

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 (指導教員：小口 正人)

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を持つものもある。一方、Xenは複数のOSを動かすため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の起動および停止を制御できる。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ある。Fibre Channelを用いた現世代のFC-SANに対し、汎用のEthernetとTCP/IPを用いて構築可能なSANをIP-SANと呼び、次世代のSANとして期待されている。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を起動し、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と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と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。10Gigabit 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して比較する。

4.2 1対1ソケット通信スループット測定結果

まず基礎データとして、1対1ソケット通信のスループットの測定結果を図1～図3に示す。シングルコアマシンの場合は、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く。

デュアルコアマシンの場合は、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。

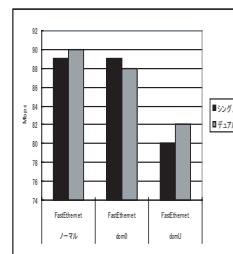


図1:Fast Ethernet

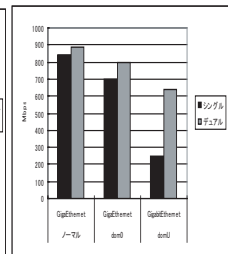


図2:Gigabit Ethernet

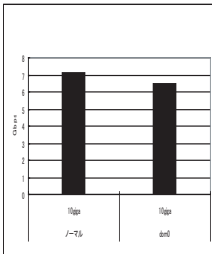


図3:10Gigabit Ethernet

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マシンの方がシングルコアマシン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アクセスの場合、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。

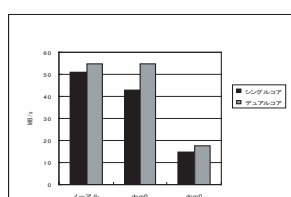


図4: ローカルディスクアクセス write

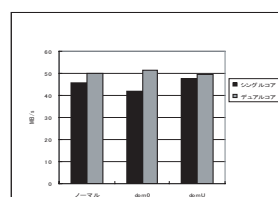


図5: ローカルディスクアクセス read

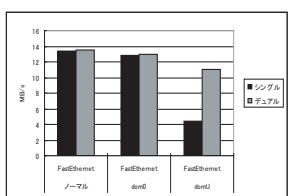


図6: iSCSI アクセス FastEthernet write

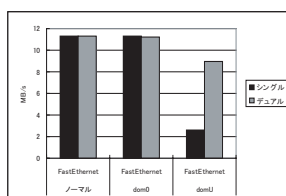


図7: iSCSI アクセス FastEthernet read

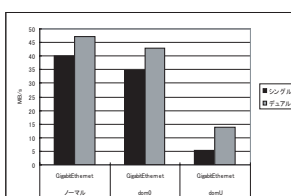


図8: iSCSI アクセス GigabitEthernet write

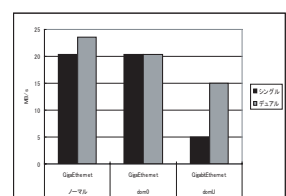


図9: iSCSI アクセス GigabitEthernet read

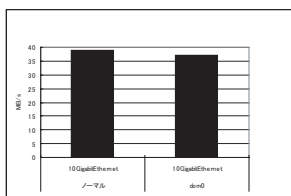


図10: iSCSI アクセス 10GigabitEthernet write

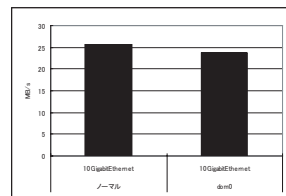


図11: iSCSI アクセス 10GigabitEthernet read

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。10GigabitEthernet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なかった。また、iSCSIのパラメータを最適化するために異なる値に設定した際にも、同様の結果となった。このことから、ボトルネックがネットワークではなく、ハードディスクアクセスなど他の部分に存在する可能性があると考えられる。

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とデュアルコアマシンにおいて、仮想環境を構築後、ソケット通信の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、GigabitEthernetと10GigabitEthernetでスループットに差が出なかった原因を解明していく。また、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
- [5] 付思宇、神坂紀久子、小口正人: "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", 情報処理学会第70回全国大会, 2008年3月発表予定。