

## マイクロプロセッサ・シミュレータの GUI

7P-7

茂木章善 武田謙治 井上淳  
(株)東芝 総合研究所

## 1 はじめに

現在、スーパースカラ型のマイクロプロセッサの研究・開発が盛んに行われている。このような研究・開発においてプロセッサをシミュレータ上に構築しその性能評価を行う手法が用いられるが、今回、シミュレータ上のプロセッサの内部の様子をグラフィック表示し、またシミュレータに対する操作をマウスを用いて行うことのできるグラフィカル・ユーザ・インタフェース(以下GUIと略す)を作成した。これにより現在、どの演算器が使われているのか、今までのユニットの使用率はどれくらいか、などが分かりやすく表示されるようになった。本稿では、シミュレータ上でのGUIの実現方法および、今後の課題等について述べる。

## 2 シミュレータの特徴

今回GUIを作成したシミュレータについて、簡単にその特徴を述べる[1]。プロセッサのパイプラインの動作をシミュレートするシミュレータであり、パイプラインを忠実に再現しているため、ベンチマークプログラムを実機と同一のクロック数でシミュレートすることができる。実行対象とするファイルはa.out形式のオブジェクトファイルである。また、速度に関して言えば、クロック25MHzのワークステーション上で最大45KIPSを達成している。

また、このシミュレータにおいてはスーパースカラプロセッサ一般の性能評価を行うためにプロセッサのアーキテクチャを変化させることが可能になっている。そのパラメータには以下のようなものがある。

- 同時発行命令数
- 演算器数(ALU, 浮動小数点加算器, 浮動小数点乗算器)
- (キャッシュの)メモリポート数
- 命令のレーテンシ

これらのパラメータを変更することにより、スーパースカラプロセッサのアーキテクチャ構成を変更することが

できる。異なるアーキテクチャ上でベンチマークプログラムを走らせることによりこれらのパラメータがプロセッサの実行性能に与える影響を調べることができ、スーパースカラプロセッサのアーキテクチャ評価に用いることができる[2]。

## 3 GUIの概要

今回作成したGUIウィンドウは、大きく分けて以下の3つの部分に分けられる。

1. マウスによるコマンド入力部  
シミュレータに対するコマンドをマウスを用いて入力できるようにしている。シミュレーション実行用の基本的なコマンド(ファイルロード、実行、ステップ実行、終了など)がここに用意されている。画面左上部にあるメニューバーがこれに当たる。
2. プロセッサの状態を表示するハードウェア表示部  
プロセッサ内部の各ユニットを一つのボード上に表示する。その時、各ユニットの使用状況を使用中の時と未使用の時とでその表示色を変えることにより表示する。また、キャッシュについてもキャッシュミス時とヒット時とでその表示色を変えることによりその状況を表示する。画面左側がこれに当たる。
3. 統計情報表示部  
シミュレーション実行の際に集められた統計情報をグラフにして表示する。画面右側がこれに当たる。

今回作成したGUIは、シミュレータが動いているワークステーション上で動作しているウィンドウシステムである、XウィンドウシステムのOSF/Motifを用いて作成した。図1に示す。この例は、ALU2個、浮動小数点加算器1個、浮動小数点乗算器1個、分岐ユニット1個、命令キャッシュ、データキャッシュ(メモリポート2個)の例である(同時命令発行数は4)。

## 3.1 対象プロセッサの構成

本シミュレータでは、プロセッサのアーキテクチャ構成を変化させることが可能になっている。この構成を表すパラメータ値を変化させることのできる機構をGUI上に構築した。

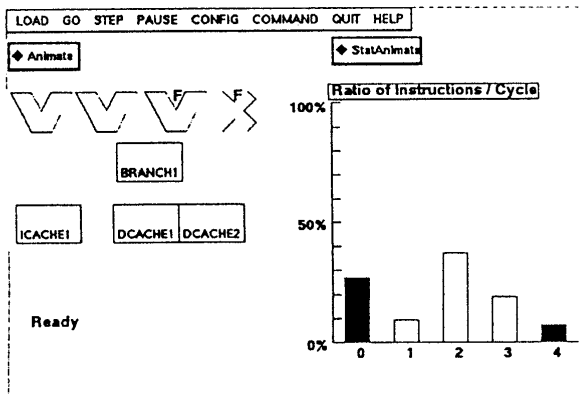


図 1: シミュレータの GUI

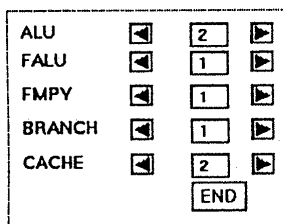


図 2: 構成パラメータ入力用ウィンドウ

具体的には、コマンド入力部の CONFIG ボタンで構成を変化させることができる。CONFIG ボタンを押すと、図 2 のようなウィンドウが開く。この例はユニットの個数を変化させるウィンドウの例である。このウィンドウには各ユニットの個数が表示されている。図 2 の例では各ユニットの個数はそれぞれ、ALU 2 個、浮動小数点加算器 1 個、浮動小数点乗算器 1 個、分岐ユニット 1 個、(データ) キャッシュのメモリポート 2 個である。変化させたいユニットのところの矢印をクリックすれば、そのユニットの個数を増減させることができる。右矢印を 1 回クリックするとその個数が 1 個増える。逆に左矢印を 1 回クリックするとその個数が 1 個減る。このように必要な個数に設定したあと、END ボタンを押せば、再びシミュレータのコマンド入力待ち状態になる。この時、ハードウェア表示部における表示も、設定された各ユニットの個数に応じて変化するようになっている。また、命令発行数については ALU と浮動小数点ユニットの個数の和の数にセットされるようになっている。

### 3.2 ハードウェア表示部

ハードウェア表示部ではプロセッサ内部のユニットを表示色を変化させることで現在の状況を表示する。例えば、ALU などは使用時には赤で表示され、未使用時には灰色で表示される。またキャッシュはキャッシュミス時に赤で表示され、ヒット時には灰色になる。

### 3.3 統計情報表示部

統計情報表示部にはプロセッサの情報のうち、統計的な情報が表示される。図 1 の例では、同時命令発行数の割合を棒グラフで表したものが表示されている。最大 4 命令発行なので 1 サイクルに 0 から 4 命令まで発行される。その状況を見るためにこのような棒グラフを表示させるようにしている。

### 3.4 シミュレータの速度

先にも述べたようにもとのシミュレータは 45KIPS の速度を持っていた。今回そのシミュレータに対し GUI を作成し、その中で実行時に動画を行う部分 (ハードウェア表示部や、統計情報表示部) が存在するために、シミュレーション速度が遅くなってしまった。そこで、これらの部分の動画を行うかどうかを選択するトグルスイッチを設けた。

実際の使用感としては、動画を行う場合と行わない場合では約 10 倍ほどの速度の開きが感じられる。そこで、高速なシミュレーションを行いたい場合には動画は行わないことで元のシミュレータの高速性を維持し、ステップ実行などで各サイクルの実行を詳細に見たい場合には動画を行うことでプロセッサ内部の情報を得ることができる。

## 4 おわりに

本稿では、スーパースカラプロセッサ用シミュレータ上での GUI の作成とその機能について述べた。

### 参考文献

- [1] 武田謙治、井上淳、白川健治: 「スーパースカラプロセッサの高速シミュレータによる評価」, 情報処理学会第 44 回全国大会 2D-1, Mar. 1992.
- [2] 斎藤光男、井上淳、武田謙治: 「スーパースカラプロセッサの構成と、その性能評価」, 情報処理学会計算機アーキテクチャ研究会研究報告 No.94-1, Jun. 1992.