

2M-7

プログラム可視化システムにおける
ユーザ・インタラクション

相川 聖一, 神子 真弓, 小野 越夫, 毛利 友治
富士通株式会社

1. はじめに

プログラム可視化システムでは、プログラムの動作を設計図上でアニメーションすることにより、プログラムの理解を助けることを目的としている。本システムを試作する際に、アニメーションとして表示されるプログラム動作を理解する上で必要となるユーザ・インタラクションについて検討を行ったのでここに報告する。

2. プログラム動作の表示

本システムにおけるプログラムの動作表示を図1のプロセッサの内部構成図 [1] に基づいて述べる。プロセッサはスケジューラとソルバーより構成される。ここで、モジュールを表す楕円やデータの流れを表す矢印のような設計図を構成する図形単位を絵素と呼ぶ [2]。今、スケジューラからソルバーに向かってデータが流れることを表す矢印について考える。スケジューラでは、ソルバーで実行するゴールの実行順序を決定する。ソルバーはスケジューリング結果より、常に最優先のゴールを取り出し、そのゴールの実行を行う。本システムでは、データの流れを表す矢印のような絵素に対して、データを格納したり、取り出したりする様子を表示するための操作を定義している。矢印に対応する絵素に対する操作と操作に伴う形状変化例を図2の(a), (b)に示す。

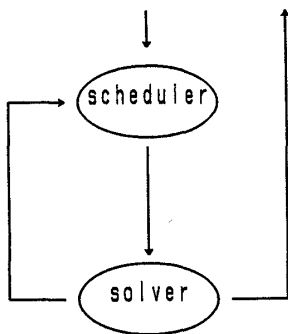
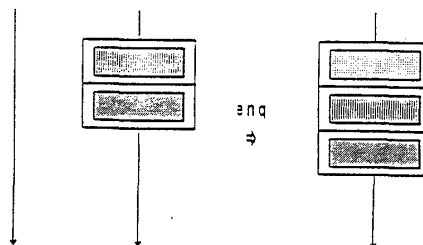


図1 プロセッサの内部構成図

これによって、例えば、スケジューラからソルバーへデータが流れる場合は、矢印に対応する絵素に対してデータを格納する操作とデータを取り出す操作を実行することによって、データの流れを表示することができる。従って、プログラム実行時にプログラムの動作を設計図を構成する絵素に対する操作に対応付ける(写像する)ことによって [3], 設計図上でデータの流れる様子を表示することができる。



(a) 初期形状 (b) 操作enqによる形状の変化

図2 絵素の図形形状例

3. プログラム動作表示のための

ユーザ・インタラクション

プログラム動作を設計図上でアニメーションする際に、ユーザ・インタラクションの対象として、表示に関する制御と絵素に対する操作がある。

3.1 基本方針

本システムでは、プログラム動作を複数の設計図上で表示することができる。しかし、本システムが保持している全ての設計図を表示すると画面上が煩雑になってしまう。また、2.で述べた矢印のように内部にデータを格納するような絵素では、大量のデータが格納されると限られたスペースに全てのデータを表示することができない。そこで、このような表示の煩雑さを軽減するために、プログラム動作の表示では、注目したいところのみを表示し、それ以外の部分は簡略化して表示するにした。よって、設計図を構成する各絵素に対して、簡略化して表示す

るモードと詳細を表示するモードを設けた。このモードを切り換えることによって、プログラム動作に応じて注目したい部分のみを表示することができるようにした。モード切り換えは、設計図上の図形をマウスで選択することによって行う。設計図上の図形が選択されると、その図形に対応付けられている絵素の表示のモードが切り換えられる。

3.2 表示制御機能

本システムにおけるプログラム動作の表示は、絵素に対する操作の系列として捉えることができる。そこで、各絵素に定義されている操作を表示の単位と考えて表示制御を行うことにした。表示制御として、表示の中断/再開、表示速度の設定・変更、および各絵素に定義されている操作を表示の単位とするステップ単位の表示がある。これらの機能は、特に注目したいプログラム動作の表示を見易くするために有効である。

3.3 絵素に対する操作

絵素から設計図を構成し、この設計図自体も絵素として取り扱うことによって、さらに上位概念の設計図中の一絵素として扱うことができる。このような絵素を部分設計図と呼ぶ[4]。図3に階層的に構成される設計図の例を示す。以下において絵素に対するユーザ・インタラクションの基本機能について述べる。

① 部分設計図のズームング

本システムでは、設計図や部分設計図の表示は、基本的には階層構造内における最上位の設計図をま

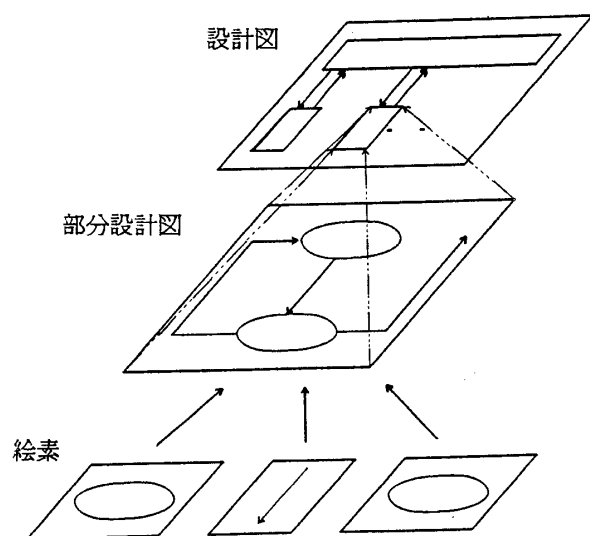


図3 階層的な設計図の構成例

ず表示し、他の部分の表示は簡略することになっている。そこで、階層構造の中から簡略された部分を取り出すために部分設計図のズームングが必要になる。部分設計図のズームングを行うと、部分設計図の図形情報を他のウィンドウに切り出して表示する。

② 部分設計図の合成

階層構造内の部分設計図は、親の設計図上に自身の形状を合成して表示することができる。部分設計図が比較的簡単な図形より構成されている場合は、部分設計図を合成することによってプログラム動作の全体像をつかむことができる。

③ 簡略表示のズームング

内部にデータを格納するような絵素に対して、注目したい部分以外を簡略して表示する簡略表示機能を持たせている。例えば、2.で述べた矢印はキューの働きをしているため、先頭と末尾以外のデータを簡略化して表示する。そこで、簡略化されている部分の詳細を表示する簡略表示のズームング機能が必要になる。

4. おわりに

以上のような機能を実現するインタラクション・ハンドラを試作する際に、ユーザからのインタラクションを検出してから、実際に処理を行うタイミングについて注意を要した。プログラム動作の表示は各絵素の持つ操作を実行させることによって実現されている。よって、操作に応じて画面上の絵素の形状を変更している最中に割り込みによって表示が中断されないようにする必要があった。

5. 謝辞

本研究は第5世代コンピュータプロジェクトの一環として行われた。御支援いただきました方々に、深く感謝致します。

[参考文献]

- [1] 富士通, 「計算モデルに基づく核言語の性能検証 調査・検討資料」 昭和60年度電子計算機基礎技術開発再委託報告書
- [2] 市川他: 「プログラム可視化システムの概要」, 本論文集
- [3] 石崎他: 「プログラム可視化システムにおける動作解析手法」, 本論文集
- [4] 神子他: 「プログラム可視化システムにおける動作表示手法」, 本論文集