

平山 雅之
M. Hirayama

松本 亨
T. Matsumoto

深谷 哲司
T. Fukaya

コンピュータによる情報処理技術の多様化に伴ってソフトウェアやシステムの規模が大きくなり、オンライントランザクションシステムや、近年増大しているクライアント・サーバシステムでの性能保証は重要な課題となりつつある。これらのシステムでは、エンドユーザへのレスポンスなどのシステム性能が特に重視される。

これに対応して、当社はオンライン端末やクライアントのエミュレーション技術を利用したシステム性能評価支援ツールを開発した。この支援ツールにあらかじめ個々のジョブのオペレーションを記録し、これをテストシナリオに基づいて仮想マシン（端末、クライアント）上で再現実行することにより、システムの通常レスポンスや過負荷時のレスポンス、挙動などが容易に評価できるようになった。

With the increase in on-line transaction processing (OLTP) systems and client/server systems, performance assurance for such systems has become a highly important issue. In the case of these systems, system performance parameters such as the response time for user operations are especially important.

We have developed a system performance evaluation tool using a terminal emulation technique for OLTP terminals and client machines. This tool permits system response evaluation for both normal operation and overload operation, by the reentry of previously recorded user operations.

1 まえがき

コンピュータによる情報処理技術の多様化に伴い、開発されるソフトウェアやシステムの規模も大きくなりつつある。特に、近年はクライアント・サーバシステムに見られるようなネットワークを介した大規模システムが増加している。これらのシステムは、不特定多数のエンドユーザによる多くのクライアントマシン操作や端末へのジョブエントリを特徴としており、レスポンス速度などに代表されるシステム性能の保証が従来に比べ重要になっている。

システム性能の保証技術には、システムの構成要素などをモデル化しシミュレーションにより性能特性を求めるシステム性能予測技術と、実際のシステムを稼働させて限界性能などを評価するシステム性能評価技術がある。

当社は、オンライントランザクションシステムやクライアント・サーバシステムに関して、これらの技術の開発、適用を進めているが、ここでは性能評価技術の概要とシステム性能評価支援方式を中心に紹介する。

2 システム性能評価

2.1 システム性能評価の要件

オンライントランザクションシステムやクライアント・サ

ーバシステムのシステム性能評価で特に重要なものとしては、次のような点が挙げられる。

- (1) 一般ユーザの視点からの性能特性の把握と保証
- (2) 高負荷時のシステム挙動の保証
- (3) 性能評価中に異常が発生した場合のシステム挙動再現と原因分析

(1)については、主としてレスポンスとスループットを重要な指標として考えることができる。(2)は高負荷状況を作り出し、その状況でシステムの挙動を確認・保証することが求められる。(3)はユーザオペレーションの記録と記録に基づくオペレーションの再現実行機能が必要となる。

また、大規模なクライアント・サーバシステムなどの性能を評価する場合には、次のような制約が存在する。

- (1) 性能評価対象に関する制約
 - (a) 開発途中でシステムの最終運用形態に合致した構成を組んで性能評価を行うことは難しい。
 - (b) 近年のオープン化指向の中では異なるベンダが開発するハードウェアやソフトウェアが混在し、評価時にそれらのすべてがそろえるのはまれである。
- (2) 性能評価のやりかたに関する制約
 - (a) 実運用時には多くのエンドユーザがシステムにアクセスするが、そのような状態を多くのオペレータを配置して再現するのは難しい。

(b) また人手に依存した性能評価には、オペレーションミスなどがあり評価の精度の面からも問題がある。
 このため、システム性能評価には端末（クライアント）エミュレーション技術などを利用し、複数台のマシンからのオペレーション要求を1台のテストマシンで仮想的に実現し、レスポンスタイムなどの性能値を計測、分析する機能が求められる。

3 システム性能評価支援ツール

3.1 ツール概要

当社は、システム性能評価に関する上述の要件を満たし、確実にシステムの性能保証を行うことを目的に、システム性能評価支援ツールを開発し使用している。図1に支援ツールの概要を示す。支援ツールは、テスト実行部、性能評価支援部から構成され、当社のコンピュータ TP シリーズ上で動作する。

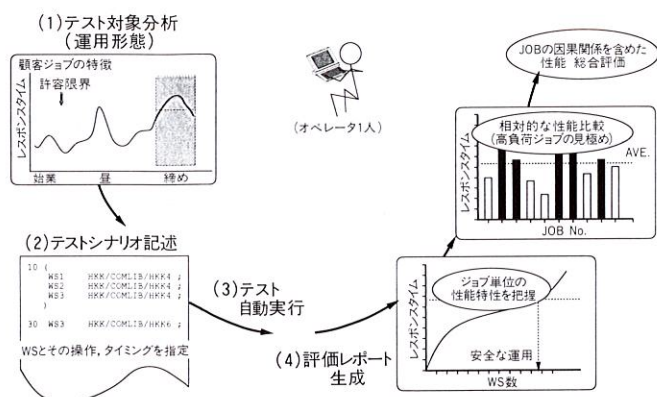


図1. ツール概要 支援ツールはテスト実行部と性能評価部から構成され、テストの自動実行、評価レポート作成まで支援する。

Overview of support system

- (1) テスト実行部 性能評価対象であるシステムの個々のジョブの実行に必要なオペレーションを記録し、これを基に複数マシン（端末、クライアント）からのジョブエントリを、仮想端末（クライアント）上で実現する。ジョブエントリはテスト担当者によりあらかじめ用意されたテストシナリオに基づいて管理される。
- (2) 性能評価部 端末やクライアントからの要求へのレスポンスタイムなどを自動計測し、これらの情報から対象システムの性能を評価する。

図2(a)は、支援システムを用いない従来方式のシステムの性能評価のようすを示したものである。また、図2(b)は支援システムを組み込んだ場合のシステム性能評価のイメージを示している。性能評価支援ツールを用いることにより、多くのマシン（端末、クライアント）が仮想マシンで肩代わりされ、

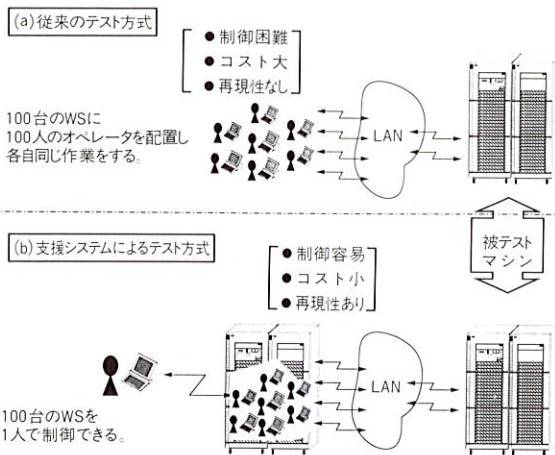


図2. システム性能評価方式 従来、人間系に依存していた部分(a)を仮想マシンなどの導入により大幅に簡略化(b)する。

Manpower saving achieved by use of performance evaluation tool

実機が存在しない段階でも、実システムで行うのと同等の性能評価を実現する。

3.2 テストシナリオに基づくテスト実行

性能評価は、“いつ”、“どの端末”で、“どのようなジョブ”を実行したら、システムの応答時間（レスポンスタイム）や時間当たりの処理量（スループット）がどの程度になるかを把握するものである。テストシナリオは、この“いつ”、“どの端末”、“どのジョブ”を規定するものである。

図3にテストシナリオの例を示す。この例では、スタートから10秒後にNode-Aから1ジョブを実行後、15秒後に同時に五つのジョブを実行することを示している。テスト実行部はこのテストシナリオを解釈し、あらかじめ記録されているジョブオペレーションを仮想端末（クライアント）上で再現する。テストシナリオを利用することにより、次のような効果が得られる。

- (1) 多数のオペレータが不要である。
- (2) オペレータによるオペレーションミスがなくなり、想定する負荷状態が確実に実現できる。
- (3) テストの再現が容易である。

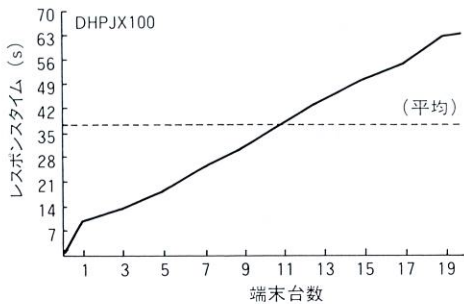
```

[
10 Node-A WS1 command_file_1;
15 (
Node-B WS1 command_file_4;
Node-B WS2 command_file_2;
Node-B WS3 command_file_3;
Node-C WS1 command_file_1;
Node-C WS2 command_file_2;
)
30 Node-B WS2 command_file_5;
::

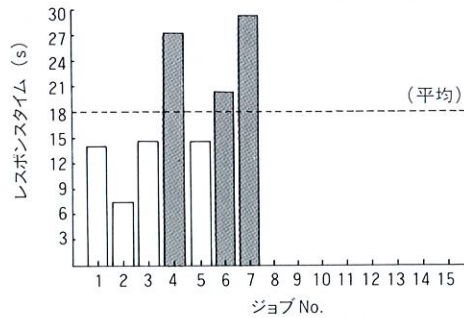
```

図3. テストシナリオ例 いつ、どの端末/クライアントから、どのようなジョブが実行されるかを事前に設定し、自動テストを行う。

Example of test scenario



(a)単一ジョブ分析結果



(b)相対ジョブ分析結果

図4. 性能評価事例 (a)では許容端末台数が把握でき、(b)ではレスポンスの遅いジョブの把握が可能となる。

Examples of system performance evaluation

3.3 性能評価分析

性能評価は次の手順で実施され、テスト戦略に基づく効率的な性能評価が可能となる。

- (1) 手順-1: 単一ジョブ性能特性把握 個々のジョブ単位での性能特性を把握する。ジョブエントリ数とレスポンスタイムの関係などを中心に分析する。図4(a)は、DHPJX100というジョブに関して端末1台から20台までエントリを仮想的に増やしていった場合のレスポンスタイムの変化を示したものである。
- (2) 手順-2: 相対ジョブ性能特性把握 個々のジョブに関する実行性能を相対的に評価分析して、高負荷なジョブを特定する。図4(b)は、七つのジョブのレスポンスを相対的に評価したものである。この例では、ジョブ-4, 6, 7のレスポンスが平均より遅くなっていることがわかる。
- (3) 手順-3: 複合ジョブ特性分析 複数のジョブを同時にエントリした場合の性能特性を評価分析する。この場合、先に実施した単一ジョブ、相対ジョブの性能分析結果、および実際のシステム運用時を想定してジョブの組合せを設定して性能を評価する。

4 効果

このツールは、当社のオンライントランザクションシステムの性能評価を中心に使用しており、次の効果が確認されて

いる。

- (1) 早期段階でのシステム性能評価の実施 端末(クライアント)エミュレーション技術の利用により、システムの実運用環境の準備などが不要になり、開発の早い段階から容易かつ確実にシステム性能評価が実施可能である。
- (2) 性能評価の精度向上 テストシナリオの利用により、人間系に依存した性能評価に比べ精度が向上する(ジョブ実行は秒単位で指定可能)。また、種々の負荷状況を作り出すことにより、十分な性能評価が可能である。
- (3) システム性能の効率的改善 性能評価結果を性能レポートとして開発者に提供することにより、効率的なシステムの性能改善やチューニングが可能となる。また、これにより客先納入後の性能面でのクレームの減少も期待できる。

5 あとがき

オンライントランザクションシステムやクライアント・サーバシステムの性能評価を効率的に行うことを目的としたシステム性能評価支援ツールの概要を紹介した。

オンライントランザクションシステムやクライアント・サーバシステムの開発では、開発の早期段階での性能評価・保証が重要である。今回紹介した支援ツールは、開発途中のシステムに対しても容易に性能評価ができ、システムの性能向上に寄与する。

現状では、適用可能なマシンなどに一部制約が伴うため、今後はより汎(はん)用な環境下での運用ができるよう改良を計画している。また、併せてより多くのシステムの性能評価に適用し、システム性能チューニングのノウハウを集め、システム設計にフィードバックする予定である。

文 献

- (1) 深谷哲司, 他: 負荷テストシステムの開発, 第45回情報処理学会全国大会予稿集, pp.245-246 (1992)



平山 雅之 Masayuki Hirayama

1986年入社。ソフトウェア生産技術の研究に従事。現在、研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所主務。Systems & Software Engineering Lab.



松本 亨 Toru Matsumoto

1979年入社。公共関係のシステム開発に従事。現在、東京システムセンター課長。Tokyo System Center



深谷 哲司 Tetsuji Fukaya

1990年入社。ソフトウェアの設計・検証技術の開発に従事。現在、研究開発センター システム・ソフトウェア生産技術研究所。Systems & Software Engineering Lab.