

仮想化環境における読込書込比率を考慮した動的 VM メモリ割当

坂本 雅哉† 山口 実靖†
† 工学院大学

1. はじめに

近年、情報技術の普及により、サーバの消費電力の増加、設置スペースの肥大化が問題となっている。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]。

本研究では、Xen によって提供される VM で、メモリ割当量、読込書込比率、キャッシュヒット率、I/O 性能の関係性について調査を行い、読込書込比率、キャッシュヒット率を考慮した VM メモリ割当量の最適化の手法を提案する。

2. xenballoon

xenballoon とは、Xen が持つ機能であり、VM に割り当てるメモリ量の変更を動的に行う機能である。メモリ割り当てを行うために考慮するパラメータは、VM 内のプロセスが使用するメモリである。

また、xenballoon は VM 上でデーモンとして動作し、プロセスメモリを観察し、VM の要求メモリ量を決定する。この手法は、ページキャッシュとして使用されるメモリを考慮していないため、I/O 性能の低下を招くと考えられる。

3. キャッシュヒット率、読込書込比率とスループットの関係性

キャッシュヒット率、読込書込比率と VM 上の I/O アプリケーションのスループットの関係を調査した。

関係を調査するため、VM 上でランダムアクセスベンチマークを実行した。ベンチマークでは、VM 内ファイルシステム上に 1MB のファイルを 5000 個 (5000MB) 作成し、これらのファイルに対して読込書込が混在するアクセスを行った。実験に用いた物理計算機の仕様 CPU Phenom II x4 925, メモリ 8GB, HDD 1TB, ホスト OS と仮想化システムは Linux 2.16.32.57, Xen 4.1.2, 仮想計算機とゲスト OS はメモリ 512MB から 7000MB, Linux 2.6.18.8 である。

調査結果を図 1 に示す。図 1 の r は読込比率、 w は書込比率を表している。図 1 より、読込比率が高いと、メモリ量を増やすことによる性能向上の程度が大きく、読込比率が低いとメモリ量を増やすことの影響が小さいことがわかる。

また、読込比率が高いものでも、キャッシュヒット率が高いものの方がメモリ割り当てを増やすことの影響が大きいことが分かる。

Dynamic VM Memory Allocation Based on Read/Write Ratio

Masaki Sakamoto†, Saneyasu Yamaguchi†
† Kogakuin University

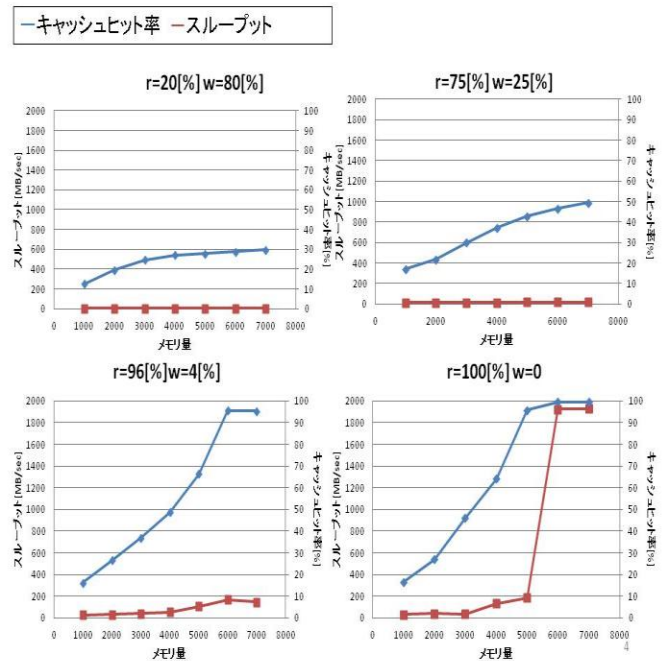


図 1 読込書込比率とスループットの関係

4. 既存手法

VM の I/O 性能向上を目的として VM メモリ割り当て量を調整する手法として、キャッシュヒット率に基づく手法[1]がある。

この手法は、各 VM のキャッシュヒット率を監視し、メモリ割り当て効率の良いキャッシュヒット率の高い VM にメモリ割り当てを行う。しかし、読込処理のみを考慮しており、読み書きが混同する環境では、適切な割り当てが行えないと考えられる。

5. 提案手法

本章では、読込書込比率とキャッシュヒット率を監視し、それを元に VM にメモリ割り当てを行う「読込書込とヒット率監視手法」を提案する。

本手法では、各 VM のキャッシュヒット率、読込書込比率をホスト OS に渡し、以下のルールで各 VM へのメモリ割当を決める。

1. 全 VM からメモリ割当量を β % 減少させ、再配分用メモリとする。

2. キャッシュヒット率が 98% 以上の VM を除く全ての VM にメモリを (読込比率)² × (キャッシュヒット率) の値によりで比例配分する。

以上のルールにより、読込比率が高い VM ほどメモリを多く与えることができる。

6. 性能評価

提案手法が VM に適切なメモリ割当を行えているか確認するため、評価実験を行った。実験では、Xen を用いて 1 台の物理計算機上に 3 台の VM を立ち上げ、全 VM 上で同時にベンチマークを実行し、I/O 性能を測定した。各 VM のベンチマークデータサイズは 1 個(1MB)~10000 個(10000MB)の範囲でランダムに動的に変更させ、読込比率は 68[%]~100[%]の範囲でランダムに動的に変更し、10 分の測定を 10 回行った。実験に用いた計算機の仕様は 3 章の実験と同様である。

β を 10-20[%]とした評価実験の結果を図 2, 3, 4, 5 に示す。提案手法、既存手法、静的割り当て手法の平均スループットを図 2 に、提案手法を用いて測定を行った際の各 VM のメモリ割り当て量の変化の推移を図 3, 4, 5 に示す。

図 2 より、既存手法、静的割り当てより提案手法の方が性能は高く、提案手法が有効であることが分かる。また、図 3, 4, 5 より、ベンチマークデータサイズに適したメモリ割り当てが行われていることが分かる。

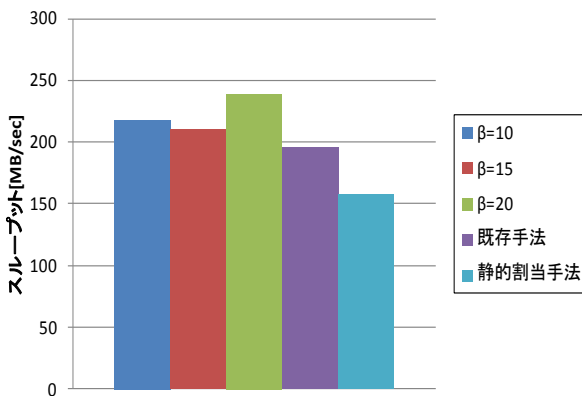


図 2 性能評価

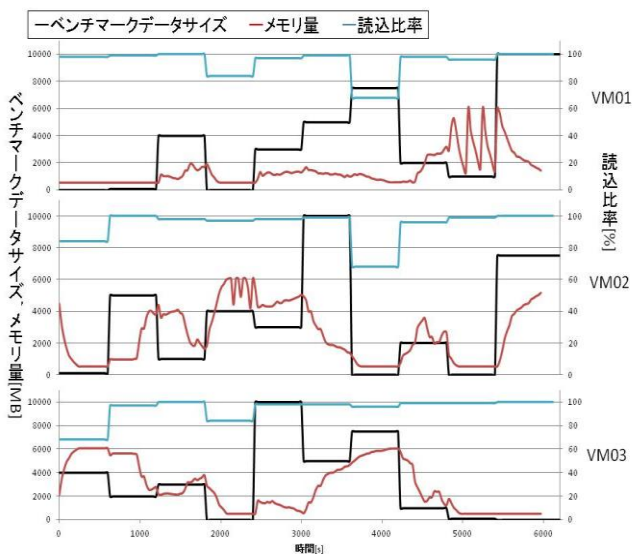


図 3 ベンチマークデータサイズと VM のメモリ量の関係($\beta=10$)

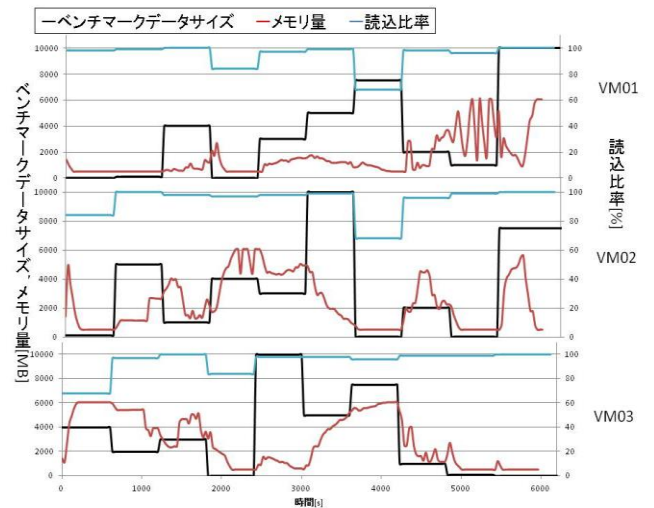


図 4 ベンチマークデータサイズと VM のメモリ量の関係($\beta=15$)

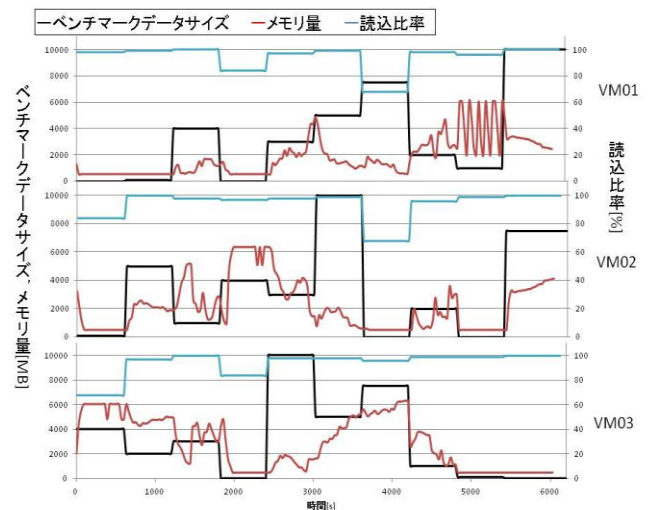


図 5 ベンチマークデータサイズと VM のメモリ量の関係($\beta=20$)

7. おわりに

本研究では、VM への動的メモリ割り当てを改善するため、読込書込比率、キャッシュヒット率を考慮した手法を提案した。

また、評価実験により、提案手法の性能が既存手法、静的割り当てより優れていることが分かり、提案手法の有効性が確認された。

今後は、データベースなどの応用を用いての評価を行っていく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 24300034, 25280022 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 坂本 雅哉, 山口 実靖, " 仮想化環境におけるキャッシュヒット率を考慮した VM メモリ割当", 第12回情報科学技術フォーラム FIT 2013 RC-009, 2013