

# 仮想化環境におけるデータ再配置手法の性能評価

山田 将也<sup>†</sup> 山口 実靖<sup>†</sup>

工学院大学大学院工学研究科電気・電子工学専攻<sup>†</sup>

## 1. はじめに

I/O 性能の向上を実現する手法の一つに HDD 上のデータの配置を変更する手法があり、これまで研究されてきている [1-4]. しかし、これまでに提案されてきた再配置手法は仮想計算機 (VM) 環境を想定しておらず、これらの手法を工夫なく VM 環境に適用しても得られる性能向上は限定的であると予想される. また VM は Web サーバや DB サーバなどに用いられることが多く、このような使用方法の場合は頻繁にアクセスされる領域 (ホットスポット) が既知であることが多い. よって、その領域の移動による I/O 性能の向上が効果的に行えると期待できる. そこで我々はこれまでに VM 環境に適した再配置手法を提案してきた [5].

本稿では、提案手法の性能評価、データ再配置後にホットスポットが変化した場合の I/O 性能の調査及び、データ再配置によって仮想 HDD イメージファイルの連続性が失われることが性能に与える影響について調査した.

## 2. 既存研究

初期のディスクレイアウトの理論に関する研究として文献 [1] がある. 文献 [1] では、最高頻度アクセスデータをストレージの中央に配置する organ pipe 手法がランダムアクセスに適していることが示されている.

FFS [2] にて、関連するデータブロックと inode をディスク上の近隣に配置することにより I/O 速度を向上させる方法が提案されている.

Smart File System [3] では、ファイルシステムが実行時アクセスパターンを観察し、高頻度アクセスデータを予約領域に移動を行っている.

FS2 [4] では、ファイルの複製を用いて連続アクセスされるファイル、あるいはその複製を近隣に配置することによりさらなる高速化を実現している.

## 3. 仮想化環境を考慮したデータ再配置手法

VM 環境では、ホスト OS のファイルシステム (ホスト FS) 上に巨大なイメージファイルが作成



図 1. 仮想化環境を考慮したデータ再配置手法

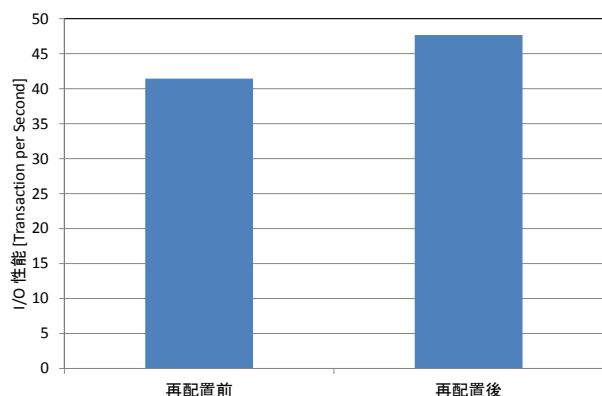


図 2. I/O 性能 (提案手法)

され、そのイメージファイルの中にゲスト OS のファイルシステム (ゲスト FS) が構築される.

ホスト FS のブロック使用状況管理においては、イメージファイルにより確保されている全領域が使用中としてみなされる. しかし、このイメージファイルの中にゲスト FS が構築され、ゲスト FS がこのイメージファイルの各ブロックを使用中あるいは未使用として分類する. すなわち、ホスト FS においては使用中と扱われるがゲスト FS においては未使用と扱われる領域があり、この領域は実質的に未使用領域であり、ゲスト FS における新規領域確保時を除いて使用されることがない. 本手法では図 1 の様に、ゲスト FS における未使用領域にホットスポットを移動する. これにより、巨大なシークを削減し VM の I/O 性能を向上させることが可能である [5].

## 4. 性能評価

### 4.1. 提案手法の性能評価

提案手法の有効性を確認するために性能評価実験を行った. 1 台の物理計算機上に 3 台の VM を稼働させ、それらの VM 上でベンチマークソフト FFSB を実行し、提案手法を適用前後の性能を測定した. 実 HDD の容量は 1 [TB] で各 VM の仮想 HDD イメージファイルの大きさは 100 [GB] である.

Performance Evaluation of Image File Layout Reorganization in Virtualized Environment

<sup>†</sup>Masaya Yamada <sup>†</sup>Saneyasu Yamaguchi

<sup>†</sup>Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University Graduate School

実計算機のメモリの容量は 4[GB], VM に割り当てるメモリの容量は 256[MB]である. FFSB のデータサイズは VM メモリの 8 倍となる 2[GB]とした. これはキャッシュの影響が大きく現れないようにするためである.

測定結果を図 2 に示す. 図 2 より, 提案手法を適用することにより VM の I/O 性能が向上することを確認した. これは, 提案手法を適用する前に 63 [GB], 171 [GB], 292 [GB]にあったホットスポットを 63 [GB]付近に集中させることにより, 200 [GB]以上の巨大なシークを削減したためである.

#### 4.2. ホットスポット変化時の性能評価

提案手法適用場所以外にホットスポットが移動した場合の性能の変化を調査した. 測定方法と環境は 4.1 に示した物と同様である.

測定結果を図 3 に示す. 図 3 より, ホットスポットが変化した場合, 再配置前後で I/O 性能に変化が見られず, 提案手法は, 適用場所以外の場所に対して負の影響を与えないことが分かる. また, 新しいホットスポットを再配置すれば再び性能向上すると考えられる.

#### 4.3. シーケンシャルリードの性能評価

提案手法を適用することにより, 仮想 HDD イメージファイルのホスト FS 上における連結性が失われる. そこで, 提案手法がシーケンシャルリードの性能に与える影響について調査した. 実験環境は 4.1 と同様である.

測定結果を図 4 に示す. 図 4 より再配置前後でシーケンシャルリードにかかる時間に変化はなく, 提案手法の適用による性能劣化は無いことがわかった.

#### 5. おわりに

本稿では VM 環境を考慮したデータ再配置手法の性能評価を行った. 評価の結果, 再配置を行うことにより, VM の I/O 性能の向上を確認した. また, 提案手法適用後にホットスポットが変化した場合や, シーケンシャルリードを実行した場合に I/O 性能が劣化しないことが確認できた.

今後は, 動的な再配置の実現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, 24300034)の助成を受けたものである.

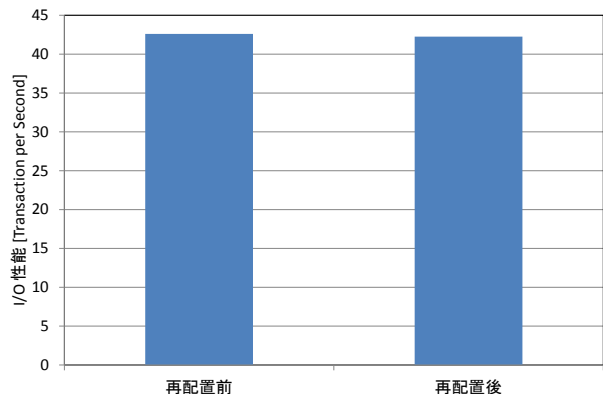


図 3. I/O 性能(ホットスポット変化時)

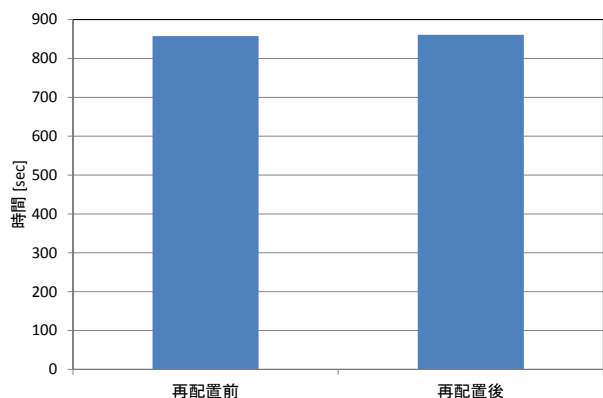


図 4. シーケンシャルリード性能

#### 参考文献

- [1] C.K. Wong, "Algorithmic Studies in Mass Storage Systems," Computer Sciences Press, 1983.
- [2] M.K. McKusick et al., "A Fast File System for UNIX," ACM Transactions on Computing Systems (TOCS), 2(3), 1984.
- [3] C. Staelin and H. Garcia-Molina, "Smart Filesystems," USENIX Winter, 45-52, 1991. 2001.
- [4] Hai Huang, Wanda Hung, Kang G. Shin "FS2: Dynamic Data Replication in Free Disk Space for Improving Disk Performance and Energy Consumption," SOSPP'05, pp. 263-276, October. 2005.
- [5] Masaya Yamada, Saneyasu Yamaguchi, "Filesystem Layout Reorganization for Virtualized Environment with Two Filesystems", The 9th IEEE International Conference on Autonomic and Trusted Computing, September 2012