

D-030

オンメモリ型ストレージ間データマイグレーションの負荷に関する考察

Performance Evaluation of Data Migration Method using Memory Cache

小山 芳樹† 山口 実靖‡

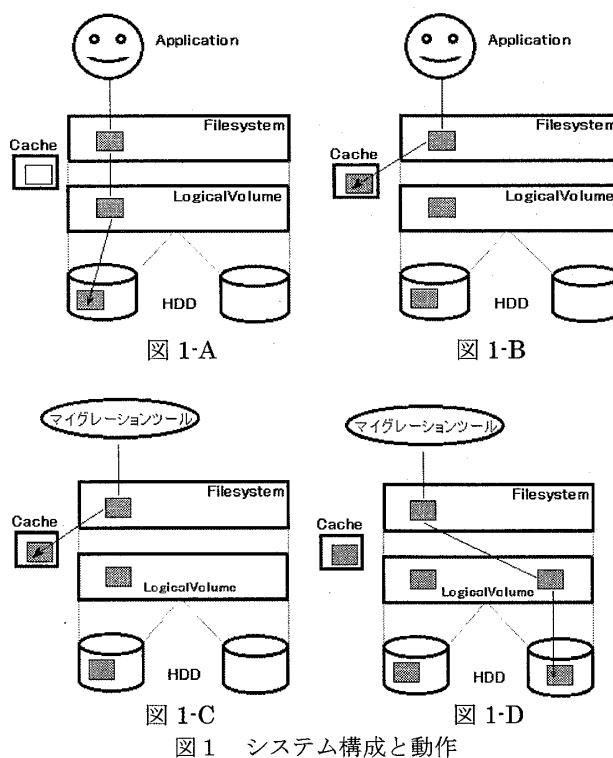
Yoshiki Koyama† Saneyasu Yamaguchi‡

1. はじめに

近年、計算機システムの普及により、計算機が扱うデータの量は爆発的に増加した。これにより、計算機システムのストレージ装置には非常に高速なデータ I/O が要求されるようになった。しかし、HDD をはじめとするストレージデバイスは急速な容量の成長は達成しているが、性能の成長は比較的緩やかな速度でしか達成しておらず、必ずしも十分な性能を提供しているとは言えない。ストレージ装置の I/O 速度の高速化手法の 1 個に、ストレージ間のデータマイグレーションによるストレージ負荷分散手法がある[1]。本研究ではファイルシステムと連携することにより低負荷でのマイグレーションを実現することを目標とし、ファイルアクセス履歴を用いるデータマイグレーション手法の性能に関する考察を行う。

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性能が低下してしまう。こ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り、大きな成果をあげている[1]。ただし、データマイグレーションを行うためには、高負荷ストレージよりデータを読み込み、低負荷ストレージに書き込む必要があるため、一時的に高負荷ストレージにさらに負荷を与えてしまうという問題点も指摘されている[2]。この問題に対し我々は文献[3]においてファイルシステムレイヤにてストレージ間データマイグレーションを行い、高負荷ストレージに与える負荷を低減する手法を提案した。そしてファイルシステムモニタのエミュレータを用いて、擬似的な性能調査を行い、本手法による負荷低減の可能性を示した。本稿では提案手法をファイルシステム内に実装し、これを用いて性能に関する考察を行う。



3. 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手法

本手法では最近アクセスされたファイルはメモリ内にキャッシュされていることに着目し、ファイルシステムと連結してデータマイグレーションを実現する[3]。システム構成と動作を図 1 に示す。図 1-A のようにアプリケーションから HDD データへのアクセスが発生すると、そのデータはメモリ内にキャッシュされる。以降の同一データへのアクセスは図 1-B のようにキャッシュから読み込むことにより行われる。本手法ではマイグレーションツールがキャッシュされているファイルの情報をファイルシステムから得て、そのファイルをマイグレーション対象とする。結果として対象ファイルは図 1-C のようにメモリキャッシュから読み込まれ、高負荷 HDD に与える負荷は小さくなると予想される。次に図 1-D のように読み込んだデータを低負荷 HDD に書き込み、最後に inode ポインタを張り替える。

† 工学院大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻,
Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University
Graduate School

‡ 工学院大学 工学部 情報通信工学科,
Department of Information and Communications Engineering,
Kogakuin University

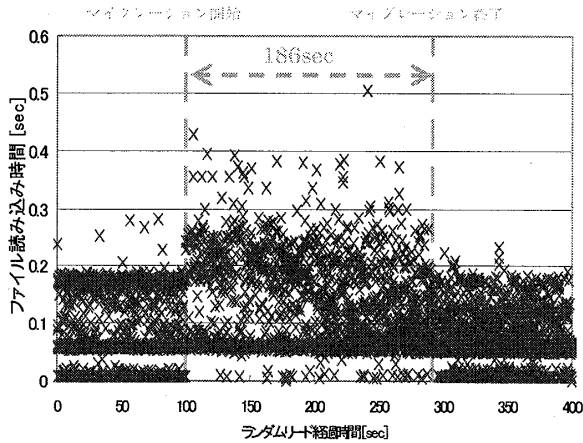


図2 従来手法 (非オンメモリ型) の結果

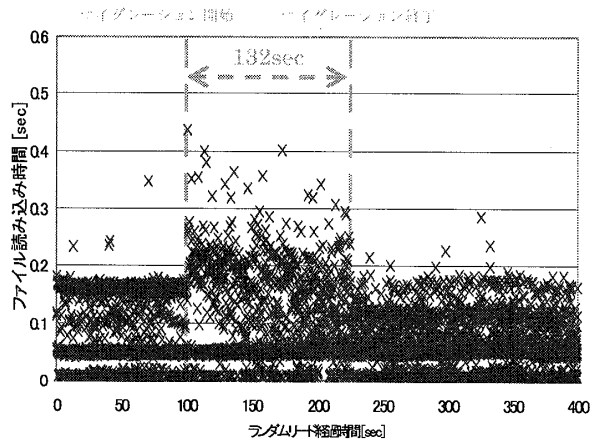


図3 提案方式 (オンメモリ型) の結果

表1 実験機の詳細

CPU	AMD Athlon 1640B 2.7GHz
メモリ	DDR2 512MB
HDD	「HGST Deskstar7k 1000.B」×2 容量 1TB, 回転数 7200rpm

4. 提案手法の性能評価

4.1 測定環境

提案手法を実装し、性能を評価した。実験機の詳細を表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。論理ボリューム内における移動であるためファイル名を保ったままの移動が可能となる。まず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である)。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である)。このマイグレーションを1024個のファイルをランダムに読みこむベンチマークプログラムの実行中に行い、ベンチマークプログラムへの影響を測定する。実装はFedora10(Linux-2.6.23.1)とext2ファイルシステムを用いて行い、ext2に「アクセス履歴の提供機能」の追加をした。

4.2 測定結果

従来(非オンメモリ型)のマイグレーション手法の結果を図2に示し、本手法(オンメモリ型)のマイグレーション手法の結果を図3に示す。また、マイグレーション前、マイグレーション中(3分割)、マイグレーション後の平均読み込み時間を図4示す。図2と図3の比較により従来手法の結果のマイグレーションにかかった時間は約186秒、それに対し本手法では132秒と、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のマイグレーション中のファイル読み込み時間を比較すると本手法はマイグレーション負荷を低減できることがわかる。ただし、依然として与える負荷が小さくないことも確認された。

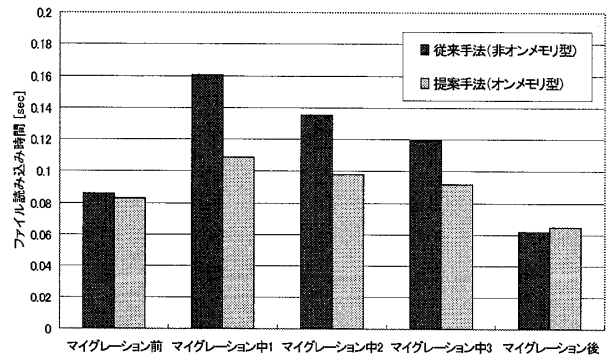


図4 平均ファイル読み込み時間

5. まとめ

ストレージ装置のI/O速度の高速化手法の1個にストレージ間のデータマイグレーションによるストレージ間の負荷分散手法あり、本稿ではファイルシステムキャッシュを用いるオンメモリ型ストレージ間データマイグレーションの性能評価を行なった。ファイルアクセス履歴取得機能をファイルシステムに実装し本手法のマイグレーション負荷を計測したところ、従来の非オンメモリ型より負荷が小さいことが確認された。今後はさらなる負荷低減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] Gerhard Weikum, Axel Moenkeberg, Christof Hasse, Peter Zabback, "Self-tuning Database Technology and Information Services: from Wishful Thinking to Viable Engineering", Proceedings of the 28th VLDB Conference, Hong Kong, China, 2002
- [2] 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
- [3] 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