

マルチPSI要素プロセッサPSI-IIの マイクロ・プログラム・シミュレータ Z E U S

守山 貢 吉田 裕之
(沖電気工業(株))

中島 克人
(新世代コンピュータ技術開発機構)

(1)はじめに

PSI-IIは第5世代コンピュータシステム研究開発の一環として開発されているマルチPSI要素プロセッサである。

PSI-IIマイクロ・プログラム・シミュレータZ E U S (以下Z E U Sと略す)は、PSI-IIのファームウェア開発をサポートするツールの1つとして、ファームウェアをハードウェアに実装することなく、マイクロ命令の実行による動作を論理的にソフトウェアで実現することにより、早期にファームウェア開発及び検証に役立つよう開発したものである。

本稿では、Z E U Sの強力なデバッグ支援能力及び優れた操作性に特に重点を置いて報告する。

(2)設計方針

- Z E U Sは以下の様な設計方針のもとに開発された。
- ①マイクロ・プログラム仕様が完全に決定される以前に開発を開始するために、可能な限り再コンパイルすることなくマイクロ・プログラム仕様の変更等に柔軟に対応可能とする。
 - ②ファームウェアの都合で設定され、変更されるレジスタやタグのニューモニックは別ファイルのテーブルとして管理するものとする。
 - ③ユーザの好みに応じて自由にコマンド名等を変更可能とする。
 - ④資源から資源へ自由にデータ転送を可能とする。
 - ⑤各種16進数演算がコマンドレベルで可能とし、その演算結果をZ E U S内部レジスタに格納する。
 - ⑥A L Uシミュレート部及び逆アセンブル部は単体のA L Uシミュレータ、逆アセンブラとしても使用可能とする。
 - ⑦TOPS-20 (DEC2060のOS)上で実行することを主とし、TOPS-20とのインタフェースをとり、TOPS-20の機能を利用しユーザの使いやすいものとする。

(3)プログラム構造

Z E U Sは、ユーザ・インタフェース部、シミュレーション制御部、資源管理部、A L Uシミュレーション部、逆アセンブル部、作業支援部の計6つの機能モジュール

より構成されている。このため、プログラムのデバッグの容易性、保守性に優れている。図1に機能モジュール構成図を示す。

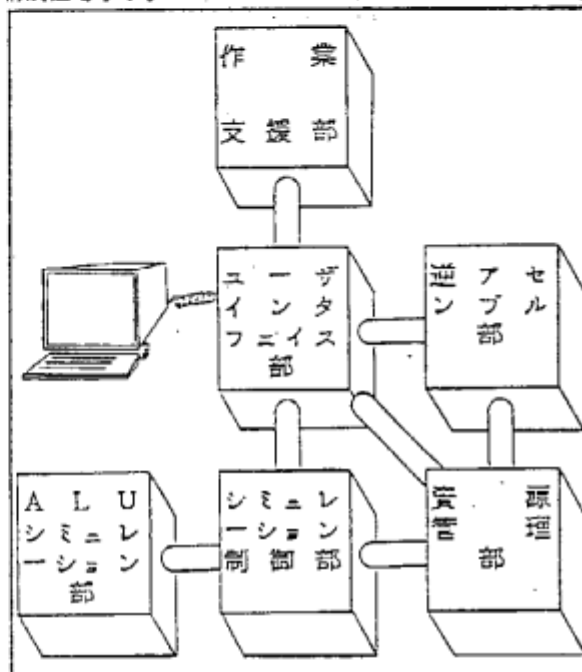


図1 機能モジュール構成図

(4)機能

シミュレーション機能として、Z E U Sは、メイン・メモリ0.5Mワード、マルチバス・メモリ0.5Kバイト、各種レジスタ、レジスタ・ファイル等を保持し、128通りのオペレーションをもつA L Uをシミュレートすることにより、入出力装置制御用マイクロ命令を除くすべてのマイクロ命令のシミュレーションを実現する。従って、ユーザはマイクロ・プログラムのデバッグをZ E U S上でほぼ完全に終了することができる。また、4Kワードのキャッシュメモリもシミュレートしており、ヒット率の計測も行うことができる。

デバッグ支援機能として、①任意の資源の自動表示機能、②マイクロ・アドレスのトレース機能、③条件成立による実行の停止機能、④実行したマイクロ命令のフィールド毎の表示機能、⑤実行したマイクロ命令の逆アセンブル表示機能、⑥A L Uの内部状態の表示機能がある。

"ZEUS" microprogram simulator for Multi-PSI Element Processor (PSI-Mitsugu MORIYAMA,¹ Hiroyuki YOSHIDA,¹ Katsuto NAKAJIMA³

1. 2. Oki Electric Industry Co., Ltd 3. ICOT

```

1  lr      = pwi      (20) 45000000    2  lsr      = int      (00) 20000420
2  lr      = ref      (06) 00000020    4  lr      = ref      (08) 00000070
5  00000020 = lund?    (05) C0000010    6  lsr      = ref      (06) 00000010
7  ldr      = wvin      (34) 00000000    8  lsr      =          0020

[]
[] nrc 25
                                0020
*
                                0025

[] rrrrr on
[]
0025[5] mdr,mar := ref(06)!(lr(lf22) + 0,wait_mdr.
[]
0026[5] mdr := ref(06)!(rf2f + 0,write_stack(mar++,mdr).
[]
0027[5] mdr := ref(06)!(gr + 0,write_stack(mar++,mdr).
[]
0028[5] mdr := ref(05)!(Cor(rf26) + 8'10',write_stack(mar++,mdr).
[]
0029[0] mdr := her(lf26) + 0,write_stack(mar++,mdr).
[]
[]
                                Dec: Krc: E-count: C-Bit: 100: 100000
Gr Mode : 0100 TRACE 00000000 00000000 0020 0020 00 04.58 10000

```

图 2 画面表示例(1)

①自動表示機能

コマンドにより予め指定された資源の内容を実行停止毎に画面上部に表示する。この表示領域は、コマンド画面のスクロールに影響されないため、ステップ実行などでは特に便利である。(図2参照) また、一つ前に表示した内容を再表示する機能も持つ。

② マイクロ・アドレスのトレース機能

モード指定により、実行したマイクロ命令のアドレスをトレース・スタックに格納する。(図3参照)このトレース・スタックへの格納はマイクロ命令自体が持っているトレースON/OFFの指定にも従う。

③条件成立による実行停止機能

コマンドにより予め設定された条件リストのうち一つでも成立すると実行を停止する。この条件リストはタグ値とデータ値の比較条件が独自に設定可能である。

④実行したマイクロ命令のフィールド毎の表示機能

モード指定により、ステップ実行、連続実行中にかかわらず、実行したマイクロ命令のフィールド毎の値を表示する。この機能はZ E U S 開発時には、Z E U S 自身のデバッグのために、その後は、アセンブラ、逆アセンブラのデバッグのためにも用いられた。

⑤実行したマイクロ命令の逆アセンブル表示機能

モード指定により、ステップ実行、連続実行中にかかわらず、実行したマイクロ命令の逆アセンブル結果を表示する。(図2参照)

逆アセンブル機能はこの他に、コマンドによる逆アセンブル機能の呼び出し、トレース・スタック表示中の逆アセンブル機能の利用が可能である。(図3参照)

⑥ ALUの内部状態の表示機能

コマンドの指定により、ステップ実行、連続実行中にかかわらず、実行したA L UオペレーションによるA L U内部資源の状態変化を表示する。この機能は、ある一連の処理(例えば、二語長除算)をいくつかのオペレーション

```

002C[5] mov     r1, [0010] ; r1[00] = 0, write r1[0] to r0
: $ 0020: 0020: 0034: 009F: 0400: 0800: 0522: 1015: 107E: 06A3
: 0021: 0029: 0035: 009F: 0400: 0800: 0523: 100C: 107F: 06A4
: 0022: 002C: 0036: 00A0: 0400: 0811: 0624: 100E: 06B2: 06A8
: 0023: 0029: 0037: 0400: 0414: 0812: 1000: 1027: 06B3: 06A5
: 0024: 002E: 0038: 0400: 040E: 0813: 1003: 1028: 06B4: 06A7
: 0025: 002F: 0039: 040C: 06AE: 0814: 1004: 1029: 06B5: 06B8
: 0026: 0030: 003A: 0420: 06AF: 0615: 100F: 102A: 06B6: 06AE
: 0027: 0031: 003B: 0411: 06B0: 0647: 1010: 102B: 06B7: 06AF
: 0028: 0032: 003C: 05FA: 06B1: 0648: 1013: 102C: 06B8: 06B0
: 0029: 0033: 003E: 0400: 080C: 0649: 1014: 102D: 06A2: 06B1
***** Trace Stack *****
[ ] trace
[ ] [ ] spECIR - trace
* The following commands are available without CR.
  4 narrow keys : for cursor positioning.
  < : reverse assemble.
  > : move 1 line left.
  > : move 1 line right.
  a : abort.

% warning : In this mode, 'Y' and 'L' are ignored.

                                Date: 2005-1-10 Count: 6-Min: 120 Memory:
In Mode : STEP 00000 BREAK LIMIT DEBUG RASBY 0090 06B1          30 92.33          30

```

图 3 画面表示例(Ⅱ)

13

[[b] one of the following:

EUS

or one of the following:

Bar	Edr	Bleap
-----	-----	-------

or one of the following:

or one of the following:

BLAK

or Memory Address or

116

Do

[illegible]

图 4 画面表示例图

を組み合わせることで実現する際のデバッグに用いられる。

[5]操作性

ZEUSのコマンド・インタプリタはTOPS-20とのインタフェイスを持つことにより、コマンドのレコグニッション及びコンプリーションを行う。また、図4に示す様に「?」を打つだけでそのレベルで入力可能なコマンド名等を表示し、またエスケープ・キーを打つことにより次に何を入力すべきか（例えば、ファイル名等）をガイダンスする。

さらに、Z E U S は起動時に実行するコマンドファイルをもち、ユーザ各自のマイクロ・プログラム・デバッグ環境を自動的に設定する等、Z E U S は非常に操作性及びユーザ・インタフェースの優れたものとなっている。

(6)おわりに

プログラムのデバッグを行うためのツールは、そのデバッグ支援能力及び操作性が、開発期間の短縮に大きな影響を及ぼすと思われるが、今回 Z E U S は十分にマイクロ・プログラムの開発期間の短縮に貢献し、デバッグ支援能力及び操作性の重要性を裏付した。

最後に、Z E U Sの開発にあたり適切な御指導をいただいたI C O Tの方々及びメーカーの方々に深く感謝する。

参考文献

- (1) 守山、三井、横田：逐次型推論マシンのファームウェア—マイクロ・プログラム・シミュレータ—情報処理学会第28回全国大会 1B-6 (1984-9)。