

仮想ディスクイメージのブロック再配置による仮想計算機の I/O 性能向上に関する考察

山田 将也[†] 山口 実靖[†]
 工学院大学情報通信工学科[†]

1. はじめに

近年、計算機システムで扱うデータが爆発的に増加している。これらのデータを高速に処理するために、ストレージデバイスには高い I/O 性能が要求されるようになってきている。しかし、主なストレージデバイスである HDD はその機械的構造からデータへのランダムアクセスの性能が高くない。この状況を改善するために連続アクセスされるファイルを近隣に配置し、ランダムアクセス性能を向上させる研究が行われている [1][2]。

仮想化技術はサーバシステムにて用いられることが多いが、これらの応用例の中には DB サーバや Web サーバのようにアクセスが集中する領域(ホットスポット)が既知であるものも多い。

本研究では、VM(仮想計算機)のイメージファイルのブロックの中で頻繁にアクセスされる領域を調査し、それらを近隣に配置し VM の I/O 性能の向上を実現する手法を提案する。

2. データの再配置による I/O 性能向上手法

アクセスするデータを近隣に配置することにより性能を向上させる手法として Free Space File System(FS2)がある [1]。FS2 はファイルシステム ext2 を改変したものであり、空きブロックにファイルのレプリカを配置しランダムアクセス性能を向上させるものである。

これを更に改善した手法に、ブロックレベル複製配置手法 [2] がある。この手法ではブロック単位でアクセス順にデータを配置することにより、HDD ヘッドの移動に加えディスクの回転待ち時間も減少させ性能を向上させている。

3. 提案手法

複数の VM が稼働する環境では、物理 HDD のヘッドが各 VM イメージファイル間の移動を繰り返す。一般に VM イメージファイルはサイズが大きく、この移動が性能劣化の大きな原因となる。

通常 1 つの VM イメージファイルは、HDD 上に連続配置されているが、本研究では図 1 の様に

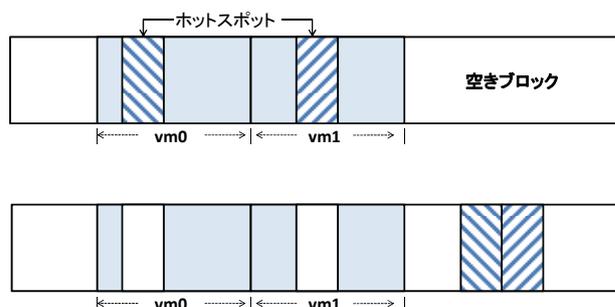


図 1. 提案手法の動作例

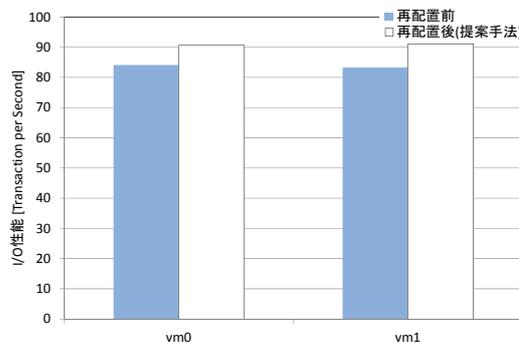


図 2. VM2 台の FFSB 実行結果

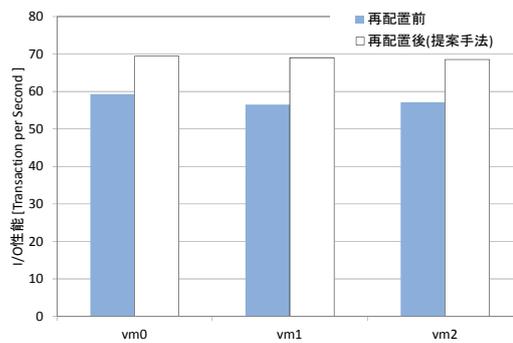


図 3. VM3 台の FFSB 実行結果

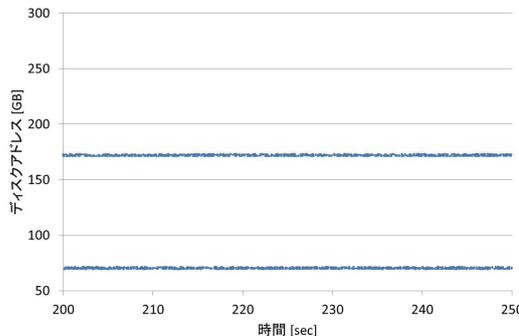


図 4. 再配置前のアクセス分布 (稼働数 VM2 台)

A study on VM I/O Performance Improvement by Optimizing Block Layout of VM Disk Image Files
 Masaya YAMADA[†], Saneyasu YAMAGUCHI[†]
[†]Department of Information and Communications Engineering, Kogakuin University

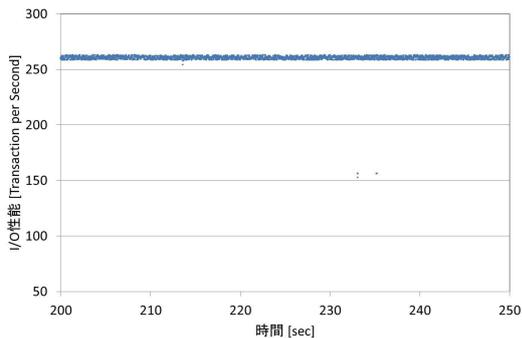


図 5. 再配置後(提案手法)のアクセス分布(VM2 台)

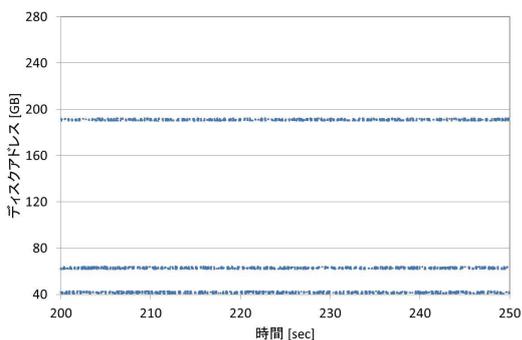


図 6. 再配置前のアクセス分布(VM3 台)

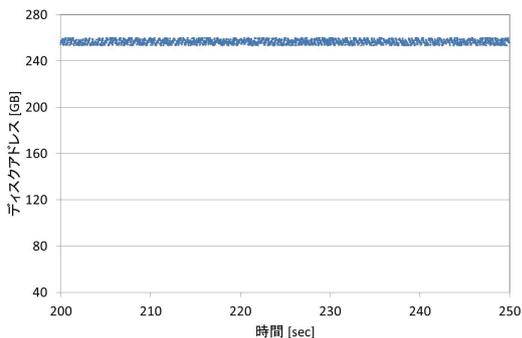


図 7. 再配置後(提案手法)のアクセス分布(VM3 台)

各イメージファイルのホットスポットのみを近隣に集め VM の I/O 性能を向上させる手法を提案する。

4. 性能評価

1 台の物理計算機上で仮想化ソフトウェア(Xen)を用いて複数台の VM を立ち上げ、各 VM 上でベンチマークソフト FFSB(Flexible File System Benchmark)を実行し、I/O 性能を測定した。その際、ディスクイメージレイアウトを変更しない手法と、ホットスポットを近隣に再配置した提案手法の 2 通りの手法で測定を行い、性能を比較した。

ホスト計算機の実 HDD 容量は 1[TB]である。各 VM の仮想 HDD サイズは 100[GB]であり、VM は 3 台作成した。提案手法では各 VM よりホットスポット 2[GB]を移動した。ディスク上でのデータの

再配置は、ファイルシステム(ext2)の inode テーブル内のデータブロック情報を変更することにより実現した。2 台の VM を稼働させての実験の結果を図 2 に、3 台の VM を稼働させての実験の結果を図 3 に示す。

図 2, 3 より、提案手法により VM の I/O 性能が、VM2 台の場合は約 10%, VM3 台の場合は約 20%向上することが分かる。

5. 考察

FFSB 実行中に発行された実 HDD へのアクセス要求を調査した。稼働 VM 数 2 台における再配置前と再配置後(提案手法)の発行 I/O の分布を図 4, 5 に示す。図 4 より、再配置前はアドレス 70[GB]付近、170[GB]付近へのアクセスが多数発生しており、再配置後は多くのアクセスが 250[GB]付近へのアクセスであることがわかる。

同様に、稼働 VM 数 3 台における再配置前と再配置後の発行 I/O の分布を図 6, 7 に示す。再配置前は、40[GB]付近、60[GB]付近、190[GB]付近に I/O が集中しているが、再配置後は 255[GB]付近に集中していることがわかる。

また、稼働 VM 数 2 台のときより、稼働 VM 数 3 台のときの方が性能向上率が高いが、これは VM 数が多きときの方が VM 間の移動による性能劣化が大きいからであると考えられる。

6. おわりに

本研究では、仮想ディスクイメージのブロックを再配置することによって、仮想計算機の I/O 性能を向上させる手法を提案した。そして、性能評価を行い本手法の有効性を確認した。

今後は、動的再配置の実現方法について考察していく予定である

謝辞

本研究は科研費(22700039)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Hai Huang, Wanda Hung, Kang G. Shin "FS2: Dynamic Data Replication in Free Disk Space for Improving Disk Performance and Energy Consumption", SOSP'05, pp. 263-276, October. 2005.
- [2] 千田霞, 山口実靖, "ディスク空領域を用いるファイル複製手法におけるディスク回転待ち時間低減に関する考察" 情報処理学会 第 72 回全国大会講演論文集 4L-5