

仮想計算機へのメモリ割当量と仮想計算機の I/O 性能に関する考察

渡邊 有貴[†] 山口 実靖[†]

[†]工学院大学情報通信工学科

1. はじめに

情報技術が普及し、データセンター等において多数のサーバ計算機が稼動するようになった。これに伴い、サーバの消費電力の増加等が問題となっている。この問題に対する解決策の一つとして、仮想化技術を用いて複数のサーバ OS を、一台の物理計算機に集約する手法がある [1]。

本稿では、代表的な仮想計算機システムである Xen を用いて、仮想計算機に与えるメモリ量と、仮想計算機の I/O 性能の関係性について調査し、その結果から各キャッシュの動作と I/O 性能の関係について考察する。

2. 仮想計算機に与えるメモリ量

仮想化環境では、ホスト計算機のメモリの一部が VM (仮想計算機) に割り与えられる。VM に多くのメモリを与えると VM が多くのキャッシュメモリを使用可能となり、VM におけるディスクキャッシュヒット率は向上するが、ホスト計算機におけるキャッシュヒット率は低下すると考えられる。

3. 性能評価

適切な VM へのメモリ割当量について考察するために、VM メモリ割当量を変更して I/O 性能を測定した。使用したホスト計算機の仕様は、CPU は AMD Athlon 64 X2 2.7GHz, メモリは 8GB, HDD は 500GB, OS は CentOS5.3 x86_64 Linux 2.6.18.8, Xen のバージョンは 3.3.1 である。

3.1 FFSB

I/O ベンチマークソフト FFSB を用いて、I/O 性能を測定した。一台の物理計算機に 6 台の VM を起動し、全ての VM で FFSB を実行した。VM メモリ割当量は 128MB, 1GB とし、データサイズは 64MB, 4GB とした。測定結果を図 1 の”非 DIRECT”の線にて示す。図内の”DIRECT”の線については 3.3 節にて後述する。図 1 より、FFSB の測定では VM に与えるメモリ量が多い方が良い性能が得られることが分かった。

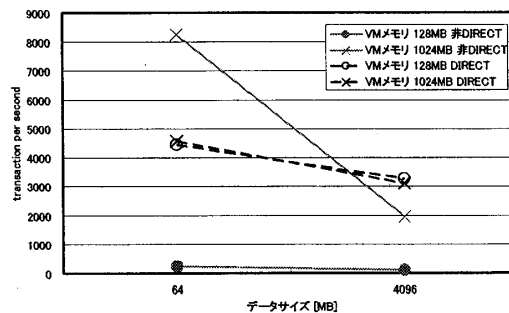


図 1 FFSB 測定結果

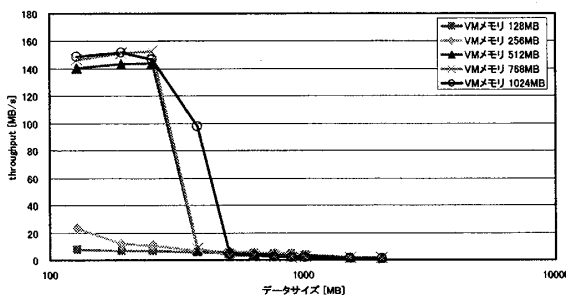


図 2 Postmark 測定結果 (全体図)

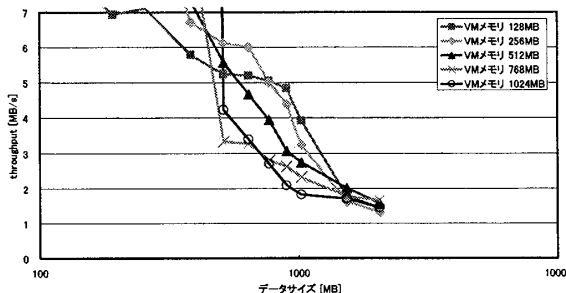


図 3 Postmark 測定結果 (拡大図)

3.2 Postmark

同一計算機に 6 台の VM を起動し、全 VM で I/O ベンチマークソフト Postmark を実行し、I/O 性能を測定した。VM メモリ割当量は 128MB, 256MB, 512MB, 768MB, 1GB であり、データサイズは 128MB, 192MB, 256MB, 384MB, 512MB, 640MB, 768MB, 896MB, 1GB, 1.5GB, 2GB である。測定結果を図 2, 3 に示す。図より Postmark の測定においては、データサイズが小さい場合は VM にメモリを与えた方が良い性能が得られ、データサイズが大きい場合は VM に多くのメモリを与えない方が良い性能が得られることが分かった。

A Study for Optimal VM Memory Size in Virtualized Environment

Yuki WATANABE[†], Saneyasu YAMAGUCHI[†]

[†]Department of Information and Communications Engineering, Kogakuin University

3.3 FFSB (DIRECT I/O)

3.1 節と同様の測定を DIRECT I/O を用いて行った。測定結果を図 1 の”DIRECT”の線にて示す。図よりファイル総容量が大きくキャッシュヒット率が低い場合は DIRECT I/O を有効にした方がよい性能が得られることが分かった。

4. VM とホスト計算機のキャッシュの動作

前章の結果より、ワークロードのデータサイズが小さく VM のメモリキャッシュに納めることが可能である場合は、VM に多くのメモリを与えた方がよい性能が得られることが分かった。

これに対して、ワークロードのデータサイズが大きく VM のメモリキャッシュに納めることが不可能である場合は、VM に多くのメモリを与えるべきか否かはワークロードに依存することが分かった。

また、ワークロードが FFSB の例においては、VM のメモリキャッシュの効果が期待できない場合は VM に多くのメモリを与えず、VM にて VM のメモリキャッシュを無効化した I/O を行うことが好ましいことも分かった。

これらの性能と、VM のキャッシュとホスト計算機キャッシュの動作の関連を調査するために、各層における I/O 量がどのように変化するかを調査した。具体的には、(1) アプリケーションが発行した I/O 要求の量、(2) VM の仮想ディスクに到着した I/O 要求の量、(3) ホスト計算機ディスクに到着した I/O 要求の量を比較した。(1)と(2)の間には VM のディスクキャッシュが存在し、(2)と(3)の間にはホスト計算機のディスクキャッシュが存在する。

データサイズが 64MB(VM のメモリキャッシュに格納可能)で FFSB を行った際のアプリケーション層、VM ディスク層、ホスト計算機ディスク層の各層における I/O 量を図 4 に示す。図より、VM に多くのメモリを与えた場合は VM のキャッシュが効果的に機能し VM ディスク層における I/O 量が大幅に削減されていることが分かる。

データサイズ 4GB(VM のメモリキャッシュに格納不可能)、VM メモリ割当量 128MB にて FFSB を行った際の各層における I/O 量を図 5 に示す。図より、DIRECT I/O が有効でない場合は、各層を経由することにより I/O 量が大幅に増加してしまうが、DIRECT I/O を有効にした場合は、この増加が抑えられていることが確認できる。

5. まとめ

本稿では、仮想計算機に与えるメモリ量と、仮想計算機の I/O 性能の関係性について調査した。

その結果、ワークロードのデータを VM のキャ

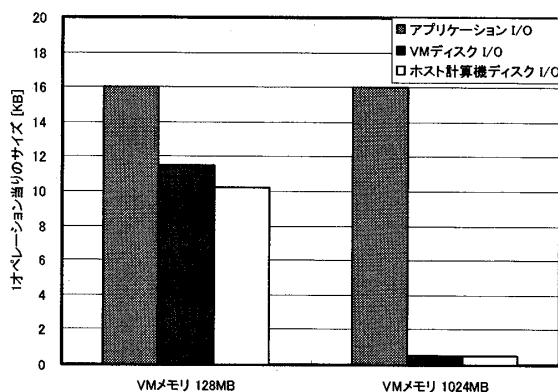


図 4 FFSB, データサイズ 64MB 時の各 I/O 要求量

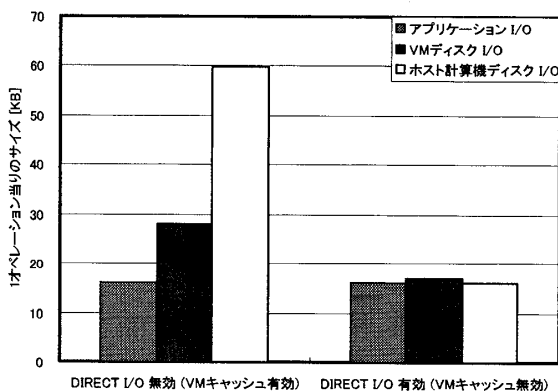


図 5 FFSB, データサイズ 4GB 時の各 I/O 要求量

ッシュに格納することが可能である場合は VM に多くのメモリを与えた方が性能が良くなり、格納することが不可能である場合はワークロードにより性能の優劣が変わった。

また、各測定においてアプリケーション、VM ディスク、ホスト計算機ディスクにおいて発生した I/O 量を比較したところ、ワークロードのデータサイズが小さいときは VM のキャッシュにより I/O が大幅に削減されていること、データサイズが大きいつきにはキャッシュを無効化しないと I/O が大幅に増加してしまうことが確認された。

今後は、ワークロードのデータサイズが大きい場合において VM のキャッシュを無効化しないと I/O 量が大幅に増加してしまう理由の調査、I/O 性能の向上手法に関する検討を行う予定である。

参考文献

[1] 越智俊介, 山口実靖, 浅谷耕一, “仮想計算機 KVM によるサーバ統合におけるサーバ性能の向上”, DEWS2008 D5-4