを解析する」などの解析ノウハウは、ショートパス知識である。個々のショートパス知識は、解析対象の変更先と、変更を試みる際の条件「ショートパス条件」からなっている。

熟練者は、ショートパス知識により、解析の中間結果から、直接の因果関係がない障害を推測して、途中の解析過程を省略したり、解析対象を別のパスに属する状態に変更すると考える。

2.3 二階層モデル

熟練者は、障害絞りこみ知識とショートパス知識とを適宜組み合わせて利用していると考え、熟練者の障害解析知識を「二階層モデル」としてモデル化した(図3)。

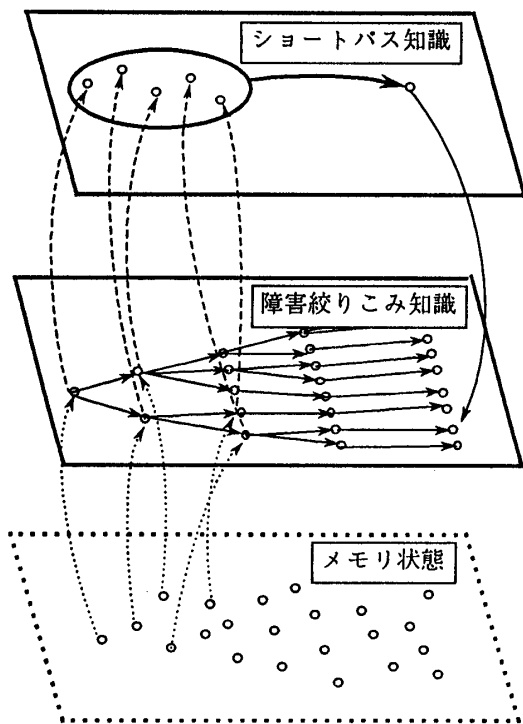


図3 障害解析知識の二階層モデル

初心者は、メモリ状態の一部分にのみ注目し、計算機の内部状態から原因を予測して、因果関係の連鎖を順に辿っていく傾向がある。したがって、「障害絞りこみ知識」のみ利用する解析方法は、初心者レベルの作業に相当すると考える。

それに対して熟練者は、因果関係の連鎖を辿るだけでなく、解析の途中で判明した情報を総合し、過去の経験から原因を予測することができる。この経験的な知識は、ショートパス知識として記述可能である。したがって、熟練者の障害解析知識は、「障害絞りこみ知識」と「ショートパス知識」を組み合わせることにより表現できる。

障害絞りこみ知識による解析は、計算機の動作を因果関係としてモデル化し、そのモデルに基づいて仮説を生成し検証する「モデル駆動型」[2]の推論といえる。モデル駆動型の解析では、仮説生成の際に考慮されるのは、直接の因果関係がある現象だけである。

一方、ショートパス知識による解析は、解析の中間結果と経験から原因を推測する「データ駆動型」の推論といえる。データ駆動型の解析では、判明した全ての現象を考慮して仮説を生成する。初心者は、主としてモデル駆動型の解析をおこなうのに対し、熟練者は、モデル駆動型の解析に加えて、データ駆動型の解析ができる。

3. 障害解析知識の利用方法

適用可能なショートパス知識を推論する方法、ショートパス条件の充足を判定する方法、およびショートパス知識と障害絞りこみ知識の組合せ方について、以下の方法が考えられる。

3.1 適用可能なショートパス知識の推論方法

(1) ボトムアップ法

障害絞りこみ知識により解析する過程で、ショートパス条件が充足したショートパス知識を適用可能とする。

(2) トップダウン法

ショートパス条件と中間結果との適合度が、ある値以上になったとき、当該ショートパス知識のショートパス条件が充足するまで、まだ確認されていない残りの条件を解析する。このとき、障害絞りこみ知識による解析は中断する。

3.2 ショートパス条件の充足判定方法

(1) 完全一致による判定方法

ショートパス条件と解析の中間結果が、完全に一致したとき、ショートパス条件が充足されたとする。

(2) 閾値による判定方法

ショートパス条件と中間結果との適合度が、ある閾値に達したとき、ショートパス条件が充足されたとする。

3.3 知識の組合せ方

(1) ショートパス知識を優先する方法

適用可能なショートパス知識がある場合は、ショートパス知識により解析対象を決定する。適用可能なショートパス知識がなければ、障害絞りこみ知識により障害の仮説を生成する。

(2) 最適解析対象を選択する方法

障害絞りこみ知識により生成した仮説と、ショートパス知識により推論した解析対象とを比較し、最適な解析対象を選択する。

3.4 採用方式

プロトタイプシステムでは、障害解析知識の利用方法を、適用可能なショートパス知識を推論する方法についてはボトムアップ法、ショートパス条件の充足を判定する方法については閾値による判定方法、ショートパス知識と障害絞りこみ知識の組合せ方についてはパラメータにより設定する方法を採用している。

しかしながら、障害解析知識の利用方法は、最適な解析ができるよう、状況に応じて柔軟に変化することが望ましい。熟練者は、障害解析知識だけでなく、その利用方法を判断するためのメタレベル知識[3]も持つと考える。

4. まとめ

ソフトウェア障害解析支援システムの障害解析知識のモデルとして、「障害絞りこみ知識」と「ショートパス知識」からなる「二階層モデル」を提案し、その利用方法を考察した。

参考文献

- [1] 井上ほか：ソフトウェア障害解析支援システム(2)，情報処理学会第41回全国大会予稿集(1990)。
- [2] Vessey, I. : Expertise in Debugging Computer Programs : An Analysis of the Content of Verbal Protocols, IEEE Transaction on systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC-16, No. 5 (1986), 621-637.
- [3] Genesereth, M.R. : An Overview of Metalevel Architecture, in Proc. of the AAAI Conf. (1983), 119-124.