

マルチコア・仮想マシン環境における IP-SAN アクセスの性能評価

付 思宇†

神坂 紀久子†

小口 正人†

†お茶の水女子大学 理学部情報科学科

1 はじめに

近年、コンピュータシステムは CPU のマルチコア化により性能が大幅に向上し、一方でこの性能向上を活かすアプリケーションの一つとして仮想化技術が急速に注目を集めている。その背景として、従来は新たなサービスが増える度にさまざまなサーバが乱立し、複数の OS やミドルウェアが存在する状況を招いて、環境ごとのメンテナンスや管理などの作業が発生していた。この問題を解決するのが、仮想化技術である。本研究では仮想マシンを用いた高性能なネットワークコンピューティングを実現し、仮想環境上で IP-SAN を用いたストレージアクセスを行う際のシステムの振舞いを解析して、仮想化技術がシステム性能に与える影響の評価を行う。

2 Xen

仮想化技術を用いて仮想マシンの実現するシステムとして、VMware や Virtual PC などがあげられる。これらはホスト OS 上にゲスト OS と呼ばれる OS のインストールを可能にするソフトウェアで、既存 OS 上で動かすため処理性能が実機よりも低下するといった欠点がある。一方、Xen は複数の OS を動かす為の基盤となるプラットフォームのみ提供する仮想マシンモニタで、実ハードウェア上でほぼ直接動作するため、仮想化による処理性能の低下が小さい。Xen 上で動作する仮想マシンは「domain」と呼ぶ単位で管理され、domain の中で OS が動作する。domain には domain0 と domainU の 2 種類があり、domain0 が他のドメインを管理するホスト OS の役割を担い、domain0 からのみ他の domain の起動・停止を制御する。1 つの domain0 以外はすべて domainU となる。

3 IP-SAN

SAN はサーバとストレージ間を接続する専用の高速ネットワークで、Ethernet と TCP/IP を用いて構築可能な SAN を IP-SAN と呼ぶ。iSCSI はそのプロトコルの一つである。

4 研究内容

4.1 基礎実験

シングルコアマシン 2 台とデュアルコアマシン 2 台に Xen を導入後、domain0 を起動、domainU の環境

構築を行った。シングルコアマシンには CPU が Intel Celeron D 2.5GHz、NIC が Intel 82562 EZ10/100 Fast Ethernet、Intel PRO/1000 MT Gigabit Ethernet を用いた。デュアルコアマシンには CPU が Intel Core 2 Duo 1.8GHz、NIC が Intel 82562 EZ10/100 Fast Ethernet、Intel PRO/1000 MT Gigabit Ethernet を用いた。また、10Gigabit Ethernet 接続の実験には、CPU が Intel デュアルコア Xeon 2.66GHz、NIC が Myricom Myri-10G Gigabit Ethernet [1] のマシンを用いた。domain0 と domainU の OS はすべて Fedora7 を使用した。なおデュアルコアマシンにおいては、CPU コアと domain を 1 対 1 で対応するように設定を行った。さらに、iSCSI を導入し、ストレージアクセスを行うイニシエータとストレージを提供するターゲットの間を Ethernet で接続し実験システムを構築した。iSCSI のイニシエータには Fedora7 のものを、ターゲットには iSCSI Enterprise Target ver.0.4.15 を使用した [2]。シングルコアマシン間及びデュアルコアマシン間で、Fast Ethernet、Gigabit Ethernet 接続を用い、ノーマルカーネルと domain0 と domainU のスループットを測定する。10 Gigabit Ethernet 接続においてはノーマルカーネルと domain0 のスループットを測定する。

4.2 1 対 1 通信スループット測定結果

1 対 1 通信のスループットの測定結果を図 1~図 3 に示す。シングルコアは、FastEthernet 上において domain0 は約 90Mbps とノーマルカーネルに近い値となった、しかし domainU ではスループットが落ちている。GigabitEthernet 上ではノーマルカーネル、domain0、domainU とスループットが段々落ちている。デュアルコアは、全ての Ethernet 上において、ノーマルカーネルより仮想環境でのスループットが低下している。10GigabitEthernet 上においては、仮想環境のスループットはあまり低下せず、極めて高い性能が示された。

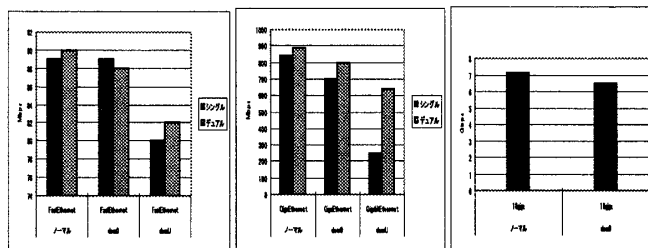


図 1: Fast Ethernet

図 2: Gigabit Ethernet

図 3: 10Gigabit Ethernet

Performance Evaluation of IP-SAN Access on a Multicore and Virtual Machine Environment

† Shiu Fu, Kikuko Kamisaka, Masato Oguchi
Ochanomizu University (†)

4.3 ディスクアクセスベンチマークを用いた評価実験

次にハードディスクベンチマークの bonnie++[3] を用いて、ローカルディスクアクセス、及び iSCSI アクセス時の評価実験を行った。シングルコアマシン、デュアルコアマシン、それぞれのノーマルカーネル、domain0、domainU 間を FastEthernet 及び GigabitEthernet、10GigabitEthernet を使用し接続した際の比較を行った。ローカルディスクアクセス時の write、read 結果を図4と図5、iSCSI アクセス時の write、read 結果を図6～図11に示す。

ローカルディスクアクセスは、どのカーネルにおいてもデュアルコア CPU の方がシングルコア CPU よりもディスクアクセスの性能が高く、ノーマルカーネルと domain0 に大きな差はないが、domainU ではスループットが大きく落ちる。iSCSI アクセスは、FastEthernet ではシングルコアマシンとデュアルコアマシン間に大きな差は出ていない。GigabitEthernet ではデュアルコアマシンの方がスループットが高い。また、すべての Ethernet においてノーマルカーネル、domain0、domainU の順にスループットが低くなっている。

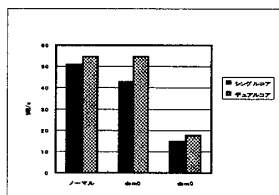


図4: ローカルディスクアクセス write

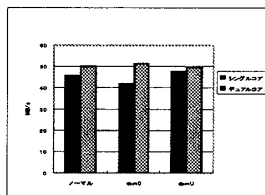


図5: ローカルディスクアクセス read

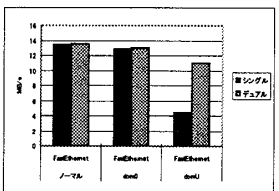


図6: iSCSI アクセス FastEthernet write

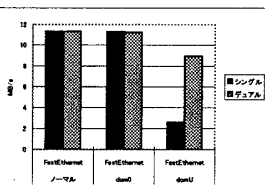


図7: iSCSI アクセス FastEthernet read

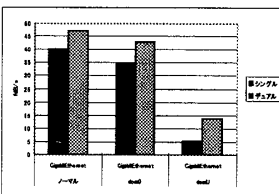


図8: iSCSI アクセス GigabitEthernet write

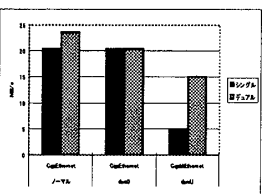


図9: iSCSI アクセス GigabitEthernet read

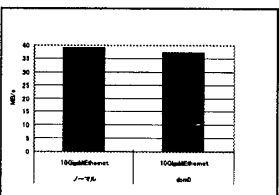


図10: iSCSI アクセス 10GigabitEthernet write

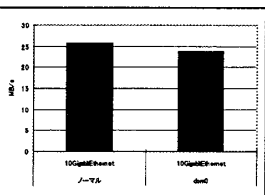


図11: iSCSI アクセス 10GigabitEthernet read

4.4 評価実験の考察

まずシングルコアマシンとデュアルコアマシンの結果を見ていくと、iSCSI アクセス時は、プロトコル処理のオーバーヘッドが大きく、CPU の性能がアクセス性能に大きく影響しており、すべての Ethernet 環境でデュアルコアが良い性能を示している。仮想環境ではデュアルコアが適していると言える。

次に、FastEthernet と GigabitEthernet と 10GigabitEthernet の結果を見ていくと、FastEthernet ではネットワークの性能がボトルネックになって、デュアルコア CPU の高い性能が現れていないが、GigabitEthernet では高い性能が顕著に現れている。10Gigabit Ethernet は 1 対 1 通信のスループットは仮想マシンにおいても、極めて高かったが、iSCSI アクセスは GigabitEthernet と 10GigabitEthernet でスループットにほとんど差は出ていない。これはドライバ等の環境の問題であると考えられる。

最後に、ノーマルカーネルと domain0、domainU の結果を見ていくと、ノーマルカーネルと domain0 の間に大きな差は出ていないが、domainU ではスループットが大幅に落ちている。スループットの測定結果を合わせて考えると、domainU は domain0 を通して通信するため、通常よりも多くのオーバーヘッドが生じたためである。

5 まとめと今後の課題

本研究では、まず基礎実験としてシングルコアマシン、デュアルコアマシンにおいて、仮想環境を構築後、スループットの測定を行った。次に iSCSI を導入し、ローカルディスクアクセス及び iSCSI アクセスの性能測定を行った。ノーマルカーネル、domain0、domainU のどの場合も、GigabitEthernet 上でデュアルマシンの性能の良さが現れた。Ethernet 環境を 10GigabitEthernet に変えた場合は GigabitEthernet とほとんど差が現れなかった。今後は、10GigabitEthernet を用いて domainU における iSCSI アクセスの性能測定を行い、比較していく。

参考文献

- [1] Myricom
<http://www.myri.com/>
- [2] iSCSI Enterprise Target
<http://iscsitarget.sourceforge.net/>
- [3] Bonnie++
<http://www.coker.com.au/bonnie++/>
- [4] 平初、宮原徹、伊藤宏通、野津新、鎌滝雅久、中村正澄、宮本久仁男、小野雄太郎、大島孝子: 仮想化技術完全攻略ガイド、インプレスジャパン