

ある会話型数式処理言語の開発

広島大 総合情報処理センター 大友正英

筑波大 社会工学系 池田秀人

1. はじめに

すでに多くの数式処理システムが開発され、そのうちのいくつかは、広く使用されている。最近では、数値計算プログラムやデータベースとの結合の必要性が言われている。

一方、学術情報システムの一環としての教学情報システムの研究もさかんに行なわれている。教学公式や数値解法プログラムのデータベースと結合された数式処理システムは、教学情報システムの実現にとっても重要なものである。

ここでは、教学情報システムとしての数式処理システムとは何かについて述べる。

2. 従来の数式処理システム

長年で、複雑な数式を扱う量子力学や天体力学などの分野からの要望で、数式の簡約化・単純計算のくり返しを、記号

のまま扱う事を目的として、教式処理システムが開発された。その後、アルゴリズム等の研究が進み、改良されてきたが、次の問題点が残されている。

- (1) システム内の教式の操作処理過程を、システムが管理していない。
- (2) システム内の他の教式との論理的関連性を、システムが管理していない。
- (3) 数学公式の検索・適用時の妥当性のチェックができない。
- (4) 教式処理システム内から、教値解法プログラムの実行ができない。
- (5) 数値的・非数値的な応用プログラムの検索・適用時の条件チェックができない。
- (6) 最終的に得られた教式表現(関数方程式など)が、正しく、実験データなどを反映しているかどうかの検証ができない。
- (7) グラフィックディスプレイ・レーザプリンター・XYプロッターなどの出力形態をサポートしていない。

3. これからの教式処理システム

教式処理システムを使う人は、基本的に公式などを用いて現在扱っている現象を説明し得る、教学的表現を求め、観測

されたデータと比較・検証する事が多い。また一方、予想される表現が、導き出されるか否かを主目的にする、数学的な使い方もある。

これらの使い方の全過程を支援する事、すなわち、与えられたアルゴリズムに従って答えを出すだけでなく、人間の推論を助ける様なシステムが、今後必要になってくる。このようなシステムに必要な機能は、次の4点である。

(1) 数式変換の支援

- ・ 数学公式及びその公式の適用時の条件のデータベース化と数式処理システムからの検索機能
- ・ 数学公式適用時の適用可能性の判断をシステムが行なえる機能
- ・ 特殊関数などの手続き的変換規則の“手続き”のデータベース化と数式処理システムからの検索・実行機能

(2) 数式間の論理的関連性の把握

- ・ 等式・不等式の取り扱いができる。
- ・ 数式の操作・処理過程が保存でき、必要に応じて、再実行できる。
- ・ 指定された変数・関数を含む、システム内に存在する数式の検索ができる。

- ・教式の導出過程で使用された束縛条件を、システムが把握している。

(3) 応用プログラムとの結合

- ・各種応用プログラム及びその適用条件のデータベース化と、教式処理システムからの検索・実行ができる。
- ・応用プログラム実行時に、適用可能性の判断をシステムが行なえる。
- ・数値解法プログラム適用時の、数値解を数値データベースへ保存できる。

(4) 結果としての教育的表現の検証支援

- ・実験データや数値解が数値データベースとして、教式処理システム内から取り扱える。
- ・数値データや関数などの、図・表による視覚的取り扱いができる。
- ・グラフィックディスプレイ・レーザプリンタなどのいろいろな出力形態がサポートされる。

4. 教式処理システムのモデル

以上ののべた教式処理システムを実現するために、教式処

理システムの理論モデルを構築する事が、今後の課題である。
 ここではモデル構築の準備として、教式処理システムにおける、
 教式・データ・プログラムあるいはコマンド等の概念を明確に
 しておく。

CODASYL の End User Facilities Committee (EUFC) が、
 1979年に office automation に関して、Forms-Oriented EUF
 モデルを提唱している。これは、office work における様々
 な書類、書類のおかれていた場所及び書類操作などを分析し
 て、office automation のモデルを構築したもので、

Object, Location, Operation

の3つの重要な概念に基づいている。すなわち、

Object: form, file, stack, binder, group,
 item, memorandum, work-sheet 等

Location: data base, desk-top, user storage,
 I/O baskets, wast baskets, calculation register 等

Operation: terminal operation, object operation,
 statistical operation, object movement,
 inventory of location/object
 subsetting of stack, split operation,
 print operation, calculator operation 等

である。いづれも通常の office work で使用されるものを

office automation system にもしこんでいる。

これを参考にして、数式処理システムで使用されるものを整理してみると、次の様になる。

Object : (数式処理システムで扱うデータ)

- 定数・変数・関数
- (連立)方程式, 不等式
- プログラム
- 数値データ
- 数式公式
- Command sequence

Location : (Objectのおかれる場所)

- terminal input terminal
 output terminal
- work-space
- Data Base 数式公式データベース
 プログラムデータベース
 数値データベース

Operation: (数式操作・システム制御)

- Input/Output operation 数式の定義
display, print 等
- Store operation データベースへの格納
(数値データ
command sequence)
- retrieval operation データベースの検索
- Calculation 数式操作

5. 問題点

数式操作過程を、システムが把握するためには、currency の概念をもつていなければならぬ。EUFモデルでも、currency についてふれてはいるが、概念としては、明確でない。又時間の概念を含んだ理論モデルの研究は、ほとんどない。この点が今後の課題である。

参考文献

- [1] A Status Report on the Activities of the CODASYL End User Facilities Committee. ACM SIGMOD. Vol.10, No.2&3. 1979.
- [2] 数式処理と数学研究への応用. 数理解析研究所講究録 No.406