

大規模テープ・アーカイバにおける負荷分散制御手法に関する一考察

4H-7

佐藤 康彦 茂木 和彦 喜連川 優

東京大学 生産技術研究所

1 はじめに

近年のコンピュータシステムの性能の向上に伴い、莫大なデータを扱うアプリケーションに対する要求が高まっている。そのデータの記憶先として、低価格・大容量化して来ている磁気ディスク装置も考えられるが、それ以上に扱うべきデータのサイズは増大しており、より大容量の記憶装置が必要とされている。その大容量のデータを記録する記憶装置の1つとして、磁気テープをロボティクスで管理するテープ・アーカイバが存在する。現在の商用テープ・アーカイバにおいては、その容量は装置の構築時に決定され、容量を増やすためには全く独立な装置を追加することになる。また、価格的にも極めて高価である場合が多い。現在、我々はコモディティ化した小規模テープアーカイバを任意台数結合可能なスケーラブルアーカイバの研究を進めている。数十～数千台からなるシステム構築に際しては、その負荷分散が極めて重要な課題となる。本稿では、カセットマイグレーションが可能なアーカイバを用い、負荷分散機構を導入することにより、スケーラブルアーカイバの有効性について検討する。

2 単一の移送機構を装備したスケーラブルアーカイバ

2.1 アーカイバのモデル

カセットマイグレーションのための機構を有するエレメントアーカイバを用いたスケーラブルアーカイバのモデルとして、以下のようなものを考える。(図1) カセットマイグレーションのため

A study of load balancing method for large tape archiver
 Yasuhiko Satoh and Kazuhiko Mogi and Masaru Kit-suregawa
 Institute of Industrial Science, University of Tokyo
 7-22-1, Roppongi, Minato, Tokyo 106, Japan

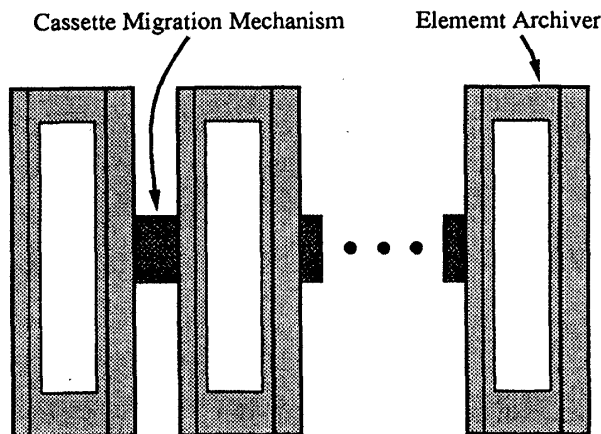


図1: スケーラブルアーカイバ

の機構として、カセットを籠の中に挿入し、それをエレメントアーカイバ間で移動させる機構を想定する。この機構はただ一つ存在し、すべてのエレメントアーカイバ間のカセットの移動はこの移送機構を用いて行うことができると仮定する。また、エレメントアーカイバのロボティクスに関しては従来の機構を利用する。上述の移送機構を用いてテープの移送を行う場合、アクセスのレスポンスタイムと移送機構の効率的な運用の観点から1回の移送に必要な時間を減らす必要があり、今回は移送装置の移動距離が少なく済むものを優先したカセットマイグレーションを採用した。

2.2 性能評価

上述のモデルのもとで、カセットの移送機構を有するエレメントアーカイバからなるスケーラブルアーカイバの性能評価を行った。6台のエレメントアーカイバを一次元状に結合し、それを1つの移送機構で結合したモデルを考える。このとき、移送装置の移動時間は距離に比例するとする。シミュレーションに用いたパラメータを表1に示す。1つのエレメントアーカイバ内でアームの移動か

テープアクセス	50 秒
アクセス準備	15 秒
アクセス後処理	15 秒
アーム移動	3 秒
アーム操作	4 秒
テープ移送	$5n^1$ 秒
装置台数	6 台
アーカイバ容量	最大 100 本/台
テープ本数	480 本
	(平均 80 本/台)

¹ n は移送距離

表 1: シミュレーションパラメータ

らアクセスの終了までの時間は 79 秒であり、アクセス後の処理を含めた処理時間は 105 秒を要する。異なるエレメントアーカイバでアクセスされた時の最短レスポンスタイムは 95 秒である。移送を行う時には、移送先にテープを入れる空きスペースを必要とする。今回は、ロードファクタを 80% に設定した。

負荷は 90-10 則に従うものとした。(90% のアクセスが 10% のテープに集中する。) アクセス頻度が高いテープの配置はランダムである。負荷の到着時間間隔は負の指数分布をなす。上述のようにモデル化される時の 10 万アクセスのレスポンスタイムの平均を図 2 に示す。比較のために、カセットの移送を行わなかった時の性能も図に示した。このように、複数のエレメントアーカイバを用いる場合、簡単なテープの移送機構を設けることによりその性能を向上させることができる。

3 複数の移送機構の利用

今回は、移送機構は 1 つしかないが、それがすべてのエレメントアーカイバへと接続されているモデルについて考えた。このモデルにおいては、2 本以上のテープを同時に移送することはできない。そのため、結合数が少ない場合は良いが、増えてくると移送が困難になると考えられる。このような場合、複数の同時利用可能な移送機構を用いれば良いと考えられる。その中の一例として、隣への移送機構しか持たないが、その代わりに並列

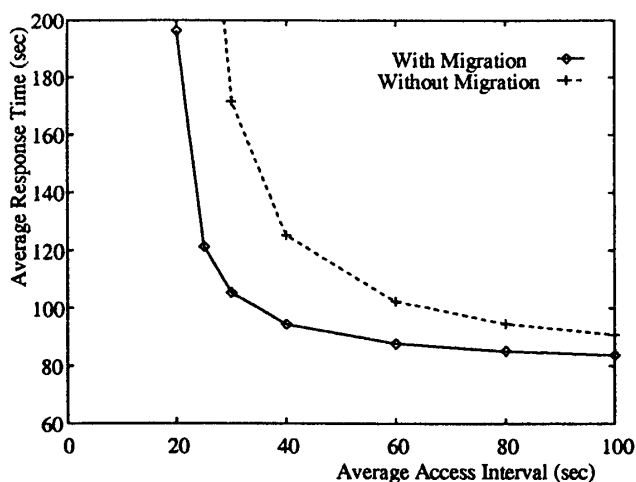


図 2: スケーラブルアーカイバの性能

に移送が可能な機構が考えられる。これは拡張性も高く、また、実現もさほど難しくないと考えられる。

今回は単一の移送機構を考えたため、移送機構の効率的な運用が性能の向上をもたらした。隣への移送機構のみを用いた場合は、遠くへと移送する場合には、途中のアーカイバでの中継が必要となる。この場合、より高い性能を出すためには移送距離を減らす必要がある。そのため、アクセスがある近傍に固まらない様にする必要があり、[1]で述べられているようなアクセスの頻度を基にした負荷分散も考慮する必要があると考えられる。

4 まとめ

移送機構により結合された複数のテープ・アーカイバ装置の性能について検討した。簡単な単一の移送機構を用いた場合でも、それを用いない場合と比較すると性能の向上が見られる。今後は、実装が容易と考えられる種々の移送機構とその制御の手法について検討を加えていく予定である。

参考文献

- [1] Gerhard Weikum, Peter Zabback, and Peter Scheuermann. Dynamic file allocation in disk arrays. In *Proc. of ACM SIGMOD*, pp. 406-415, May 1991.