

Title	実行時エラーメッセージに基づくデバッグ用エキス パートシステムについて
Author(s)	野村,研仁;井上,克郎;鳥居,宏次他
Citation	全国大会講演論文集 第35回昭和62年後期. 1987, 2, p. 1493-1494
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/50400
rights	ここに掲載した著作物の利用に関する注意 本著作物の著作権は情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

実行時エラーメッセージに基づく デバッグ用エキスパートシステムについて

4L - 2

野村研仁* 木村陽一** 井上克郎*

鳥居宏次* 米山寬二***

*大阪大学基礎工学部

(株) C S K *㈱СSK総合研究所

1. はじめに

プログラムの実行時エラーの原因を効率よく発見する ためには、デバッグに関する多くの経験的知識が必要で ある. 熟練したプログラマーは, 処理系が発生するエラ ーメッセージを手がかりにしてエラー原因の見当をつけ, ソースプログラム・実行結果等を詳しく解析することに より、見当をつけた原因の候補の検証をおこない、エラ ー原因を特定するという方法でデバッグをおこなうこと が多い.

初心者プログラマーが効率よく経験的知識を獲得し, その知識を効果的に用いることができるようにするため には、熟練者の適切な支援・指導を受けることが不可欠 である.しかし,熟練者が初心者に常に適切な支援・指 導をおこなうことができる環境を作ることは容易ではな い、そこで、熟練プログラマーのデバッグに関する経験 的知識を用いたエキスパートシステムがあれば、初心者 は必要な時にシステムと対話することにより、効率よく デバッグ作業をおこなうことができると期待される.

ソフトウェアの開発において,広く使用されているプ ログラミング言語の一つにPL/Iがある. PL/Iは機能が非 常に豊富な言語である. 初心者プログラマーは, これら の豊富な機能を正確に理解せずに使用して誤りを犯すこ とがある.機能の理解不足によって発生した誤りの原因 を追求し,その誤りを取り除くことは,初心者でなくと もきわめて困難な作業である.

したがって我々は、初心者のデバッグ作業を支援する ため、プログラミング言語PL/Iを対象とした実行時エラ -原因診断システムの試作をおこなった。

本稿ではデバッグに用いる経験的知識と本システムの 概要について述べる.

2. 経験的知識を用いたエラー原因の推測

言語解説書等は,エラーメッセージの説明やエラーの 直接原因について記述しているものがほとんどで、これ らからプログラムのどこを修正すれば良いかを知るのは 困難であると考えられる。プログラムを修正するために は、プログラマーがどのような'本質的'な誤りを犯し たためにエラーが発生したかを知ることが重要である. 本質的な誤りとは、その誤りをプログラマーが認識する ことによって初めて修正ができうるようなものをいう。 以下ではこのような本質的な誤りをエラー原因と呼ぶこ とにする. 熟練したプログラマーは, エラーの原因に関 する知識を長年のデバッグ作業を通して獲得している。 たとえば、データ例外というエラーメッセージが発生し た場合、熟練したプログラマーは、初期化していない変 数を参照しようとしたことが原因ではないかと見当をつ ける、これは、初期化していない変数を参照しようとし たためにデータ例外エラーを起こす事例が非常に多いこ とを,経験的に知っているからである。これに対し,マ

ニュアル等から得られる知識では、固定小数点10進数デ ータの内部表現は,最下位の4ビットが符号をあらわす 特殊なビットパターンになっていなければならないとい うことしかわからない. これでは, この部分が不正な値 になっているためにエラーが発生したということしかわ からず、プログラムのどこを修正すれば良いかわからな

したがって、エラーメッセージとエラーの原因を結び 付ける経験的な知識を熟練プログラマーから獲得し、整 理して有効に活用することが重要であると考えられる. この考えに基づいて、デバッグ支援システム構築のため の知識の整理がすでにある程度おこなわれている[4]. しかしこれはエラーの原因等に関する記述が不十分なの で不足している知識の補充・知識の詳細化をおこない、 エキスパートシステムで用いることができるようにプロ ダクションルールの形でルールベース化した.

3. データ例外エラーの原因

PL/1処理系は多様な実行時エラーメッセージを発生す るが、今回はその中からデータ例外(data exception)を 選び,その原因を診断するシステムを作成した.データ 例外とは、正しい形式になっていない固定小数点10進数 データを処理しようとした時に発生するエラーである [6]. このエラーは、計算機内部のデータ表現やデータ 操作を正しく詳細に理解していても、エラー原因を発見 することが困難なエラーであるが、デバッグに関する経 験的知識を用いることによりかなり正確・迅速に原因を 発見することができる.また,熟練したプログラマーに 対する調査の結果、頻繁に発生するエラーであることが わかっている. したがって今回, 試作のためのエラー例 としてデータ例外を取り上げるのが適当であると考えた. 我々は、熟練したプログラマーに対する調査や、PL/I言 語解説書の検討をおこなった結果、データ例外の原因を 8項目に分類した. 各原因を以下に示す.

- 1)変数を初期化していない。
- 2)配列変数の添字値が範囲を逸脱した。
- 3)記憶領域を共有している変数の型や大きさが異なって いる.
- 4)変数の記憶領域が破壊された.
- 5)関数の実引数と仮引数の型が異なっている.
- 6)変数が構造体のメンバーで、その変数が属する構造体 に異なる型を持つ値を代入した.
- 7)構造体でない変数に構造体を代入した.
- 8)変数が入力データの受取用で、入力されたデータが予 期しない値であった.

4. エラー原因診断エキスパートシステム

実行時エラー原因診断エキスパートシステムは、PL/I プログラムが実行中に異常終了した時に, エラーメッセ ージ、ソースプログラム等から得られる情報をもとにエ

AN EXPERT SYSTEM FOR REASONING CAUSES OF RUN-TIME ERROR OF PL/I PROGRAMS Kenji NOMURA*, Katsuro INOUE*, Koji TORII*, Yoichi KIMURA**, and Kanji YONEYAMA***

^{*}Osaka University, **CSK Corp., ***CSK Research Institute

ラー原因の診断をおこなう.システムは、データベース 初期化部・知識ベース・推論部・入出力インターフェース部によって構成されており、プロダクションルールによるルール表現・フレーム形式による知識ベース構成に基づいて作成されている

(図1). なお本システムが対象としたPL/!言語は, IBMのOS PL/Iである.

データベース初期化部は、データベース内の推論の中間結果・最終結果に関する情報を格納する場所の初期化をおこなった後、知識ベース内のデータベースにエラーメッセージ・PL/Iソースプログラムの解析結果・実行時情報を書き込む。そして、推論部に対して推論開始メッセージを送る。

知識ベースは、データベースとルールベースによって構成される。データベースは、フレーム表現を用いて作成されている。各フレームには、必要な属性を格納するスロットが用意されている。フレームは、その性質にしたがって階層的に構成されており、上位の概念は下位に継承される。現在、データベースには、プログラム全体に関する情報を持つフレーム・推論の最終結果を格納するフレームが用意されている。

推論規則は,仮説生成規則と仮説検証規則に大別される.仮説生成規則は,LISP言語の関数の形で記述されている.仮説検証規則は,プロダクションルールの形式記述されており,後ろ向き推論を用いて検証を力をした。の説生成規則は,データ例外に関するこの原本である.すべてものの候補について、生変の自動を用いを用いるので、まずを、は、大変には、大変に関連をである。では、大変に関連をである。と、大変に関連をでは、大変に関連をできる可能性の説検証別則は、ので、は、大変に関連をできて、は、大変に関連をできるに関連をできるに関連をできるに関連である.この規則である.この規則である.には、規則間である.には、規則間である.には、規則間である.に理解できまいの規則である.には、規則間の関係が容易に理解でき、規則に、を要などをしやすいように注意した.

本システムでは、ユーザーのシステムに対する命令や質問は、基本的には、イメージパネル上のメニューやスイッチをマウスを用いて選択することによりおこなわれる。イメージパネルとは、ユーザーインターフェースを向上させるため、システムの状態や各種メニューなどをディスプレイ上に図形的にあらわしたものである。具体的には、推論開始スイッチ・推論過程説明起動メニュー・推論結果(エラー原因)の表示・システムの動作状況の表示などに用いられる。また、推論過程の説明は、専用のウィンドウ上でおこなわれる。

<u>5. あ</u>とがき

本システムは、ワークステーション XEROX 1108 上のエキスパートシステム開発支援ツールKEEの下で稼動している。ルール数は、仮説生成のためのルールが7、仮説検証のためのルールが16である。各種手続きは、Interlisp-Dを用いて記述されている。本システムは、データ例外エラーに関する8項目14種類の原因診断をおこなうことができる。本システムの作成のため、エラー原因の調査・検討・整理に3ヶ月、システムのプログラミングに1ヶ月を要した。

現在、診断に利用する情報をユーザーが入力しているが、たとえば初期化文の認識などはある程度自動化が可

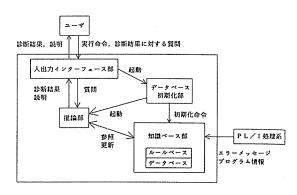


図1 エラー原因診断エキスパートシステムの構成

能なので、今後このような情報の自動獲得をおこないたい。自動化の一つの手がかりとしてPL/Iコンパイラの情報や実行結果のダンプリストの利用があげられる。これに伴って本システムをPL/Iが作動する環境上に移植する方が都合がよくなると考えられる。また診断できるエラーの種類を増やしていくことも実用性を高める上で重要である。発生頻度の高い三十数項目のエラーについているる。発生頻度の高い三十数項目のエラーについれているる程度デバッグに関する知識の整理がおこなわれているので、ルールベース化するために、知識の詳細化・不をしている知識の追加・知識の内容に基づいた整理等シスにより、これらの知識をエキスパートシステムで利用できると考えられる。

謝辞 本研究にあたり,多数の有益な御助言御協力をいただきました㈱CSKの西良厚正氏に感謝致します.

参考文献

- [1] IntelliCorp: "KEE Software Deveropment System User's Manual" (1985-07).
- [2] XEROX: "Interlisp-D Reference Manual" (1985-10).
- [3] 伊藤博樹: "PL/Iプログラムにおけるデバッグ支援システムの作成",大阪大学基礎工学部情報工学科特別研究報告(1986-03).
- [4] 高田,米山,野田,鳥居:"実行時メッセージに基づくデバッグモデルとその適用例",情報処理学会第33回全国大会,pp. 751-752 (1986-10).
- [5] 仲田恭典: PL/Iプログラム実行時エラーの原因診断エキスパートシステムの試作",大阪大学基礎工学部情報工学科特別研究報告(1987-03).
- [6] 日本 I B M: "OS および DOS PL/I 言語解説書" (1985).
- [7] 西良, 木村, 米山, 鳥居:"エキスパートシステム 構築支援ツールCRI-EXPERT(3) - 応用事例(1)-", 情報処理学会第35回全国大会, 1N-6.
- [8] 野村,仲田,井上,鳥居,木村,米山:"実行時エラーの原因診断エキスパートシステムの試作",情報処理学会ソフトウエア工学研究会,87-SW-54-3 (1987-06).