

# ワークステーション用性能評価シミュレータの試作

1 P-5

松田知英子 清水敏夫 江村里志 岡部公治  
松下電器産業株式会社

## 1 はじめに

ワークステーションがエンジニア分野だけでなくビジネス分野でも使われているが、ユーザは、良い操作性、豊富なアプリケーションのみならず、高いコストパフォーマンスを強く望んでいる。よって設計段階で、最適なハード、ソフト構成を決めるためには、システムを開発するに当たって性能を予測することが重要である。

設計時に計算機の性能を評価しようとする、メモリ参照の頻度、キャッシュのヒット率などのパラメータ値をあらかじめ与えて、シミュレーションにより性能予測を行なう方法が考えられる。しかしこれらのパラメータ値は、メモリ、キャッシュなどのハード構成やワークロードによって異なる。よって新規システムを設計する場合、これらのパラメータ値を予想して、性能評価をするのは困難である。

本稿では、仮想計算機を構築して、その上でのプログラム実行をシミュレートすることにより、メモリ参照の頻度、キャッシュのヒット率などのパラメータ値を求めて、待ち行列モデルを使ったシミュレーションによりハード構成や、ワークロードの違いによる性能の差を評価する性能評価シミュレータについて述べる。

## 2 性能評価システム

### 2.1 評価対象モデル

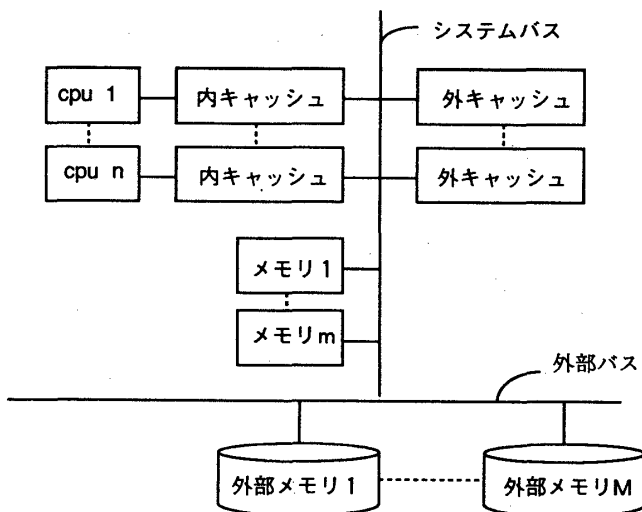


図1. マルチプロセッサシステムの構成

本システムが扱う仮想計算機は、図1に示すようなバス結合共有メモリ型のマルチプロセッサシステムで、CPUはインテルの80386/486である。ただし他のプロセッサへの対応は、後述のプログラムシミュレータ部の命令セットの置換などの変更で可能である。

### 2.2 システム構成

本システムは、図2に示すようにプログラムシミュレータ部、評価部、モニタ部の3つからなる。

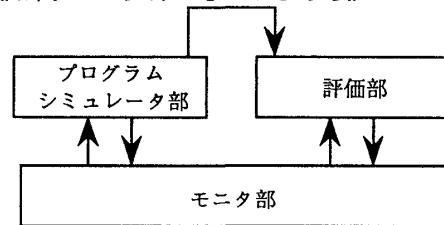


図2. システム構成

#### 1. プログラムシミュレータ部

仮想計算機上でのプログラムの実行をシミュレートするための、メモリアクセス処理部、インストラクション解析処理部からなる。

- メモリアクセス処理部  
read/writeするための仮想アドレスから物理アドレスへの変換、キャッシュの管理、主記憶管理などを行なう。
- インストラクション解析処理部  
インストラクションのフェッチ、シミュレーションを行なう。また命令実行とメモリアクセスに関するデータの収集を行なう。

#### 2. 評価部

命令、メモリアクセス、性能に関する評価部と実行メモリアクセス履歴処理部からなる。

- 命令評価部  
プログラムシミュレータ部が収集したデータをもとに、命令の出現頻度などを求める。
- メモリアクセス評価部  
プログラムシミュレータ部が収集したデータをもとに、キャッシュのヒット率などを求める。
- 実行メモリアクセス履歴処理部  
プログラムシミュレータ部が作成した命令とメモリアクセスの実行履歴を、性能評価部で扱えるように処理する。

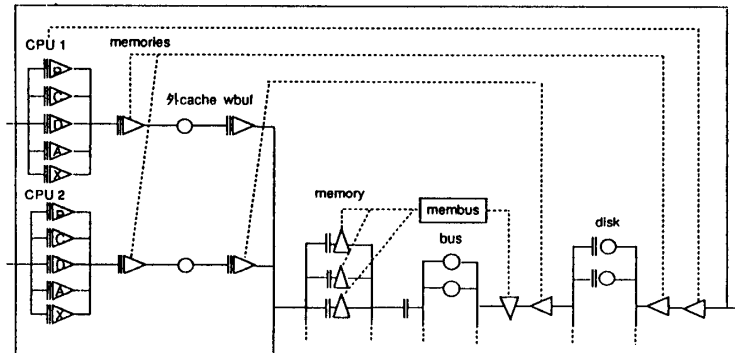


図3. 待ち行列モデル

- 性能評価部

図3で示すような、待ち行列モデルを使ったシミュレーションによりMIPS値などを求める。[1]

### 3. モニタ部

ユーザが入力したコマンドを解析して、仮想計算機のハードウェア構成の設定、シミュレーションの初期設定と実行制御、性能評価部の実行制御を行なう。

## 2.3 機能

### 1. 仮想計算機を構築

ハードウェアの以下の構成要素の特性について設定して、仮想計算機を構築する。[2]

- CPU  
80386/486, クロック数
- キャッシュ  
内蔵/外付, アクセスサイクル, 大きさ, 連想方式, ライン数, 主記憶への書戻し方式
- メモリ  
大きさ, 個数, アクセスサイクル
- ライトバッファ  
段数, アクセスサイクル
- TLB  
大きさ, 連想方式, 置換方式
- ディスク  
個数, シーク時間, 回転待ち時間, データ転送時間

### 2. 仮想計算機上でのプログラム実行

- 実行プログラムのローディング
- 実行、ステップ実行、ブレークポイント設定、命令のトレース
- メモリ、レジスタのダンプ

### 3. 評価

- 命令に関する評価

仮想計算機上でプログラム実行をシミュレートしたときの、命令の出現頻度, ブランチのディスプレースメントの分布, アドレスのディスプレースメントの分布, アドレッシングモードの使用頻度, ランレングスの分布などを求める。

- メモリアクセスに関する評価

仮想計算機上でプログラム実行をシミュレートしたときの、キャッシュヒット率, TLBヒット率, アクセス要求状態, バス使用状態などを求める。

- トレース駆動型シミュレーションによる性能評価

プログラムシミュレータ部が作成した、命令とメモリアクセスの実行履歴をもとに、構成要素(バス, メモリ, キャッシュなど)の利用率, ルーチン実行時間, 実効MIPS値などを求める。

- 合成駆動型シミュレーションによる性能評価  
経験値や、プログラムシミュレータで得られた、メモリ参照やCPUのサービス時間のサンプルデータの確率分布関数をつくり、それを入力として、構成要素(バス, メモリ, キャッシュなど)の利用率, ルーチン実行時間, 実効MIPS値などを求める。

## 3 課題

現在開発中の性能評価シミュレータは、プログラムシミュレータ部でシングルプロセッサのみをサポートしている。今後、実機の実測値との比較による、本システムの評価を行なった後、OSをシミュレータ上で動かして、OSのオーバヘッドを含めたマルチタスク状態での、性能評価を行なっていきたい。またマルチプロセッサシステムへ拡張していく予定である。

## 参考文献

- [1] M.H.MacDougall. *Simulating Computer Systems* : The MIT Press, 1987.
- [2] *80386 Programmer's Reference Manual*: intel, 1986.