

ショートノート

運用環境における TSS 計算機システムの性能測定†

田 畑 孝 一†† 藤 井 康 雄††
黒 嶋 博†† 清 水 智 恵 子††

TSS 計算機システムの性能を評価するにあたっては、システム全体の能力とともに、個々の利用者に対して提供されるサービス能力を評価する必要がある。そのために、システム内に一人の利用者を想定しディスクファイル上に構成した1台の模擬端末からあらかじめ定めたコマンド系列を終日繰り返し入力し、多数の利用者が使用している実際の運用環境において、それらコマンドの応答時間を測定した。システム全体の能力の評価のために、上の測定と同時に、接続端末台数、CPU 利用率、ディスク利用率、スワッピング回数、ページング数、全入力コマンド数、平均応答時間などを測定し、それをもとにシステムの評価を行った。

1. はじめに

TSS 計算機システムは同時に利用している不特定多数の端末利用者のそれぞれにそのシステムのあらゆる資源を自由な組合せと使用量で利用することを許しているため、ある時点でシステムにどのような負荷がかかるか予測しがたい。したがって、実際の運用環境においてシステムの性能評価を適切に行うことは難しい問題の一つである。

そこで、一定数の端末のすべてにあらかじめ定めた利用条件を与え、その下でシステムの性能測定を行うというように、特別な性能測定環境を設定した性能測定方法が採用されることも多い。しかしながら、そのような特別な性能測定環境で得た測定データと実際の運用環境における性能データにはギャップがあり、前者で得た性能データに今一つ現実感がないというものが偽らざるところである。

そこで我々は運用環境の下で実際の端末利用者にとってより現実感に即した観点からシステムの性能を測定する必要性を感じ、年間3,400人の学生および研究者によって利用されている京都大学情報処理教育センターの教育用計算機システムにおいて性能測定を行った。

性能測定対象 TSS 計算機システムの構成において、性能測定に関係のある部分は次の通りである。

- CPU HITAC M-180 1台

- 主記憶装置 6 MB, バッファ記憶装置 64 kB
- ディスクチャンネル 2チャンネル
- 磁気ディスク装置 10台 (200 MB/台)
- ラインプリンタ 5台
- キャラクタディスプレイ端末 65台
- グラフィックディスプレイ端末 3台
- 公衆通信回線 20回線 (伝送速度 300⁷bps)

なお、オペレーティングシステムは VOS 3 (多重仮想記憶方式) である。

2. コマンド応答時間の測定

運用環境 (TSS 運用時間帯) のもとでのコマンド応答時間を測定するために、我々は次の方法を採用した。

本センターの計算機システムでは、60 数台の TSS 端末 (実端末) が図 1 に示すように端末アクセスモジュールを経由して、TSS 制御プログラムに結ばれている。これらの外に測定の目的で1台の模擬端末をシ

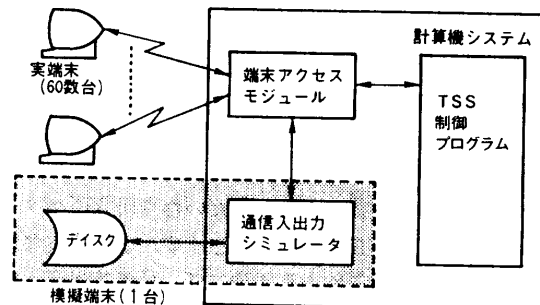


図 1 模擬端末によるコマンド応答時間測定
Fig. 1 Measurement of command response time with simulating terminal.

† Performance Measurement of TSS Computer System in Operation Environment by KOICHI TABATA, YASUO FUJII, HIROSHI KUROSHIMA and CHIEKO SHIMIZU (Educational Center for Information Processing, Kyoto University).

†† 京都大学情報処理教育センター

```

READY
EDIT TIMETEST CGFORT
EDIT
LIST
00010 DIMENSION A(2,2),B(2,2),C(2,2)
00020 DATA A,B/1..2..3..4..2..4..6..8./
00030 K=2
00040 CALL AB(A,B,C,K)
00050 WRITE(6,100) ((C(I,J),I=1,K),J=1,K)
00060 100
00070 FORMAT(1H ,4F10.5)
00080 STOP
00090 END
00100 SUBROUTINE AB(X,Y,Z,KK)
00110 DIMENSION X(KK,KK),Y(KK,KK),Z(KK,KK)
00120 DO 10 I=1,KK
00130 DO 10 J=1,KK
00140 Z(I,J)=0.0
00150 10 Z(I,J)=Z(I,J)+X(I,K)*Y(K,J)
00160 RETURN
00170 END
END OF DATA
SAVE
EDIT
RUN 14.00000 20.00000 30.00000 44.00000
EDIT
END
READY
TIME 15:14:23
READY
TIME 15:14:54
READY
TIME 15:15:24
READY
TIME 15:15:54
READY
TIME 15:16:24
READY

EDIT TIMETEST FORT
EDIT
LIST
00010 DIMENSION A(2,2),B(2,2),C(2,2)
00020 DATA A,B/1..2..3..4..2..4..6..8./
00030 K=2
00040 CALL AB(A,B,C,K)
00050 WRITE(6,100) ((C(I,J),I=1,K),J=1,K)
00060 100
00070 FORMAT(1H ,4F10.5)
00080 STOP
00090 END
00100 SUBROUTINE AB(X,Y,Z,KK)
00110 DIMENSION X(KK,KK),Y(KK,KK),Z(KK,KK)
00120 DO 10 I=1,KK
00130 DO 10 J=1,KK
00140 Z(I,J)=0.0
00150 10 Z(I,J)=Z(I,J)+X(I,K)*Y(K,J)
00160 RETURN
00170 END
END OF DATA
SAVE
EDIT
RUN 14.00000 20.00000 30.00000 44.00000
EDIT
END
XFORTRAN ENTERED
SOURCE ANALYZED
PROGRAM NAME=MAIN
*NO ERROR IN THIS COMPILATION
SOURCE ANALYZED
PROGRAM NAME=AB
*NO ERROR IN THIS COMPILATION 44.00000
EDIT
END
READY
TIME 15:19:23
READY
TIME 15:19:54
READY
TIME 15:20:24
READY
TIME 15:20:53
READY
TIME 15:21:24
READY

```

図 2 模擬端末上のコマンド・レスポンス
Fig. 2 Command and response on simulating terminal.

テムソフトウェア内に想定し、この端末からのコマンドは、通信入出力シミュレータを経て上記の端末アクセスモジュールに供給される。すなわち、端末アクセスモジュールからみれば、利用者によって操作されつつある実端末と通信入出力シミュレータとは全く等価である。

あらかじめ入力コマンドの系列を用意し、これを模擬端末から終日繰り返し入力し、各コマンドごとの応答時間を求める。すなわち、通信入出力シミュレータが端末アクセスモジュールにコマンドを供給した時刻と、端末アクセスモジュールから通信入出力シミュレータがそのレスポンスを受け取った時刻との差として、そのコマンドに対するその時点での応答時間を測定する。模擬端末へのレスポンスは、それぞれに時刻印を付けてディスクに書き出される（この間、端末アクセスモジュールは多くの実端末からのコマンド・レスポンスを同時に処理している）。

模擬端末における応答時間は、実端末の場合のそれと比べて端末装置と端末アクセスモジュール間の伝送時間だけ過少に測定されるはずである。この差を推定するには、たとえば、時刻問合せ (TIME) コマンドのような簡単なコマンドを実端末から入力し、手動でその応答時間を測定し、これを模擬端末による測定結果と比較すればよい。TSS セッション開始・終了 (LOGON, LOGOFF) コマンドについては、通信入出力シミュレータの構成上の制約からコマンドモデル系列に組み込めないで実端末から応答時間を手動計時した。

模擬端末からどのようなコマンド系列を入力すべきかは、必ずしも単純な問題ではない。ここでは簡単な FORTRAN プログラムのコンパイル・実行を含む 20 個の入力コマンドの列をディスク上に用意しておき、これを 1 周期として連続的に反復使用した。各コマンドは 1 つ前のコマンドの応答があってから 30 秒 (利用者の思考時間に相当) 後に模擬端末に与えられるので、1 周期は少なくとも 10 分かかることになり、1 日に 40 回程度繰り返しが行われる。

図 2 はこの測定に用いた入力コマンド系列とそのレスポンスで、下線を付したものが入力コマンドである。これらのレスポンスは前述のようにそれぞれのコマンド投入時刻と共にディスクに書き出され、TSS 運用終了後に、それぞれの時点における応答時間および全測定時間における各コマンドごとの平均応答時間の算出、集計を行う。

なおこのコマンド系列において、CGFORT は実行型 FORTRAN (常駐型)、および FORT は拡張 FORTRAN (非常駐型) を示す。後者はオブジェクトモジュールやロードモジュールをディスクに格納するので前者より応答が遅くなる。TIMETEST という同一の測定用例題プログラムを上記 2 種類の FORTRAN の RUN コマンドでコンパイルし実行させた。また、EDIT コマンドで上記プログラムを利用者ファイルから一時的ファイルに移し、LIST コマンドでその内容を表示し、SAVE コマンドで一時的ファイルから利用者ファイルに格納して、これらコマンドの応答時間も測定した。

外に、本システムのオペレーティングシステムのシステム動作情報収集機能 (SAR) を利用して、全入力コマンド (模擬端末およびすべての実端末からの入力) の個数とそれらの平均応答時間を (10 分間ごとに) 測定した。

3. 内部特性の測定

コマンド応答時間のような外部特性は、内部的な動作特性の総作用の反映とみられるので、ある特定のコマンドに対する応答時間が特に長いようなときに、その時点におけるシステムの環境や内部動作特性とを関連づけて解析することによりその原因を探る必要がある。しかし一般に外部特性と内部動作特性との間の直接的な因果関係を探るためには特別な技法が要求され、それを稼働中のシステムに導入することは容易でない。そこで我々はシステム資源 (CPU, 主記憶装置, チャネル, ディスク等) の平均的な利用状況を調べ、これを外部特性に対する間接的な目安として意義づける。

SAR を利用してここでは次のデータを収集した。

- (1) CPU 利用率 (%) : 10 分間において CPU が命令を実行した時間の割合
- (2) ディスクチャネルビジー率 (%) : 10 分間において 250 ms のインターバルでサンプリングを行い、ディスクチャネルがビジーであった割合
- (3) ディスクビジー率 (%) : 10 分間において 250 ms のインターバルでサンプリングを行い、その時 I/O 動作中だった割合
- (4) CPU サービス量 (秒) : 10 分間において全ジョブ (TSS ジョブ, バッチジョブ別) の受けた CPU のサービス時間の合計
- (5) スワッピング : 10 分間におけるスワップア

たものである。

さて、本システムの SAR によって測定された全入力コマンド（模擬端末およびすべての実端末からの入力）の平均応答時間は、項目 10 により、0.81 秒である。T. Beretvas¹⁾ によると IBM System/370 Model 168 の TSO において MF/1 (SAR に相当するもの) によって測定される軽微 (trivial) コマンドの典型的な平均応答時間は 1 秒である。吉澤・木下²⁾ によると、彼らの TSS システムの 3 日間で実測した全入力コマンドに対する平均応答時間は 2.08 秒（平均同時端末ユーザ数 25.5）であった。これらの値に比べて本システムの応答性は良好な状態にあるといえる。

次に、項目 2 により、模擬端末から入力した各種コマンド (RUN(2) を除く) の応答時間は最悪の場合でもほぼ 5 秒以内であり、また平均応答時間は 2 秒以下である。一般に TSS において会話形式で処理を進める場合、コマンドの平均応答時間としては 2～5 秒が適当であるといわれている³⁾。上の測定結果から、接続端末台数が多い場合においても、本センターの計算機システムの性能はほぼ満足できる状態にあるといえる。

また同時に収集したシステムの種々の内部特性データも、ほぼバランスした値を示している。

5. む す び

運用環境における TSS 計算機システムにおいて、実際の端末利用者にとってより現実感に即した観点か

ら、システムの性能を測定する一つの手法を提案し、それに基づき我々の教育用計算機システムの性能測定を行った。

ここで得た測定データは、あくまで本計算機システムのある一つの断面を表現しているに過ぎない。というのは、本センターの計算機システムのオペレーティングシステムには、ほかの多くの機種 of 計算機と同様、運用環境にシステムを調整するための運用パラメータがかなり多く用意されているが、それら多くのパラメータの設定が必ずしも最適なものとなっているとはいえないからである。また、性能データはファイル（管理ファイル、利用者ファイル、スワッピングファイル、ページングファイルなど）のディスク上への割付け方によっても変わるからである。

参 考 文 献

- 1) Beretvas, T.: Performance tuning in OS/VS 2 MVS, IBM System Journal, Vol. 17, No. 3, pp. 290-313 (1978).
- 2) 吉澤, 木下: TSS 使用形態と大容量主記憶を有効利用するデマンド・スワッピング方式の解析, 情報処理学会研資, 計算機システムの解析と制御 8-3 (1980).
- 3) 美間敬之: タイムシェアリングシステム—DE-MOS の機能を中心に—, オーム社, p. 232 (1972).
(昭和 56 年 3 月 25 日受付)
(昭和 56 年 6 月 16 日採録)