

Hypervisor 型による仮想化

山下 尊也, 牧野 浩之

Takaya YAMASHITA, Hiroyuki MAKINO

1 はじめに

CPU の高速化や、記憶媒体の大容量化、ネットワークの高速化を主としたコンピュータ技術の進化により、近年、仮想化技術が注目を集めている。その背景には、ハードウェアの性能が飛躍的に向上している事があげられ、それに従い、CPU ベンダーである Intel や AMD も仮想化支援機能を CPU の機能として追加している。

仮想化支援技術は、仮想化したサーバが直接ハードウェアに命令する事が出来る技術であり、近年、仮想化支援技術を利用する仮想化ソフトウェアが様々な会社から提供され始めた。現在、Intel は Core 2 Duo の上位モデルと Itanium 2 に仮想化支援機能を載せており、Itanium 2 にのみ I/O の仮想化支援機能を採用している。CPU ベンダーは、今後さらに仮想化支援機能の性能の向上、I/O の仮想化支援機能の強化を積極的に行っていくことが予測出来る。本稿では、実際に仮想化が提供されている技術、製品に注目し、近年注目を集めている CPU の仮想化支援技術を使った仮想化によるベンチマークを計測し、その性能について考察した。

2 仮想化技術

仮想化とは、物理的には実在しないものを実在しているかのように見せるものであり、仮想化の対象としては、物理的なリソースであるサーバやメモリ、ストレージなど様々なものがある。例えば、仮想メモリは物理メモリでは足りないメモリ空間に対して、他の媒体を利用する事で、実際には実在しないメモリ領域を利用出来る技術である。

3 サーバ仮想化技術の種類

x86 アーキテクチャの物理マシン上で動作する仮想化ソフトウェアの実装形態には大きく分けて、Hosted 型と Hypervisor 型が存在する。Hosted 型と Hypervisor 型にはそれぞれの利点があるため、用途に応じて Hosted 型と Hypervisor 型の選択をしていく必要がある。

3.1 Hosted 型

Hosted 型は、Fig. 3 に示すように Hypervisor 型に比べ、Fig. 1 に示すようにホスト OS が存在するため、Hosted 型を用いて仮想化した際に計算機にかかるオーバーヘッドは大きくなる。

また、Hosted 型を利用した仮想マシンのハードウェアは CPU によってエミュレートをしているため、近年の高機能なハードウェアはエミュレートせず、古いハードウェアをエミュレートしている。その結果、ホスト OS

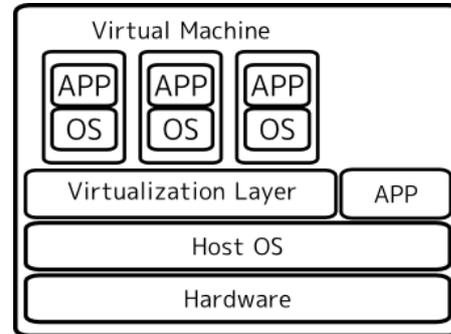


Fig.1 Hosted 型 (出典：自作)

が CPU のマルチコアなどには対応していない等の障害が生じる。しかし、仮想マシンに必要なハードウェアをすべて CPU でエミュレートするため、Windows NT や Windows 95 のような比較的古い OS でもドライバが対応している場合が多く様々な OS が動作する。

Hosted 型の仮想化ソフトウェアは、普段利用しているアプリケーションと同様に扱えるため、インストールが容易である。近年注目を集めている VMware Fusion や Parallels Desktop for Mac, VirtualBox では、ホスト OS とゲスト OS の画面を Fig. 2 のように共有させる事も可能である。そのため、様々な OS の動作テストや様々な OS を共存させたいユーザに好まれて使われている。

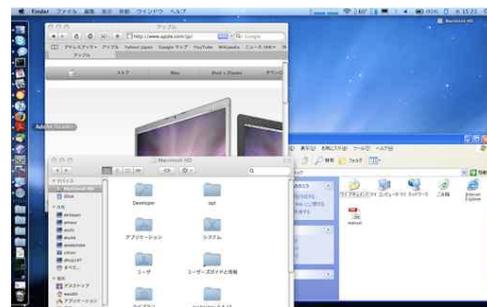


Fig.2 VMware Fusion による Windows と OS X の共存 (出典：自作)

3.2 Hypervisor 型

Hypervisor 型は、Fig. 3 のようにハードウェアに直接命令するためのドライバが必要になるが、直接ハードウェアに命令することが出来るため、OS がそのハードウェアに対応していれば、ハードウェアの性能を最大限に引き出すことが出来る。また、Hosted 型と比べ仮想マシンに特化した専用のカーネル上で動作する事で、サー

バの電源がオンの状態で仮想マシンを移動する事が出来るライブマイグレーション機能を利用でき、負荷分散などをする事で、サーバ運用管理性を向上させる事が出来る。そのため、サーバの管理用途が多い。

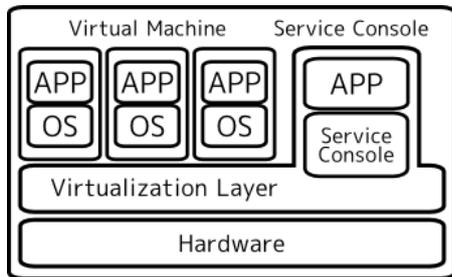


Fig.3 Hypervisor 型 (出典: 自作)

4 Hypervisor 型の仮想化技術を利用したソフトウェア

本章では、CPU メーカーが仮想化支援技術を搭載した事で、現在、開発が盛んになっている Hypervisor 型について述べる。

4.1 Xen

Xen は、ケンブリッジ大学の研究プロジェクトとして始まり、そのプロジェクトメンバーによって創立された XenSource, Inc. が中心となり開発されていた。現在は、XenSource, Inc. を Citrix Systems が買収したため、Citrix Systems の仮想化事業部門として統合され、製品版の開発・販売が行われている。

ライセンスは GPL で公開されている。現在、Linux の様々なディストリビューションや、Sun Microsystems が開発する Solaris OS など Xen を用いた仮想化が利用出来る。

4.2 VMware ESX Server

VMware Inc. によって開発され、VMware ESX Server と VMware ESX Server の管理機能を提供する VMware VirtualCenter から構成され、VMware Infrastructure として販売されている。

VMkernel と呼ばれる専用のホストカーネルによって直接ハードウェア上で仮想マシンの動作を制御している。VMkernel は最低限の機能しか持たないため、VMkernel は画面などを持たず、ユーザーが仮想マシンの制御などを行う事が出来ない。そのため、ユーザーに仮想マシンを分かりやすい形で制御出来るように、Linux を用い制御できる環境を提供している。

VMware はサーバへのブリインストールを狙った戦略を行っており、サーバの内部のフラッシュメモリに VMware ESX Server 3i というサーバ組み込み型の仮想化ソフトウェアを工場出荷段階から搭載しており、すばやく仮想化を行う事が出来る。フラッシュメモリにより読み込まれたハイパーバイザーを用いるため、インストールが必要なく、サービスコンソールがなくなるため、

セキュリティ面で優れている事が言える。これらのサーバは、NEC や DELL がすでに販売がしている。また、VMware は自社の API のソースコードをパートナー各社に公開しており、パートナー各社との連携を強めている。

他の Hypervisor 型を利用したソフトウェアと大きく異なる点は、Xen や Hyper-V はカーネル内部に修正が必要となるが、Windows, Linux, Solaris および Novel NetWare などの広範囲な OS に変更を必要とせず動作させる事が可能な事である。

4.3 Hyper-V

Hyper-V は、マイクロソフト社の Virtual Server 2005 R2 の後継となるテクノロジーでマイクロソフト社により現在開発されている。Virtual Server 2005 は Hosted 型であったのに対し、Hyper-V では Hypervisor 型になった。Virtual Server 2005 の後継として扱われているため、Virtual Server 2005 の仮想環境で使用していた形式の移行をサポートしている。

また、マイクロソフトは、4.1 で紹介した Xen の開発元である XenSource, Inc. や SUSE Linux との開発元の Novel との技術提携によって Xen 対応の Linux についても Hyper-V 上で様々な OS に対応する事を述べている。

Hyper-V は 2008 年 4 月現在、開発段階であり正式版は追加パッケージ、ボリュームライセンスでの提供になり、2008 年 8 月頃に提供される予定である。

当初の予定では Xen や VMware ESX Server で提供されているライブマイグレーションを機能として提供する予定であったが、Hyper-V の初期バージョンでの実装は見送られた。また、次期バージョンではメモリやストレージ、プロセッサ、ネットワークアダプタのオンラインでの拡張を可能にする仮想リソースのホットアドを搭載する予定である。

5 Hyper-V と VMware との比較

5.1 機能比較

技術比較をするとやはり VMware ESX Server が機能が多く、VMware は仮想化のマーケティングリーダと呼ばれることもあり、様々な機能に対応している。

Hypervisor 型を利用して実現している仮想化されたサーバの利点の 1 つに 3.2 でも述べたようにライブマイグレーションがある。Hyper-V は現在のところライブマイグレーションに対応していない。

仮想マシンの可用性を向上させる VMware HA (High Availability) や仮想マシンの負荷を分散する VMware DRS (Distributed Resource Scheduler) といった機能があるが、Hyper-V は、CPU をどれだけ割り付けるといった機能と Microsoft System Center などの既存のシステム管理ソリューションを組み合わせる事で実現出来る。

さらに、VMware は、既存の物理サーバから仮想化したサーバに簡単に移行出来るように P2V Assistant という移行ツールを販売している。他社の VMware ESX Server の移行ツールとしては、PlateSpin の PowerCon-

vert がある。P2V Assistant のブート CD を既存の物理サーバに入れて起動すると、仮想イメージが作成され、VMware ESX Server 上に仮想イメージが転送され、OS の再インストールや複雑なアプリケーションの再構成なしに利用出来る事で、移行時間を短縮する事が出来る。

5.2 ライセンス比較

Hyper-V の最大の魅力は、ライセンス形態である。Windows 2008 Server では、仮想インスタンス実行権があれば、Windows 2008 Server のライセンスを追加購入しなくても、仮想マシン上のホスト OS に Windows 2008 Server をインストールする事が可能である。仮想インスタンス実行権は、Fig. 4 に示すように Enterprise には 4 個、Datacenter には無制限の仮想インスタンス実行がつけられ、すべてのサーバを Windows サーバで構成しているような場合、有利になる。

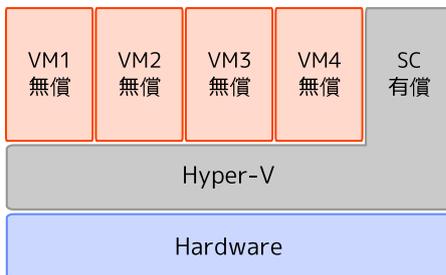


Fig.4 Windows Server 2008 Enterprise で Windows サーバを用いた際のライセンス形態 (出典：自作)

しかし、これは Windows サーバを用いて環境構築をした場合であり、Linux など Windows 以外の OS を用いてサーバ構築を行った場合は異なる。Fig. 5 に示すように Linux など Windows 以外の OS を用いてサーバ構築を行った場合は、それぞれにライセンス契約が必要となるため、Hyper-V でも VMware ESX Server でも変わらない。

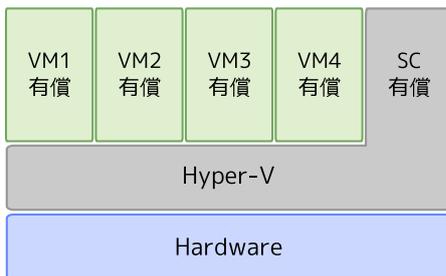


Fig.5 Windows Server 2008 Enterprise で Windows 以外のサーバを用いた際のライセンス形態 (出典：自作)

5.3 パフォーマンス比較

VMware ESX Server に対して、Hyper-V がどの程度の性能を発揮出来るかを検証すべく、以下の条件でベンチマークの測定を行った。

- HP ProLiant ML115
- AMD Athlon 64 X2 5000+ Black Edition
- 物理メモリ 2G
仮想マシン メモリ 512M
- HDBENCH

VMware ESX Server は、仮想マシンの保存先は、FC-SAN, iSCSI-SAN, NFS version 3 Over TCP の中から選ぶ必要があり、Windows Server 2008 は、FC-SAN とローカルディスクしかサポートしていないため、条件を揃えるためには、FC-SAN を用いる必要があった。しかし、今回は身近な機材を用いてベンチマークを行ったため、VMware ESX Server 上の仮想マシンの保存先を NFS version 3 Over TCP を選択し、Windows Server 2008 は、ローカルディスクを選択した。今回のパフォーマンス比較は、ディスクの I/O での誤差が生じる。そのため、CPU の浮動小数点演算と整数演算を比較の対象とした。

当初、Windows Server 2008 と Linux を用いてパフォーマンス比較を行う予定であったが、Hyper-V が製品候補版の段階であり、私の環境では SUSE Linux が動かなかったため、Windows Server 2008 のみ仮想マシンに選択した。

以上のような点から、今回のパフォーマンス比較は、Hyper-V と VMware ESX Server を比べ、Hyper-V が VMware ESX Server を比較対象として、CPU 性能を引き出す事が出来るのかを調べるために行った。

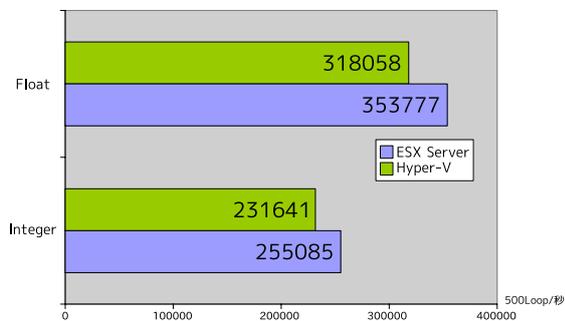


Fig.6 CPU 性能を測ったベンチマーク結果 (出典：自作)

Fig. 6 は、Windows のベンチマークソフトである HDBENCH を用いて、浮動小数点 (Float) 演算、整数 (Integer) 演算をそれぞれ 1 秒間に 500Loop を 1 回として実行回数を測ったものである。

Fig. 6 に示すようにベンチマーク結果の値は、ESX Server の方が優れている。また、参考文献⁶⁾を参考にすると、CPU の周波数が 1 割程度の違いである事が分かった。

このことから考えると、仮想マシンに Windows 2008 Server を用いた場合、VMware ESX Server と Hyper-V の値の変化は少ないが、より性能を重点を置くと VMware ESX Server を選択した方が良いと考えられる。

5.4 Hyper-V と VMware との比較のまとめ

より性能や 機能を追求する場合 ,VMware ESX Server を選択した方が良いと考えることが出来る . しかし , Hyper-V の最大の魅力はライセンスの形態であり , 仮想マシンに Windows Server 2008 を選択する場合は , Hyper-V を採用しても良いと考えられる .

6 今後の仮想化技術

今まで , Hosted 型が主に注目されていたが , CPU 仮想化支援技術の影響もあり , Hypervisor 型が注目を集める事になった . 企業では , 消費電力や管理性の向上などをあげ , サーバの仮想化が進められている . サーバを仮想化する事で , 仮想マシンの環境を 1 つのファイルで管理出来るため , 環境のバックアップが簡単になり , 自然災害にも対応しやすいシステムが整いつつある .

現在 , Web 上のアプリケーションが増えている . オフィス系のアプリケーションも Web 上で利用出来るようなサービスも増えており , これから , 様々なアプリケーションが Web 上に移行していきだろう . この際に , 自然災害やハードウェア障害などによるシステムの停止は企業にとって信頼性の低下に繋がる .

背景としてこれらの事があるため , 自然災害やハードウェア障害などにも強いシステム作りを求められるため , 仮想化技術もそのようなニーズに対応する機能が搭載されていくだろう .

参考文献

- 1) Hyper-V: Windows Server 2008 の主要機能
<http://www.microsoft.com/japan/windowsserver2008/virtualization/default.aspx>
- 2) VMware Infrastructure : 本番運用とサーバ統合のための仮想化ソフト - VMware
<http://www.vmware.com/jp/products/vi/>
- 3) 第 2 回 : 技術入門編 - [連載] パーチャライゼーション・テクノロジー 仮想化テクノロジー [超入門講座]
<http://www.computerworld.jp/eye/t/vt/technology/2/index.html>
- 4) 宮原徹 , SoftwareDesign 2007 5 月号 , 技術評論社 , 2007
- 5) 高橋洋介 , 仮想化技術 Expert , 技術評論社 , 2007
- 6) HDBENCH Ver3.40 bate6 CPU ベンチマークの一覧表
<http://xx-xxx-xx.hp.infoseek.co.jp/kikaku1/hdbench.html>