

オープンシステム向け性能評価ツール

- TinyTOPAZ and QM-Open -

5D-3

堀川 隆 田中 淳裕 小林 和朝 紀一誠

NEC C&C 研究所

1 はじめに

各種のインタフェースを標準化したオープンシステムでは、情報システムを構築する際、様々なベンダから供給されるコンポーネントの組み合わせが自由である点が大きな特徴である。このため、インタフェース仕様は明確だが、内部の動作や性能は不明なブラック・ボックス・コンポーネントが、システムに混在することになる。このようなシステムの性能特性を明確にするには実測が不可欠であるが、性能には様々な要因が関係するため、総てのケースについて、測定を実施するわけにはいかない。

そこで、我々は、オープンシステムの性能を効率的に評価する手法として、性能測定技術と性能予測技術を組み合わせた「シングル・プロファイル法」を提案 [1] するとともに、この手法を効率的に実施するための性能評価ツールを開発してきた。

本稿では、我々の開発した性能評価ツール、すなわち、性能測定ツール (TinyTOPAZ) と、性能予測ツール (QM-Open) について述べる。

2 シングル・プロファイル法の概要

シングル・プロファイルとは、無競合状態のサーバが、1 トランザクションを処理するのに必要なシステム資源の使用時間である。このプロファイルが得られると、待ち行列網モデルにより、サーバが複数のトランザクションを並行して処理する際に生じるトランザクション間での資源競合の状況や、その結果として生じる資源待ち時間を計算できる。すなわち、このデータは性能予測の基礎データであり、この正確さが予測結果の精度を左右する。従って、待ち行列モデルによる性能予測では、正確なシングル・プロファイルを得ることが、キー・ポイントの1つである。

従来より、QM-X [2] 等、汎用計算機の性能予測を行なうツールでは、このようなデータを、元々備わっている課金情報やシステム稼働状況のレポート、更には、プログラムのリストからのプロセッサ命令数の推定から得ていた。

これに対し、オープンシステムではプログラム詳細情報の利用は期待できず、また、UNIX の課金機能も充分でないため、汎用計算機と同様の方法では、必要なシングル・プロファイルは得られない。そこで、オープンシステムを対象とするシングル・プロファイル法では、TinyTOPAZ を用いた実働システムの測定により、正確なシングル・プロファイルを得る。この点が本手法の大きな特徴である。

3 性能測定ツール TinyTOPAZ

TinyTOPAZ は、UNIX ワークステーションの詳細な動作状況を低オーバーヘッドで調べることのできるハイブリッド・モニタである。

3.1 ハイブリッド・モニタの必要性

UNIX に備わっている sar [3] 等のシステム動作監視ツールでは、下記の理由により、正確なシングル・プロファイルが得られないと考えた。

測定メカニズム これらのツールは、サンプリングによりシステム状態を調べている。従って、測定対象システムで動作しているプロセスについて、各々、システム資源の使い始め、および、使い終わり (ソフトウェア・イベントと呼ぶ) を正確に把握できない。

時刻の精度 システム状態をサンプルする周期は、通常、10mS のオーダーである。従って、これより細かい分解能でシステム動作を調べることができない。なお、この周期を短くすると、測定オーバーヘッドが増加するため、実働状況を正確に調べることができなくなる。

従って、各プロセスが使用したシステム資源使用時間を正確に調べるためには、イベント・ドリブン方式の測定ツールが必要と考えた。更に、測定に必要な操作を、総て測定対象システムで行なうと、測定オーバーヘッドが大きくなることが問題となる。そこで、このオーバーヘッドを少なくするため、ハードウェア・ツールを併用するハイブリッド・モニタ方式を採用した。

3.2 ソフトウェア・プローブ

ソフトウェア・プローブは、計算機動作を調べるのに必要な情報の検出を目的として、測定対象計算機のソフトウェアに埋め込む命令列である。TinyTOPAZ のソフトウェア・プローブを埋め込んだ場所は、UNIX がプロセスに対し、CPU やディスクといったシステム資源を割り当てる処理、および、

プロセスに割り当てた資源を取り上げる処理を行なう UNIX カーネル [4] 内の関数である。このソフトウェア・プローブにより、ソフトウェア・イベント (3.1) を検出する。

ソフトウェア・イベントが発生すると、埋め込まれたソフトウェア・プローブは、後の解析に必要な情報を収集し、これらをハードウェア・インタフェースに書き込む。なお、ハイブリッド・モニタ方式によると、測定対象システムによって測定データの記録を行なう必要がないため、ソフトウェアのみによるツールより、測定オーバーヘッドは少ない。

3.3 ハードウェア・トレーサ

ソフトウェア・プローブによってハードウェア・インタフェースへ書き込まれたデータは、ハードウェア・トレーサにより、時系列データとして記録する。

TinyTOPAZでは、測定データの発生頻度が、直接、ハードディスクに書き込める程度であることに着目し、図1に示すような、ダブル・バッファを搭載するトレーサ・ボードとデスク・トップのワークステーション (EWS4800) を組み合わせた構成の測定ツールを開発した。なお、このハードウェア・トレーサでは、時間分解能が50nSのハードウェア・タイマにより、ソフトウェア・イベントの発生時刻も記録する。これにより、OSの機能としてソフトウェア的に実現されているタイマの分解能 (~10mS) よりも5桁以上、細かい分解能でイベントの発生時刻を調べることが可能である。

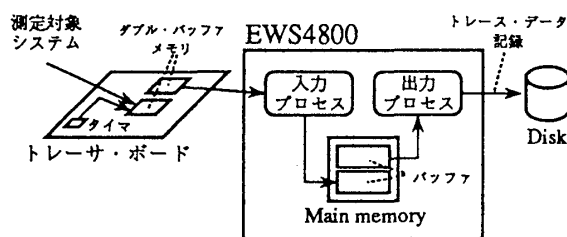


図1: ハードウェア・トレーサの構成

このハードウェア・トレーサを開発したことにより、測定ツールの小型化、低コスト化が達成でき、幅広い局面での利用が可能になった。

4 性能予測ツール QM-Open

QM-Openは、異なる複数種類の特性を持つトランザクションが扱えるBCMP型待ち行列網 [5] に基づいた性能予測ツールであり、サーバに対して複数のクライアントからトランザクションが非同期に投入された際に、各システム資源において生じる待ち時間を数学的に計算することができる。

性能予測のための計算時間は、数秒で完了する程度であり、計算結果から、下記の性能指標を算出することができる。

- レスポンス時間
- スループット
- 各資源の使用率
- 各資源の待ち行列の長さ
- 各資源の待ち時間

なお、図2に示す様に、QM-Openの操作、すなわち、シングル・プロファイルの入力、解析エンジンによる計算の起動、結果の表示は、総てGUIを通して行なう。これにより、性能予測作業を簡便に行なうことができる。

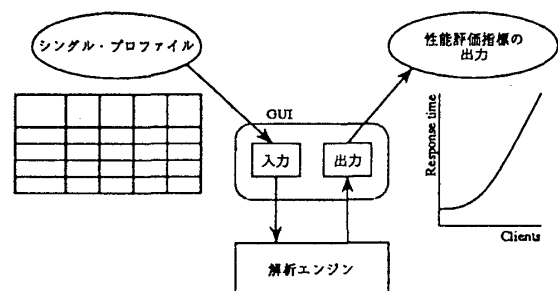


図2: QM-Openの構成

5 おわりに

シングル・プロファイル法によるオープンシステム性能評価を実施するためのツールを開発した。これらのツールは、1台のワークステーションに搭載できるため、評価対象システムが実際に使用されている場所に持ち込んでの性能評価作業が可能である。

参考文献

- [1] 堀川隆, 紀一誠, DBMS動作特性の測定・解析手法, 情報研報, 94-ARC-104-4/94-OS-62-4, 1994.
- [2] 紀一誠, 納富研造, 待ち行列網モデルによる計算機システムの性能評価用ソフトウェアパッケージQM-X, 情報処理学会論文誌, Vol.25, No.4, pp.570-578, 1984.
- [3] M.Loukides, System Performance Tuning, O'Reilly & Associates, Inc., 1990. 邦訳: 砂原秀樹監訳, UNIXシステムチューニング, アスキー出版局, 1991.
- [4] M.J.Bach, The Design of The UNIX operating system, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1986.
- [5] F.Baskett, K.M.Chandy, R.R.Muntz, and J.Palacios, "Open, Closed, and Mixed Networks with Different Class of Customers," J.ACM. Vol.22, No.2, pp.248-260, 1975.