

M-017

## 高集約サーバ統合環境における仮想計算機の性能に関する考察 Performance Evolution of Virtual Machines on Highly Consolidated Virtualized Environment.

越智 俊介<sup>†</sup> 山口 実靖<sup>†</sup>  
Shunsuke Ochi Saneyasu Yamaguchi

### 1. はじめに

データセンターをはじめとする多くの企業で多数のサーバコンピュータが稼動しており、それらの消費電力、設置スペースや管理負荷が情報システムの大きな問題の1個となっている。また、これらのサーバの多くは利用率が低いことが多く、サーバ資源の効率的な活用が課題となっている。

この問題に対する解決策として、仮想化技術によるサーバ統合がある[1]。仮想化技術を用いて複数のサーバ OS やサーバソフトウェアを単一の物理計算機上で動作させることにより、消費電力の削減やサーバ資源の効率的な運用が可能となる。

本稿では 50 以上の多数の低負荷サーバを 1 台の物理計算機に集約する高集約サーバ統合環境を想定し、本環境における仮想計算機の性能の調査と、性能向上手法について考察を行う。

### 2. 性能評価

起動する仮想計算機の数と、仮想計算機上で動作するサーバの性能の関係を調査した。

#### 2.1 測定方法

測定方法は以下通りである。1 台の物理計算機上に 1 ~ 60 台の VM を稼働させ、各 VM 上に Web アプリケーションを動作させた。Web アプリケーションは Ruby on Rails の scaffold を用いて構築し、RDBMS からデータを読み込みその内容を返す静的なものである。RDBMS には MySQL を用いた。上記環境にて、ホスト計算機上から VM 上の Web アプリケーションに対して繰り返し HTTP 要求を送信し Web アプリケーションのターンアラウンドタイムを測定した。リクエスト対象の仮想計算機はランダムに選択している。VM プロセスのホスト OS におけるプロセス優先度(nice 値)は 19 である。ゲスト OS のカーネルタイマーの周波数は初期値(250Hz)である。

測定に使用した物理計算機、仮想計機の仕様は表 1、表 2 の通りである

表 1. 物理計算機(ホスト)の仕様

CPU	Athlon64 3500+(2.2Ghz)1-core
Memory	12GB(DDR2)
HDD	2TB
OS	Fedora12(2.6.31)
仮想化ソフト	KVM+QEMU

<sup>†</sup>工学院大学大学院 工学研究科電気・電子工学専攻  
Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University  
Graduate School

表 2. 仮想計算機(ゲスト)の仕様

CPU	Athlon64 3500+(2.2Ghz)
Memory	512MB
HDD	8GB
OS	CentOS5.5(Linux 2.6.18)

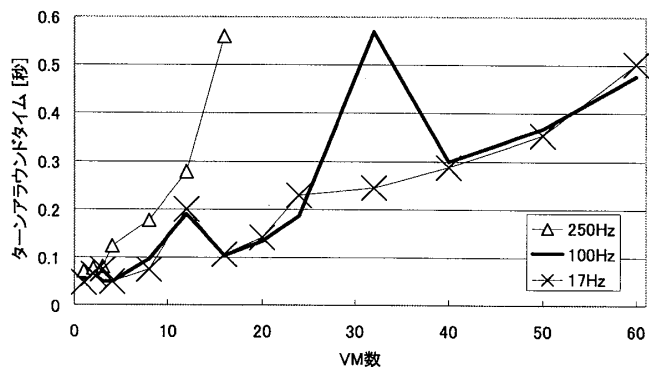


図 1 稼動仮想計算機の数とターンアラウンドタイム

#### 2.2 測定結果

稼働仮想計算機の数と、ターンアラウンドタイムの関係を図 1 の "250Hz" に示す。図 1 より、VM の数が増えるに従い Web アプリケーションのターンアラウンドタイムが大幅に増加していることが分かる。このことから、本実験では同時に 1 台の VM にしか負荷を与えていないにも関わらず、VM の数が増加するにつれてホスト OS にかかる負荷が増大していくことが分かる。

### 3. ゲスト OS の軽量化

前章の測定より、VM 上のサーバ(Web アプリケーションプログラム)に対してアクセス要求が発生していても、VM の起動がホスト OS に対して負荷になっていることが分かった。各 VM の負荷を軽減するために、ゲスト OS のカーネルタイマーの周波数を初期値 250Hz から 100Hz と 17Hz に変更して同様の測定を行った。それぞれの環境における Web アプリケーションのターンアラウンドタイムは、図 1 の "100Hz", "17Hz" の通りとなった。図 1 より、ゲスト OS のカーネルタイマーの周波数を減らすことによりゲスト OS の負荷の大幅な低減がなされ、Web アプリケーションプログラムのターンアラウンドタイムを大きく低減できることが確認された。

また、VM 数が 40 以上におけるホスト OS における CPU 使用率, Load Average, I/O 使用率, コンテキストスイッチ数を調査した。それぞれを図 2~図 5 示す。図 2 より、

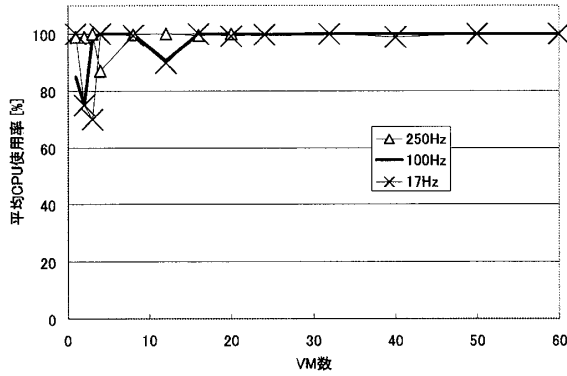


図2 CPU使用率

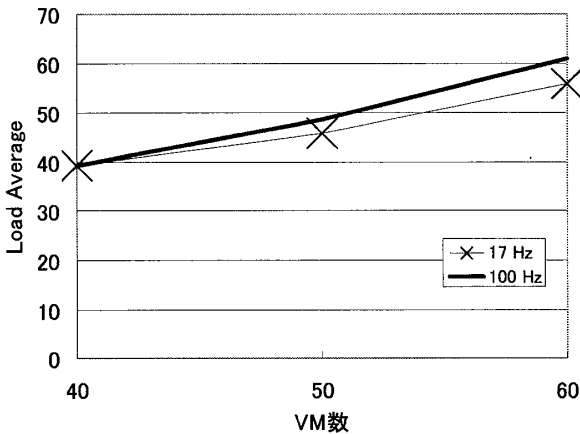


図3 Load Average

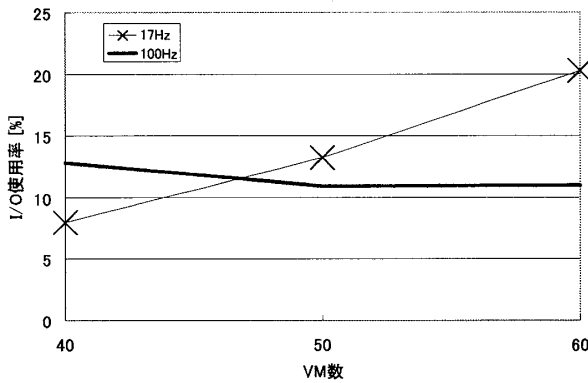


図4 I/O使用率

ホスト OS の CPU 使用率は少数の VM を起動した時点でほぼ 100%に到達しており、CPU 資源が枯渇している状態にあることが分かる。また図 3 より、VM 数 60 で Load Average は 60 以上と非常に高い値に至っていること、カーネルタイマー周波数が 17Hz の方が負荷がわずかに低いこと、VM 数を 1 増やすごとに CPU 待ちのプロセスの数が 1 個増加し Load Average がほぼ 1.0 上昇していることが分かる。また、図 4 より I/O 使用率は 100%には至っておらず、I/O 装置にはアイドル時間が多く存在していることがわかる。

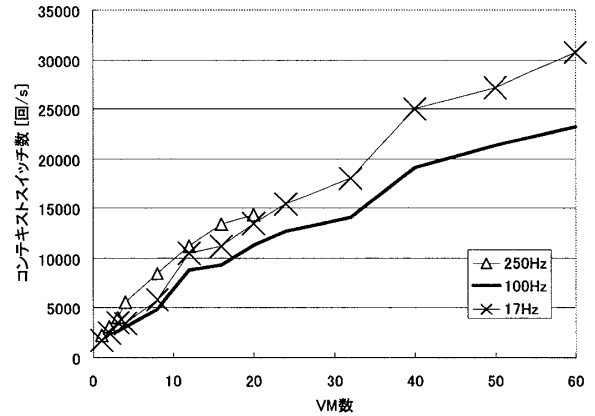


図5 コンテキストスイッチ数

図 5 より、プロセスのコンテキストスイッチ数は VM プロセスの増加に伴い増加しており、VM 数が 50 以上では毎秒 3 万回以上のコンテキストスイッチが発生していることが分かる、これはホスト OS に与える大きな負荷の原因の 1 個になっていると考えられる。また、カーネルタイマー周波数 17Hz と比較して、カーネルタイマー周波数 100Hz の方がやや少ないコンテキストスイッチ数に抑えられていることが分かる。

以上より、ゲスト OS のカーネルタイマー周波数を初期値(250Hz)から減少させることにより VM 上で動作するサーバ(Web アプリケーションプログラム)のターンアラウンドタイムを大幅に低減することが可能であり、VM 数 60 にて Ruby on Rails フレームワークで作成した RDBMS アクセス Web アプリケーションのターンアラウンドタイムを 0.5 秒程度に抑えられることが分かった。また、CPU 資源は枯渇しており、カーネルタイマー周波数 100Hz と 17Hz の優劣は測定項目により異なることが分かった。カーネルタイマー周波数を 16 以下に設定してカーネルを構築することはできなかった。

#### 4. おわりに

本稿では OS 仮想化技術を用いて非常に多くのサーバを 1 台の物理計算機へ集約した際における仮想サーバの性能調査を行った。調査の結果多くの VM を起動することにより性能が大きく劣化してしまうが各 VM のカーネルタイマー周波数を下げて実行することにより性能劣化を抑制させることが可能であることが確認された。

今後は、上記調査結果を考慮した性能向上手法について検討していく予定である。

#### 謝辞

本研究は科研費 (22700039) の助成を受けたものである

#### 参考文献

[1] 越智 俊介, 山口 実靖, 浅谷 耕一, “仮想計算機 KVM によるサーバ性能の向上”, DEWS2008, D5-4 (2008).