

大規模テープ・アーカイバにおけるマイグレーションのシミュレーションによる評価

4D-8 鮎川 健一郎 根本 利弘 茂木 和彦 喜連川 優 高木 幹雄
 東京大学 生産技術研究所

1 はじめに

近年の情報化社会の進展により様々な分野に計算機が浸透するのに伴い、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。その大容量のデータを記録する記憶装置として、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ある。現在の商用テープアーカイバでは、容量は装置の格納可能なテープ数で決定され、容量を増やすためには新たに独立な筐体を追加することになる。現在、我々は小規模テープアーカイバを結合することで容易にデータ容量の拡張が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、テープアクセス時の負荷分散が極めて重要な課題となる。本稿では、カセット移送機構を有するスケーラブルアーカイバでのカセットマイグレーションによる負荷分散の効果をシミュレーションを行ない評価する。

2 スケーラブルアーカイバ

本稿でのスケーラブルアーカイバは小規模テープアーカイバ（エレメントアーカイバ）を一次元状に配置し、これらにカセットの移送機構を取りつけてアーカイバ間でのカセットの移送が行なえるようにしたものを指す。移送機構は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ものである。

我々は移送機構として次のものを想定した：

- すべてのエレメントアーカイバにカセットを移動できる移送機構が1台のみ存在する
- 隣接するエレメントアーカイバにのみカセットを移動できる移送機構が存在する。エレメントアーカイバの台数が n ならばこの機構は $(n-1)$ 台必要となる

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。

なお、移送機構を用いてテープの移送を行う場合、アクセス頻度の観点 [1] から、特定のエレメントアー

Performance evaluation of tape migration for a large capacity tape archiver through simulation
 Kenichiro Ayukawa, Toshihiro Nemoto, Kazuhiko Mogi, Masaru Kitsuregawa and Mikio Takagi
 Institute of Industrial Science, University of Tokyo
 7-22-1, Roppongi, Minato, Tokyo 106, Japan

カイバにアクセスが偏らないように、アクセス頻度の高いエレメントアーカイバからの移送を優先したカセットマイグレーションを行なうものとする。

以上の想定に基づきスケーラブルアーカイバにおけるカセットマイグレーションの性能評価を行なった。

3 性能評価

本稿の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秒である。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。

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	$5n$ 秒
アーカイバ容量	最大 100 本 / 台
テープ本数	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

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。)負荷の到着時間間隔は負の指数分布をなす。

3.1 移送システムの性能評価

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1に示す。エレメントアーカイバの台数は3,10,32台であり、それぞれ移送装置1台の場合と $(n-1)$ 台の場合を図示してある。横軸には各エレメントアーカイバあたりの平均アクセス間隔、縦軸は平均レスポンスタイムである。アクセス頻度の高いファイルはランダムに配置した。なお、参考としてエレメントアーカイバが32台でカセットマイグレーションを行なわなかった時のデータを追加した。

エレメントアーカイバあたりのアクセス間隔が同じ場合、移送装置1台のスケラブルアーカイバは $(n-1)$ 台のものに比べ、平均レスポンスタイムが長い。エレメントアーカイバの台数の増加に伴い、その傾向が強くなる。これは、移送装置 $(n-1)$ 台のスケラブルアーカイバが効率良く各エレメントアーカイバのアクセス頻度を平坦化できることを示す。

3.2 負荷分散の有効性の評価

アクセス頻度の高いテープをエレメントアーカイバ群の中央部に集中的に配置し（例えばエレメントアーカイバが10台の時、アクセス頻度の高いテープは80本になるが、これらのファイルを全部真中のエレメントアーカイバ1台に集中させ、残り9台にはアクセス頻度の低いテープを配置する）、平均レスポンスタイムの変化を測定することでカセットマイグレーションによる負荷分散の有効性を評価した。結果を図2、図3に示す。エレメントアーカイバの台数は3,4,6,8,10,16,32台である。横軸は経過時間、縦軸は平均レスポンスタイムを示す。スケラブルアーカイバ全体に対するアクセス間隔は40秒とした。

エレメントアーカイバの台数の増加にともない平均レスポンスタイムが減少すること、また平均レスポンスタイムが収束するまでの経過時間はエレメントアーカイバの台数ほどの差はないことがわかる。

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評価を行なった。移送装置が $(n-1)$ 台のスケラブルアーカイバは移送装置1台のスケラブルアーカイバに比べ待ち時間が少なくなる。

移送装置が $(n-1)$ 台の場合は、ある装置でカセットマイグレーションを行ないつつ別の装置でカセットの再配置を行なうことが可能である。これによってアクセスがある近傍に固まらないようにできる。カセットの再配置はロードファクタが高い場合、また平均アクセス時間が短い場合に有効であると考えられる。

今後は種々の移送機構やその制御手法、特にバックグラウンドでの負荷分散を行なった場合等について検討を行なう予定である。

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.

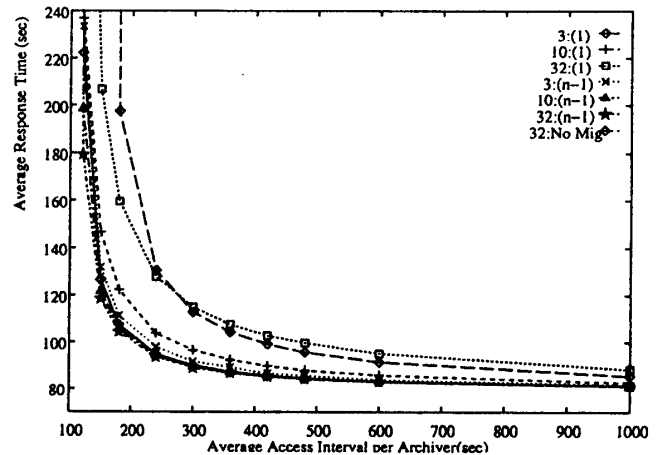


図1: スケラブルアーカイバの性能

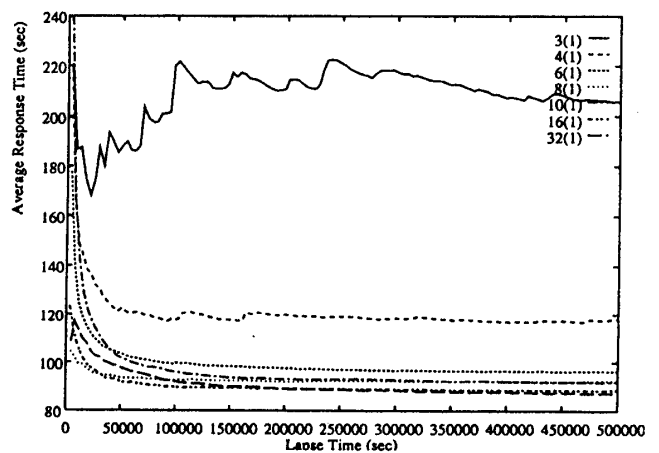


図2: 負荷分散の性能 (移送装置1台)

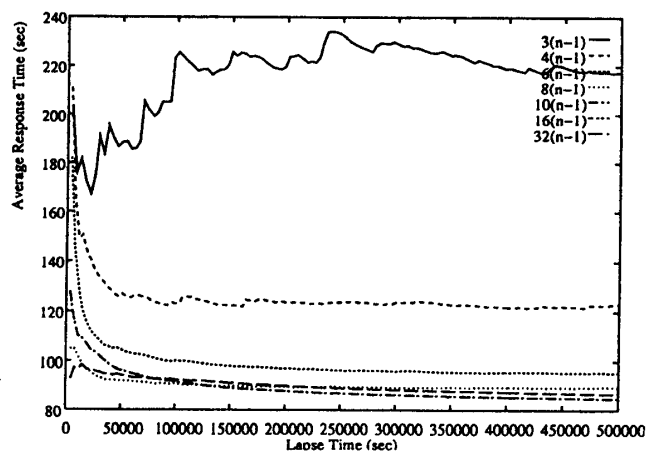


図3: 負荷分散の性能 (移送装置 $(n-1)$ 台)