

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

小山 芳樹[†] 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

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。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た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のファイル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。またそれと同時に、マイグレーションの実行時に高負荷ストレージに与える負荷の低減など更なる改善のための課題も指摘されている[1]。

3. 基本性能測定

3.1. 性能測定 1

まず、マイグレーションの効果を確認するためマイグレーション前とマイグレーション後の性能測定を行った。測定を行っ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

表 1 実験機の詳細

OS	Fedora10
CPU	AMD Athlon 1640B 2.7GHz
メモリ	DDR2 512MB
HDD	「HGST Deskstar7k 1000.B」×2 容量 1TB, 回転数 7200rpm

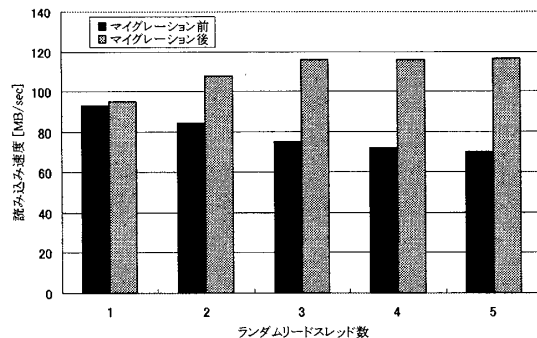


図 1 マイグレーション前後の読込速度

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。測定では論理ボリュームの前半(HDD1の領域)に約 4MB のファイルを 1024 個配置し、それらに対してランダムに読み込みをかけるベンチマークを実行し得られた性能を測った。次に論理ボリュームの前半にファイル 512 個、後半(HDD2 の領域)にファイル 512 個配置した場合の性能を測定し比較した。前者がマイグレーション前、後者がマイグレーション後である。測定結果を図 1 に示す。図より HDD の負荷を分散させることの効果が確認された。

3.2. 性能測定 2

次に、HDD 使用中にマイグレーションを実行し、高負荷 HDD にさらに負荷を与えてしまうことの影響を調査した。具体的には前述のランダムファイル読み込みベンチマーク動作中に 512 個のファイルにマイグレーション(高負荷 HDD よりファイルデータを読み込み、低負荷 HDD にデータを書き込む)を実行し、ベンチマーク性能の劣化を調査した。結果を図 2 に示す。縦軸が読み込み所要時間である。図より HDD 高負荷時にマイグレーションを行う事により HDD 性能が劣化している事がわかった。

Storage Data Migration using File Access Log

Yoshiki KOYAMA[†], Saneyasu YAMAGUCHI[‡]

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

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

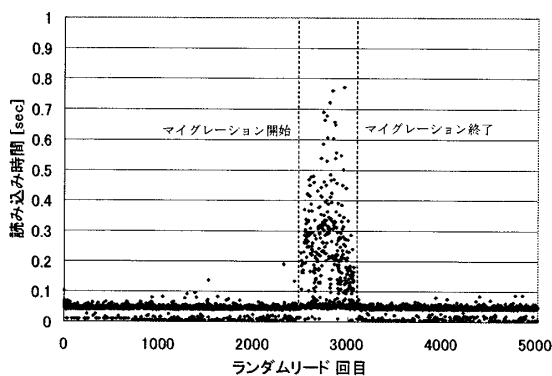


図 2 HDD 高負荷時におけるマイグレーションが HDD に与える影響

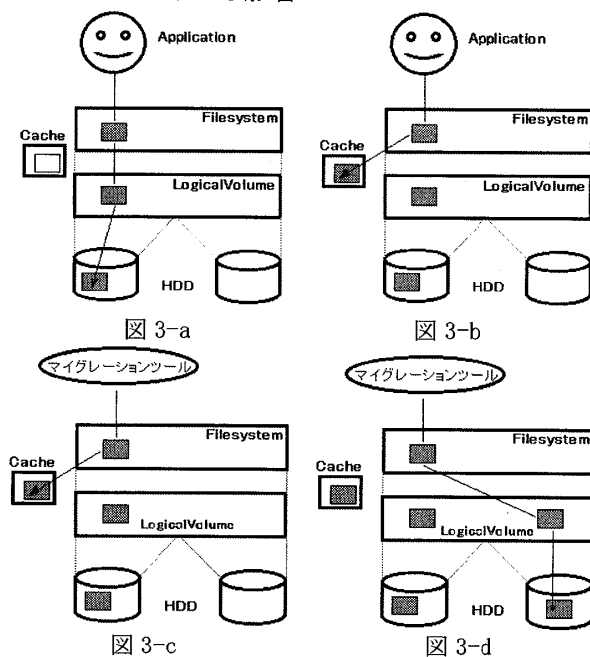


図 3 システム構成と動作

4. 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

4.1. 提案手法

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方法を提案する。システム構成と動作を図 3 に示す。図 3-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 3-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。提案手法ではマイグレーションツールがファイルシステムからキャッシュされているファイルの情報を得て、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 3-c のようにメモリキャッシュから読み込まれ、高

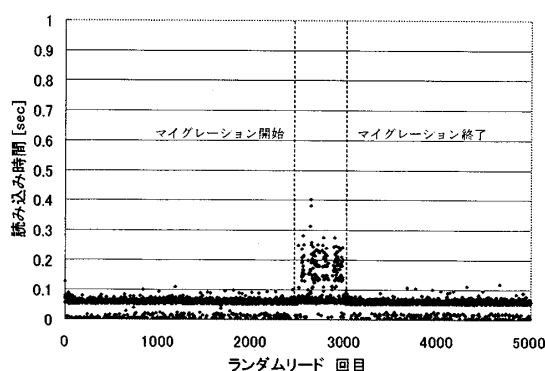


図 4 オンメモリ読み込み手法によるマイグレーションを行った時の読み込み性能

負荷 HDD に与える負荷は小さくなると予想される。次に図 3-d のように読み込んだデータを低負荷 HDD にコピーして、最後に inode ポインタを張り替える。

4.2. 評価

本提案手法ではファイルアクセス履歴はファイルシステムから得るが、ベンチマークから履歴を得る簡易マイグレーションシステムを実装し、その性能を測定した。3.2 節と同条件での測定結果を図 4 に示す。図よりオンメモリ読み込み手法によりマイグレーション負荷は大きく低減できることがわかるとともに、依然として与える負荷が小さくないことが確認された。

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、負荷分散により性能が向上することを確認した。しかし高負荷 HDD のファイルデータをマイグレーションする時に高負荷 HDD に一時的に更に負荷を与えることになるためファイルアクセス履歴を取得しオンメモリでストレージ間データマイグレーションを行う手法を提案した。簡易実装を用いて本手法のマイグレーション負荷を計測したところ、非オンメモリ型より負荷が小さいことが確認された。今後は実際にファイルアクセス履歴を取得する機能を実装しメモリにキャッシュされているデータを用いてマイグレーションを可能にする。

参考文献

[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