

ディスク空き領域を用いるレプリケーション手法における複製数の増加による性能向上

窪田 将希[†] 山口 実靖[†] 浅谷 耕一^{†*}

工学院大学[†] 工学院大学大学院[‡]

1. はじめに

近年、情報処理システムで処理する情報量が爆発的に増加する情報爆発時代となっている。この爆発的に増大した情報を高速に処理するために、ストレージシステムには非常に高い性能が要求されるようになってきている。しかし、主たる情報蓄積装置である HDD はその機械的構造から情報へのランダムなアクセスの性能が高くない、高速なデータ処理の実現は容易ではない。これに対して HDD の容量は著しい速度で増加をしており、多くの情報処理システムが使用されていない記憶領域を大量に有している。この状況を考慮し、同一の HDD の空き領域内にデータの複製を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]。本研究では複製の数を増加させることによりこれを発展させ、更なる性能向上を実現すること目的とする。

2. ディスクアクセス時間とファイルシステム

ディスクアクセス性能とは HDD などディスク状メディアにファイルへアクセスする際の処理性能である。ディスクアクセス時間は、ヘッドがディスクの目的トラックへの移動する時間のシーク時間、ヘッドが移動完了後にディスクが目的のセクタへ回転するまでの時間の回転待ち時間、データ転送時間の 3 つによって成り立っている。ディスクアクセス時間の大部分をシーク時間、回転待ち時間が占めている。

ファイルシステムはファイルを作成、配置する際にアクセスパターンを想定せずに配置を行う。そのため、連続してアクセスされるファイルが離れて配置された場合にはシーク時間が増加し、ディスクアクセス性能が低下する場合がある。

シーク時間は、連続してアクセスされやすいファイルを近隣に配置することによってシーク時間を短縮することが可能である。

ここで、ヘッドのシーク時間の短縮によるファイルアクセス性能向上を目的としたレプリケーション手法である FreeSpaceFileSystem について取り上げる。

3. FreeSpaceFileSystem(FS2)

FS2 は、ファイルシステムの Ext2 を改変したものであり、ディスクの大容量化により生じた空きブロックの増加に着目し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[1]。具体的にはアクセスパターンの観察に基づき連続アクセスするファイルのレプリカを近隣に配置し、HDD のヘッドの移動量を減少させることによるアクセス性能を向上させる。図 1 に動作例を示す。

この例ではファイル 0,1,2 の順にアクセスが行われる。従来ではファイル 1 が離れているためにシーク距離が増加している。そこで、ファイル 1 のレプリカをファイル 0, 2 の近隣に配置することによりシーク時間の短縮が可能となる。それによりアクセス性能を向上している。

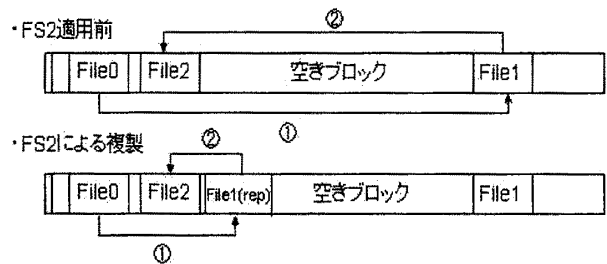


図 1 FS2 における再配置手法

4. 提案方式

従来方式である FS2 において、空き領域へのファイルの複製および配置は 1 箇所のみで行われている。

そこで、本研究では空き領域へのレプリカのファイル数を増加して配置させることにより、更なるディスクアクセス性能向上を実現させる手法を提案する。

5. 実験

5.1 HDD アクセスパターンの調査

アプリケーションの HDD アクセスパターンの調査として、アプリケーションを起動する際に発生するストレージ読み込みのアドレスの取得を行った。アプリケーションには Firefox と OpenOffice を用いた。実験環境を表 1 に示す。

Performance Improvement of Free Disk Space Replication by Increasing Number of Replications

[†]Masaki KUBOTA [†]Saneyasu YAMAGUCHI

^{†*}Koichi ASATANI

[†]Kogakuin University

[‡]Graduate School of Kogakuin University

また、各アプリケーションのアクセスパターンの測定結果を図2、図3に示す。

表1 実験環境

OS	FedoraCore6
CPU	Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 2.80GHz
Kernel	Linux2.6.18.8
HDD	WDC WD1200JB-75CRA0
回転数	7200rpm
容量	120GB

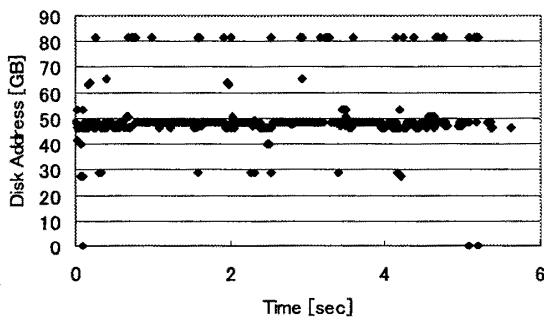


図2 Firefoxにおけるアクセスパターン

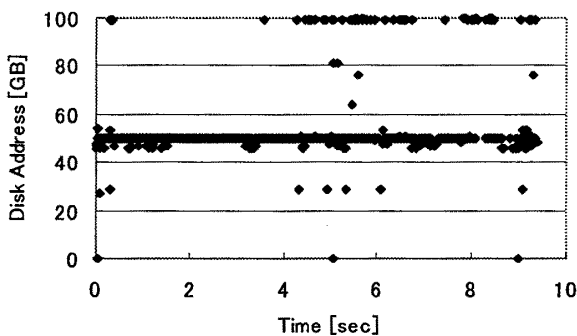


図3 OpenOfficeにおけるアクセスパターン

図2よりアドレス50GB付近にアクセスが集中していることが分かる。この周辺にアプリケーションが配置されていると考えられる。80GB付近における他のアクセスが確認できる。これはアプリケーション以外のファイルを読み込んでいると考察できる。図3においても同様に50GB付近にアプリケーションが配置されていると考えられる。これらのファイルを複製し、アプリケーション付近に複製を配置することによってアクセス速度の改善できると考えられる。

5.2 性能測定

図2におけるアクセスパターンを元に80GB付近へのブロックのレプリカを50GB付近の空き領域に配置をした場合を想定し、ストレージアクセス性能の測定を行った。レプリカを用いない従来手法とレプリカを用いる手法の測定結果を図4の従来手法、複製手法に示す。

ただし、本測定はアプリケーションが行うCPU処理の時間を除いたHDDアクセス時間のみの測定である。同表よりレプリカを用いることにより性能が向上することが確認された。

次に提案手法によりレプリカ数の制限を無くし、図2のアクセス(30GB付近、50GB付近、65GB付近、80GB付近)の全てをHDD内の近隣に配置した場合の測定結果を図3の提案手法に示す。同結果によりさらなる性能向上が実現されることが確認された。

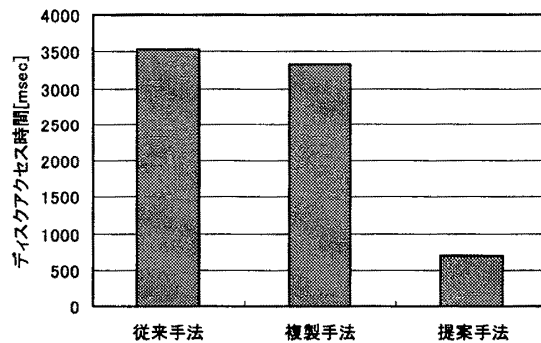


図4 ディスクアクセス性能

6. おわりに

本稿では、ストレージアクセス性能向上を目的とした空き領域へ複製を複数個配置する手法を提案した。また、アプリケーションのアクセスパターンの結果から複製配置を行うことにより性能向上を確認した。

今後は、提案手法においてレプリカの配置方法について検討し、実装を行う。

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 2005 pp. 263-276