

ストレージ負荷を考慮した オンメモリ型低負荷データマイグレーション

小山 芳樹[†] 山田 将也[‡] 山口 実靖[‡]

[†]工学院大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻

[‡]工学院大学 工学部 情報通信工学科

1. はじめに

ストレージ装置の I/O 速度の高速化手法の 1 個に、ストレージ間データマイグレーションによる負荷分散があり、成果を上げている[1]。しかしストレージ間データマイグレーションによる負荷分散には、マイグレーション中に高負荷ストレージの負荷をさらに増加させしめようという課題がある[1]。この課題に対して、本研究ではマイグレーションシステムがファイルシステムと連携することによりメインメモリキャッシュを効果的に活用し、低負荷でのマイグレーションを実現する手法を提案する。これにより高負荷ストレージからの読み込みを発生させず、高負荷ストレージのさらなる負荷の増加を抑制できると期待される。

2. ストレージ間データマイグレーションによる負荷分散

複数の物理ストレージデバイスを用いる計算機があり、ある一つのストレージにアクセスが集中している場合、その高負荷なストレージが原因でシステム全体の I/O 性能が低下してしまう。そこで高負荷ストレージ内のデータを低負荷ストレージに移動し負荷を分散し、性能を向上させる手法がデータマイグレーションである。データマイグレーションを行うには、高負荷ストレージからデータを読み込む必要があるため、一時的に高負荷ストレージの負荷をさらに増加させてしまう問題がある。アプリケーションよりアクセスファイルの情報を受けとり、この問題を回避する手法として文献[2]の手法があるが、アプリケーションの改変が必要となりこれを一般的に用いることはできない。

3. ファイルアクセス履歴を用いるオンメモリ型データマイグレーション手法の提案

本章において、高負荷ストレージに与える負荷を低く抑えてマイグレーションを行う手法を提案する。本手法では、ファイルシステムにおいて最近アクセスされたデータを管理し、これをマイグレーションの対象とする。最近アクセスされたファイルはメインメモリにキャッシュされており、これをマイグレーションする場合は(高負荷ストレージからではなく)メインメモリからデータを読み込み、低負荷ストレージに書き込みを行うことになる。よって、高負荷ストレージに加える負荷を軽減できると考えられる。ファイルアクセス履歴保持機能は、仮想ファイルシステム内に実装する。提案マイグレーションシステムはまずマイグレーションツールがファイルシステムよりアクセス履歴を取得し、メインメモリにキャッシュされているファイルの情報を取得する。そして、そのファイルをマイグレーション対象とする。結果としてマイグレーションツールは対象ファイルをメモリキャッシュから読み込み、読み込んだデータを低負荷ストレージに書き込み、最後に移動先のデータへアクセスするために inode ポインタを張り替える。

4. 性能評価

4.1. ランダムリードによる性能評価

提案手法の性能を評価した。測定を行った実験機の詳細を表1、実験環境を図1に示す。2台の HDD で単一の論理ボリュームを構築し、この論理ボリューム内でデータを別の HDD に移動することによりマイグレーションを実現した。

実験内容は以下のとおりである。論理ボリュームの前半(HDD1 の領域)に約 4MB のファイルを 1024 個配置する(これがマイグレーション前となる)。そして作成した 1024 個のファイルの半分 512 個のファイルを論理ボリュームの後半(HDD2 の領域)に移動させる(これがマイグレーション後となる)。1024 個のファイルからランダムに読みこむベンチマークプログラム実行中に上記マイグレーションを行い、ベンチマーク

Memory Cache Aware Low Overhead Data Migration
Yoshiki KOYAMA[†],

Masaya YAMADA[‡], Saneyasu YAMAGUCHI[‡]

[†]Graduate school of Electrical and Electronics Engineering,
Kogakuin University

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

表 1 実験機の詳細

CPU	AMD Athlon 1640B 2.7GHz
メモリ	DDR2 1GB
HDD	「HGST Deskstar7k1000.B」×2 容量 1TB, 回転数 7200rpm
OS	Fedora8 (カーネルLinux-2.6.23.1)
ファイルシステム	Ext2

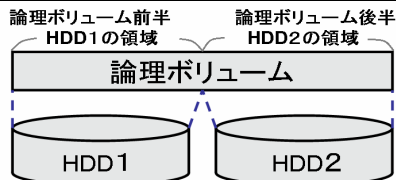


図 1 実験環境（論理ボリューム）

プログラムへの影響を測定した。従来のマイグレーション手法（非オンメモリ型）の性能を図2に提案マイグレーション手法（オンメモリ型）の性能を図3に示す。横軸が実験時間、縦軸がランダム読み込みベンチマークにおける読み込み時間である。また、マイグレーション前、マイグレーション中、マイグレーション後の平均読み込み時間の比較を図4に示す。従来手法においてマイグレーションにかかった時間は約180秒であり、提案手法ではマイグレーションにかかった時間は117秒である。よって、提案手法によりマイグレーションにかかる時間が短くなったことがわかる。また、図4より提案手法はマイグレーション負荷を低減できており、ベンチマークプログラムに与える影響が小さくなっていることがわかる。

4.2. FFSB を用いた性能評価

次に、ベンチマークソフト FFSB を用いて性能測定を行った。測定時に使用した FFSB の設定はファイルサイズ 4MB、ファイル数 1024 個、スレッド数 3 である。FFSB 実行中に 512 個のファイルのマイグレーションを行い、FFSB にて得られた性能を測定した。実験結果は図5の通りである。提案手法の方が処理性能が高いことが確認された。

5. おわりに

本稿では、ストレージ装置の I/O 速度の高速化手法の 1 個であるストレージ間データマイグレーションに着目し、その課題であるマイグレーション負荷を軽減する手法を提案した。提案手法を実装し性能評価を行ったところ、従来の非オンメモリ型より小さい負荷でデータマイグレーションを実行可能であることが確認された。今後はさらなる負荷低減についての考察、ファイルシステム内（カーネル空間内）での実装を行っていく予定である。

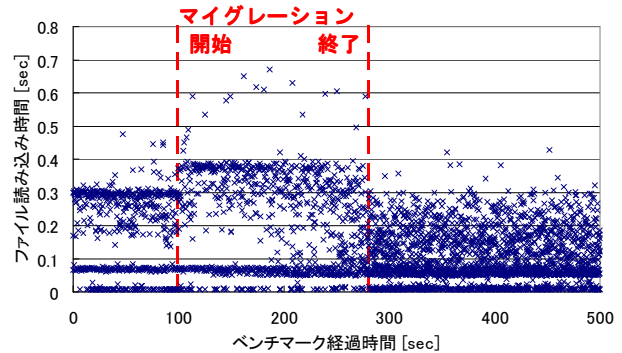


図 2 従来手法（非オンメモリ型）の測定結果

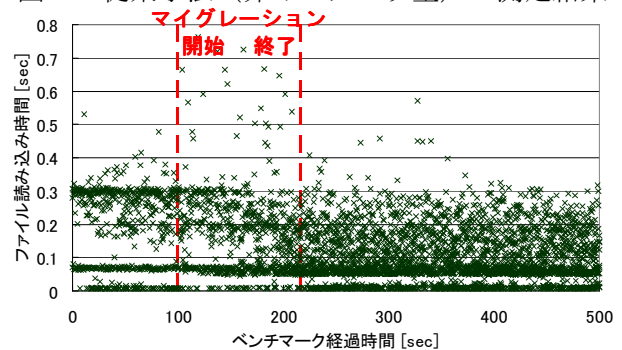


図 3 提案手法（オンメモリ型）の測定結果

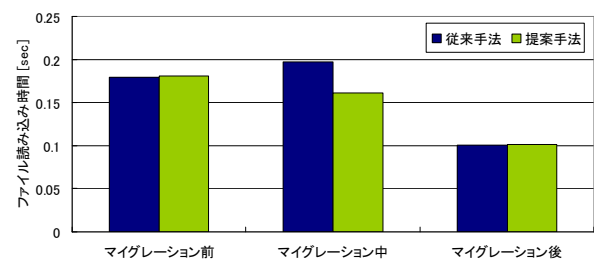


図 4 平均ファイル読み込み時間の比較

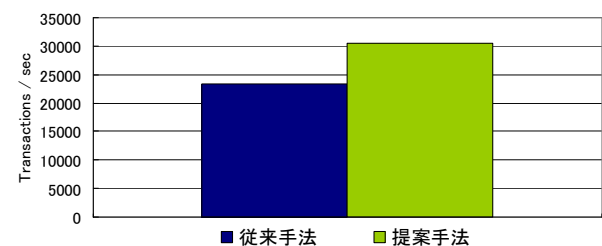


図 5 FFSB による測定結果

謝 辞

本研究は科研費（22700039）の助成を受けたものである。

文 献

- [1] 小林大, 田口亮, 横田治夫, "並列ストレージにおけるサービス性能を保った負荷均衡化の影響", 電子情報通信学会 信学技報, DE2006-129, DC2006-36
- [2] 小山芳樹, 山口実靖, "ファイルアクセス履歴を用いたオンメモリ型ストレージ間データマイグレーション", 情報処理学会 全国大会, 4L-3