

User Mode Linux を使った仮想サーバの構築とその評価

2000MT079 大津 輝幸 2000MT105 山瀬 慎一

指導教員 石崎 文雄

1 はじめに

近年、情報処理技術が急速に発展によりインターネットを利用したビジネスが普及してきた。インターネットを利用したビジネスにおいて、従来は回線コストがボトルネックであると考えられていた。しかし、ここ数年の回線コストの急激な低下により、現在ではむしろサーバ構築、管理のためのコストがボトルネックであると認識されるようになってきている。そのコストを抑えるために使える技術の1つが、1台のサーバに複数のサーバの役割を集約させる仮想化技術である。この仮想化技術には、以下の4種類が挙げられる。

- パーチャルホスティング
- jail
- 仮想マシン
- 仮想 OS

2 研究の目的

本研究では仮想 OS の一種である User Mode Linux[1][3][4] を取り上げ、調査を行なう。特に User Mode Linux 上で多数の汎用サーバを構築し、そのサーバを使い、Qcheck[8] を使用した測定により、ネットワークパフォーマンス、特に通信速度、応答時間についての評価を行なう。これは実際に User Mode Linux をインターネットビジネスに利用したときの機能、性能を確かめることを目的とする。User Mode Linux を含む仮想化技術の理解を深めること、また、User Mode Linux のネットワークパフォーマンス評価を行なうことにより、User Mode Linux がどのような機能を備えているか、また実用性があるかを知ることが調べる。

3 仮想化技術

3.1 パーチャルホスティング

パーチャルホスティング [7] は PC 一台につき一個のドメインであるべきところを、一台につき複数のドメイン名で仮想的に使うことである。実際にアクセスがあった時点でそのアクセスは預かっているドメイン名のうちのどれに対してなのかをサーバ側のプログラムで判定して振り分けている。一台につき複数のドメイン名で仮想的に使うので IP アドレスとドメイン名の両方を送ってくるプロトコルでないと使えないことが言える。

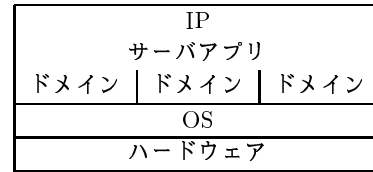


図 1: パーチャルホスティング [6]

3.2 jail

jail[6] とは、ユーザー間に破ることのできない隔離壁を作り、互いの存在を隠す技術である。例えば、他人のファイルを書き換える行為は、ファイルに対する書き込み権限を問題にする以前に、jail の壁によって阻まれる。これにより、1台のマシンに複数の役割を期待する場合のセキュリティが大幅に向上する。

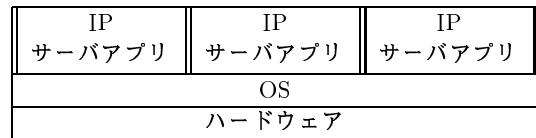


図 2: jail[6]

3.3 仮想マシン

仮想マシン [6] は、仮想的なハードウェアを作り、その上で普通の OS を動かす技術である。仮想マシンを使用すると1台のコンピュータ上で、複数のオペレーティングシステムを実行することができる。しかし、ハードウェアをそのまま仮想化することによるオーバーヘッドが大きく、処理の速度が非常に遅くなるということが問題となっている。

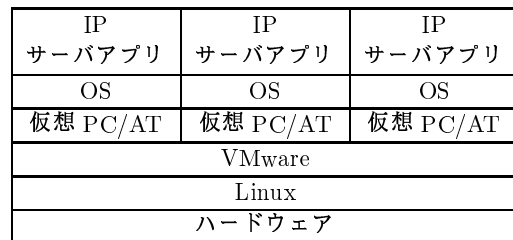


図 3: 仮想マシン [6]

3.4 仮想 OS

User Mode Linux が仮想 OS の技術を利用したものである。新しいディストリビューションを試してみたい時や、安定性にかける問題があるものの魅力的な機能を持ったプログラムを動かしたい時、試験用のテストマシンが必要と感じることは多々ある。その一つに VMware というソフトウェアがある。こちらはプロセ

スが1つである。前述のようにこの場合、ハードウェアをそのまま仮想化することによるオーバーヘッドが大きく、処理の速度が非常に遅くなるという問題が生じてくる。一方、User Mode Linux はプロセスが複数ある。仮想 OS 同士はネットワーク越しでしかアクセスできないため、複数のユーザーが共有しても、1ユーザー1マシンをほぼ同等な機能とセキュリティを実現できる。今回はこのような機能をもつ User Mode Linux に注目した。

IP	IP	IP
サーバアプリ	サーバアプリ	サーバアプリ
UML	UML	UML
Linux		
PC/AT 互換機		

図 4: 仮想 OS(User Mode Linux)[6]

User Mode Linux[4] は、実際のコンピューターの上に仮想マシンを作り、実際のマシンが提供する以上のハードウェア、ソフトウェア資源を提供することができる。仮想マシンのハードディスク全体が、実際のマシンの上では一つの巨大なファイルとなる。また仮想マシンがどこまで実際のハードウェアにアクセスできるかは、ユーザーが決定でき、正しく制約すれば、仮想マシンのソフト、ハードに与える影響を極小化できることが大きな利点の1つである。よって、本体のLinuxマシンを危険にさらすことなく、バグの多いアプリや、開発途上の実験的な機能満載のカーネルやディストリビューションの実行が可能となる。また、Linuxカーネルの最深部を突っつくことも、危険なく行なうことができる。

4 User Mode Linux を含む仮想化技術の可能性

以上のことから一般的に仮想化技術がどのように応用できるか、例をあげて考察する [10]。

- 既存サーバの集約化する →VMware(仮想マシン) 複数の古い OS を使ったサーバがいくつもある時、できるだけ1つにまとめて再構築していきたい。このような状況で、高い信頼性と低いコストを両立させながら動かしていかなければならない。種類の異なる OS を使う場合は、OS の種類を選ばない仮想マシン方式が適している (他の仮想化技術では複数の OS をまとれないため。) 複数の仮想マシンを作って既存の環境をそのまま移行することができ、複数の仮想マシンを集約管理ができ、管理コストを低減させることができる。
- 実験的なサービスを短期間に立ち上げる →User Mode Linux(仮想 OS) 実験的なサービスのために新たなサーバを買うのはコストに問

題がある。コストをかけずに行なうには User Mode Linux が適している。User Mode Linux は仮想的なサーバを作ることができ既存のサーバ環境に影響を与えることなく実験的なサービスを行うことが可能なので User Mode Linux が適している。

- 企業における教育用の実験環境を提供する →User Mode Linux(仮想 OS) User Mode Linux を使えば、1人1台のLinuxサーバを与えなくても、1人1台のLinuxサーバを与えたのと同じような環境を作ることができ、もしバグがでて guestOS 環境がおかしくなっても他に影響を与えないので。

5 サーバ構築

本節は User Mode Linux 内で構築する各サーバの説明を行う。

5.1 DNS サーバ

DNS[2][9] を管理するサーバ。ドメイン名と IP アドレスとを相互に変換する仕組みを持ち、インターネットを利用する上で必須のものである。システムの安全を維持して管理することはネットワークを運用するうえでの基本である。DNSサーバを構築する。

5.2 WWW サーバ

Apache[2][9] を利用する。Apache は WWW サーバの中でもっとも多く使われている WWW サーバソフトウェアである。モジュールによって多くの機能を付加することができるようになっており、モジュールの数の豊富さが売りである。設定は httpd.conf ファイルを利用して行う。我々が使用している Red Hat Linux 9 には GUI で設定を行なうことができる Apache 設定ツールが用意されている。X Window System インストールされている必要があり、全てのサーバ環境下で利用できない。また現在、対応がまだ不十分なところがあるので今回は使用しない。

5.3 メールサーバ

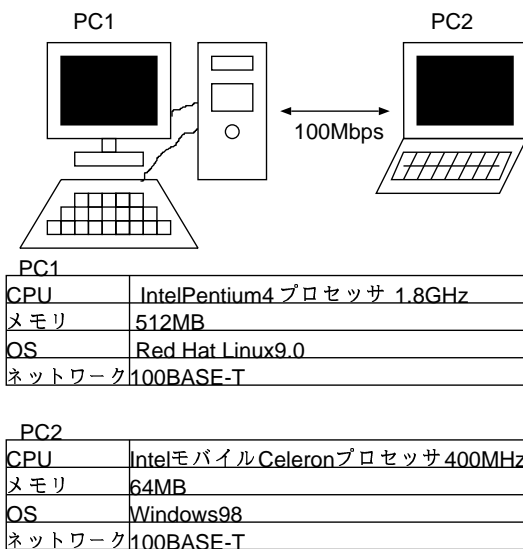
qmail[5][9] を使用。並列処理によりメールを短時間で処理するので配送効率がよい。また、機能ごとに複数のプログラムに分かれていて、それぞれが必要最小限の権限で動作するので安全性が高い。そして、コントロールファイルと呼ばれる一連のファイルにドメイン名などを記述して行うため、管理しやすいなどの利点がある。このため、qmail を使用し、メールサーバを構築する。

6 実験内容

6.1 実験環境

フリーソフトウェア Qcheck[8] を使用し、ホスト OS と User Mode Linux のネットワークパフォーマンス

スを見る。特に応答時間と通信速度について確認を行う。また構築したそれぞれのサーバを立ち上げた状態でのネットワークパフォーマンスを確認する。User Mode Linux を複数立ち上げた状態でもネットワークパフォーマンスを確認し、それらを比較することにより、User Mode Linux のネットワークパフォーマンスを知ることが主な目的である。実験 1 では hostOS、User Mode Linux(guestOS) それぞれにサーバを立ち上げずに応答時間 (Responsetime) と通信速度 (Throughput) を確認する。TCP プロトコル、UDP プロトコルそれぞれを使用し実験を行なう。10 回チェックを行ないそれぞれの結果と平均値を示す。実験 2 では、hostOS、guestOS それぞれに構築したサーバを立ち上げ、実験 1 と同様にネットワークパフォーマンスを確認する。実験 3 においては、User Mode Linux を複数立ち上げ、hostOS のネットワークパフォーマンスを実験 1 と同様に確認する。ハードウェアのスペックを以下に示す。



7 実験結果

この節で示されるすべての表において、Response-time の単位は ms、最速、平均、最遅を左から順に表示する。Throughput の単位は Mbps である。このソフトウェアの最速応答時間は 1.0ms までしか表示されない。

7.1 実験 1

hostOS、User Mode Linux(guestOS) のネットワークパフォーマンス、特に Responsetime と Throughput を測定する。User Mode Linux は hostOS の上に起動するものなので、その分の通信時間が余分にかかることが予想される。結果を表 1 表 2 に示す。(数字は 10 回試行した結果の平均である)

表 1 TCP プロトコル使用時における実験 1 結果

	hostOS TCP	guestOS TCP
Response	1.0,3.2,8.9	1.0,3.3,8.7
Throughput	65.055	37.095

表 2 UDP プロトコル使用時における実験 1 結果

	hostOS UDP	guestOS UDP
Response	1.0,1.0,1.0	1.0,1.0,1.0
Throughput	43.176	35.493

7.2 実験 2

hostOS、guestOS のそれぞれにおいて DNS サーバ、www サーバ、メールサーバを起動させ、ネットワークパフォーマンスのテストを行う。それぞれのサーバを起動させている分、OS に負荷がかかってくるので、応答時間、通信速度に遅延が生じてくると予想できる。結果を表 3 表 4 に示す。(数字は 10 回試行した結果の平均である) また、表 3,4,5 の左端の項目は起動したサーバの種類を示す。

表 3 TCP プロトコル使用時における実験 2 結果

		hostOS TCP	guestOS TCP
httpd	Response	1.0,3.2,8.9	1.0,3.3,8.7
	Throughput	71.162	46.668
named	Response	1.0,3.2,8.8	1.0,3.3,9.1
	Throughput	66.839	39.811
qmail	Response	1.0,3.2,8.8	1.0,3.2,8.9
	Throughput	70.404	47.281

表 4 UDP プロトコル使用時における実験 2 結果

		hostOS UDP	guestOS UDP
httpd	Response	1.0,1.0,1.0	1.0,1.0,1.0
	Throughput	44.434	36.462
named	Response	1.0,1.0,1.0	1.0,1.0,1.0
	Throughput	40.916	36.784
qmail	Response	1.0,1.0,1.0	1.0,1.0,1.0
	Throughput	39.027	35.231

7.3 実験 3

User Mode Linux を複数起動させた状態でのネットワークパフォーマンスをテストする。User Mode Linux は複数起動たてても 1 つの hostOS を基盤としているので、通信の流れは変わらないので通信速度などに大きな影響はないと考えられる。結果を表 5 に示す。(数字は 10 回試行した結果の平均である)

表 5 実験 3 結果

		hostOS TCP	hostOS UDP
なし	Response	1.0,3.2,8.2	1.0,1.0,1.0
	Throughput	67.073	51.040
httpd	Response	1.0,3.0,8.1	1.0,1.0,1.0
	Throughput	75.184	52.054
named	Response	1.0,3.0,8.1	1.0,1.0,1.0
	Throughput	74.537	49.878
qmail	Response	1.0,3.2,8.3	1.0,1.0,1.0
	Throughput	74.111	49.301

8 考察

実験 1 においては、予想した結果とほぼ同等の数字が表示された。Throughput に目を向けると、guestOS の方が明らかに遅いものとなった。hostOS の上に User Mode Linux を起動させているため、通信速度そのものに影響がでたと考えられる。また、TCP と UDP の違いについて触れてみると、TCP のほうが速度が速く不安定であり、UDP のほうは速度が遅く安定していた。基本的な概念と比較すると逆の結果である。この原因は今後追求していく必要がある。

また実験 2 については、httpd、qmail を起動させても特に大きな変化はなかったが、named を起動させた場合は通信速度に若干の通信の遅れが生じた。サーバとして、OS に大きな負荷を与えていると予想できる。また、UML を起動したときの結果をみて実験結果 1 のように hostOS の上に起動しているのでその分遅くなっているということが言える。User Mode Linux は hostOS と比べればネットワークパフォーマンスは劣るとということが分かる。

また実験 3 に目を向けると、User Mode Linux を複数起動しても図のように hostOS と User Mode Linux のつながりはひとつであるため特に応答時間や伝送速度が落ちるといふことななかった。User Mode Linux を複数起動させても、1 つだけ起動させても、hostOS に与える負荷の差は変わらないと言える。

9 おわりに

本研究では、User Mode Linux を含む仮想化技術の理解を深めること。また User Mode Linux のネットワークパフォーマンス評価を行なうことを目的とした。前述の実験から分かるように、hostOS よりは User Mode Linux のネットワークパフォーマンスが劣ることが結果として発見できた。しかし、パフォーマンスとして劣るだけであって、機能的には問題を生じなかつたので実用性は十分にあると言える。User Mode Linux のような仮想化技術を駆使すればどのようなアプリケーションを実行することも簡単にこな

ると言える。もう 1 つの OS として十分な機能が備わっていることを確認することができた。また、1 つの OS から複数の User Mode Linux を立ち上げることが可能なことから、学校内の教育ツールなど、より応用できる幅が広がることが考えられる。

今後の課題として、今回はサーバを起動させたときの hostOS、guestOS のネットワークパフォーマンス評価を行ったが、サーバそのものの評価をしていく必要がある。また、実際にバグのあるアプリなどを実行し、そのときに User Mode Linux 内 e ではどのようなことが起こっているか、実際に他の hostOS、guestOS に影響が及ばないか (ユーザ間はネットワーク越しでしかアクセスできないので大丈夫だと思われる) を調べていくことが課題として挙げられる。

最後に、仮想化技術はセキュリティレベルを高めることが可能であるため、現在より普及されることが予想される。ネットワークパフォーマンスを高めることも考えていかなければならない。実現が可能なら、インターネットビジネスにおいてよりコストダウンを有効に図れることは間違いない。

参考文献

- [1] 株式会社 アスキー Linux magazine 2003 2月号
- [2] 株式会社 秀和システム サーバ構築研究会 Red Hat LINUX 9 で作るネットワークサーバ構築ガイド
- [3] アットマーク・アイティ 仮想 OS 「User Mode Linux」活用法 User Mode Linux とは?
<http://www.atmarkit.co.jp/flinux/special/uml/uml01.html>
- [4] The User Mode Linux Kernel Home Page リナックス上で動くリナックス
<http://www.digitalinfra.co.jp/uml/jdike/index.html>
- [5] qmail とはどのようなものか?
<http://www.engr.ie.u-ryukyu.ac.jp/~shira/what-qmail.htm>
- [6] アットマーク・アイティ 各仮想化技術の特徴
<http://www.atmarkit.co.jp/flinux/special/vserver/vserver01.html>
- [7] Nextweb はじめてのホスティング
<http://www.next-web.ad.jp/theFirstTime/Hosting/hosting.html>
- [8] Ixia Leader in IP Network Testing
http://www.ixiacom.com/products/performance_applications/pa_display.php?skey=pa_q_check
- [9] 株式会社 翔泳社 松本光春 10 日でおぼえる Red hat Linux9 サーバ構築・管理入門教室
- [10] アットマーク・アイティ 各仮想化技術の特徴
<http://www.atmarkit.co.jp/flinux/special/vserver/vserver02.html>