

Linux/KVMにおける仮想マシン性能の独立性評価

金城 聖[†] 渡邊 和樹[†] 鶴 薫[†]

[†]三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

1 はじめに

近年, Linux/KVM (以下, KVM) [1] は, PC サーバの仮想化技術として注目されている. KVMはLinuxに実装された仮想化技術であり, KVMを利用することで, 1 台の物理サーバ上に複数の仮想マシン (以下, VM) を動作させることが可能となる.

仮想化技術を適用したシステムでは, 物理サーバ上のリソース (CPU, メモリ, ディスク, ネットワーク) を複数の VM で共有する. そのため, KVMを実システムに適用する場合には, 複数 VM 動作時の VM 性能に与えられる影響について考慮する必要がある.

本稿では, 複数 VM 動作時の VM の性能について, CPU, メモリ, ネットワーク, ディスクに関する性能評価を実施し, VM 性能の独立性 (他の VM が別の VM の性能に影響を与えないこと) について検証を行ったので報告する.

以下, 2 章で KVM の概要について述べ, 3 章で VM 性能の独立性評価の概要について述べる. 4 章で評価結果について述べ, おわりにで今後の課題とまとめを述べる.

2 Linux/KVM

KVM は, ホスト型仮想マシンモニタ (以下, VMM) として Linux に実装されており, ハードウェアによる仮想化支援機構や, I/O のエミュレーションに QEMU[2] を利用することで, 完全仮想化を実現している.

KVM は, Xen[3] と異なり, Linux カーネル内部に実装されているため, Linux が提供するプロセススケジューラや資源管理機構を利用して, VM に対するリソースの管理を行っている.

3 VM 性能の独立性評価

評価対象計算機の仕様を表 1 に, 評価対象 VM の仕様を表 2 に, 評価環境の構成を図 1 に示す.

表 1: 評価対象計算機の仕様

項目	仕様
CPU	Xeon E5 2630 6 コア 2CPU
メモリ	32GB (1CPU あたり 16GB 搭載)
ディスク	100GB SATA SSD 1 台 (ホスト OS 用) 146GB SAS HDD 4 台 (VM 用)
NIC	Broadcom NetXtreme BCM5719 (1 ポートを複数 VM で共有)
OS	CentOS 6.3 64bit (2.6.32)

表 2: 評価対象 VM の仕様

項目	仕様
仮想 CPU	2CPU
仮想メモリ	4GB
仮想ディスク	virtio DISK 146GB (物理ディスク 1 台を割当て)
仮想 NIC	virtio NIC
ゲスト OS	CentOS 6.3 64bit (2.6.32)

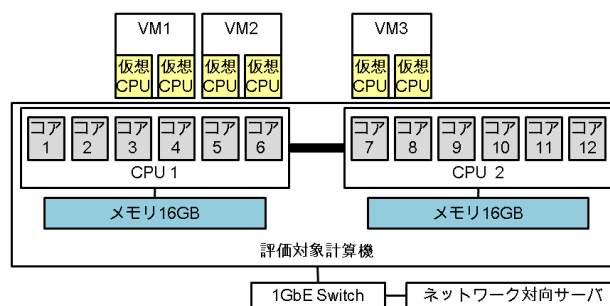


図 1: 評価環境の構成

評価環境では, CPU1 のコア 3 とコア 4 を VM1 に, コア 5 とコア 6 を VM2 に, CPU2 のコア 7 とコア 8 を VM3 に割り当て, さらに VM1 台に対して物理ディスク 1 台を割り当て, VM 間の性能干渉を抑えた構成を構築した. また, 測定対象サーバに搭載されている NIC ポート 1 つを仮想ブリッジに経由で 3 台の VM で共有する構成をとった.

VM 性能の独立性評価では, 同時に稼働する VM の台数を変化させ, 複数 VM 上で負荷を発生させた場合の VM1 の性能を測定し, 他の VM 上で発生する負荷が VM1 の性能に与える影響を評価した. なお, CPU 性能測定時には, VM2, VM3 にて CPU 負荷を, メモ

Evaluation of Performance Isolation Across Virtual Machine in Linux/KVM

Akira KANASHIRO[†], Kazuki WATANABE[†] and Kaoru TSURU[†]

[†]Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

表 3: 評価プログラム

項目	評価プログラム
CPU	Dhrystone 1.1
メモリ	1回あたり 1GB のメモリ書き込み処理を 1000 回実行した時の実行時間を測定
ディスク	IOzone 3.408(アクセスサイズ 1GB)
ネットワーク	netperf 2.6.0(メッセージサイズ 8MB)

り性能測定時には、VM2, VM3 にてメモリアクセス負荷を、ディスク性能測定時には、VM2, VM3 にてディスクアクセス負荷を、ネットワーク性能測定時には、VM2, VM3 にてネットワーク負荷を発生させた。

評価プログラムには、表 3 に示すプログラムを利用した。

4 評価結果

CPU 性能とメモリ性能の測定結果を図 2 に、ディスク性能の測定結果を図 3 に、ネットワーク性能の測定結果を図 4 に示す。

性能測定の結果、以下のことが確認できた。

CPU 性能 VM に対して CPU コアを固定的に割り当てた場合、VM 台数の増加の影響を受けることなく、ほぼ一定の CPU 性能を發揮した。

メモリ性能 VM 台数の増加の影響を受けることなく、ほぼ一定のメモリ性能を發揮した。

ディスク性能 VM 上のページキャッシュ無効時における書き込み性能以外は、VM 台数の増加の影響を受けることなく、ほぼ一定のディスク性能を發揮した。キャッシュ無効時の書き込み性能に関しては、物理計算機のディスクコントローラにて I/O 要求がシリアライズされるため、性能の揺らぎが発生した。

ネットワーク性能 各 VM 上からネットワーク対向サーバに対して同時に通信を行った場合、TCP 通信では、VM 台数の増加にともない性能が低下し、UDP 通信では、VM からパケットを送信する際、物理ネットワークの性能を超えるパケットが仮想ネットワークに送信され、パケットロスが発生した。

5 おわりに

本稿では、KVM 適用環境にて複数の VM を起動させた場合の VM 性能の独立性について検証を実施した。

検証の結果、CPU 性能、メモリ性能に関しては、CPU コアの固定割当てを実施することで、他の VM 上で発生する負荷の影響を受けることなく、VM 性能の独立性が確保できることを確認した。

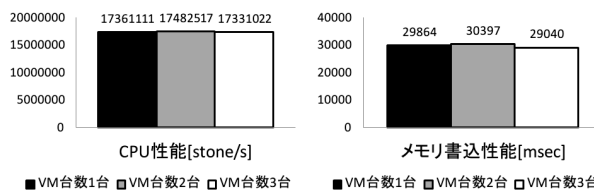


図 2: CPU・メモリ性能

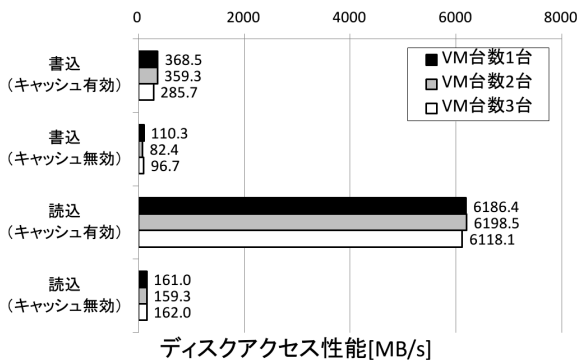


図 3: ディスク性能

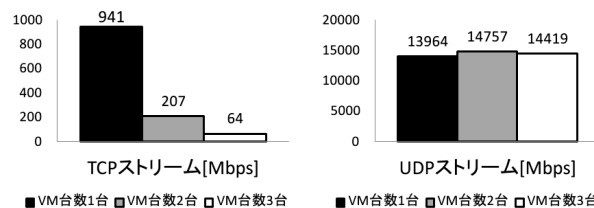


図 4: ネットワーク性能

今後は、VM 上のディスクやネットワーク等の I/O に対して帯域制御を適用した場合の VM 性能評価および VM 間の性能差の評価を行う予定である。

参考文献

- [1] Kivity, A., Kamay, Y., Laor, D., Lublin, U. and Liguori, A.: kvm: the Linux virtual machine monitor, OLS'07: The 2007 Ottawa Linux Symposium, pp.225-230 (2007).
- [2] Bellard, F.: QEMU, a fast and portable dynamic translator, ATEC'05: Proceedings of the annual conference on USENIX Annual Technical Conference, CA, USA, USENIX Association, pp.41-46 (2005).
- [3] Barham, P., Dragovic, B., Frase, K., and, S., Harris, T., Ho, A., Neugebauer, R., Pratt, I. and Warfield, A.: Xen and the art of virtualization, 19th ACM Symposium on Operating systems principles, pp.164-177 (2003).