

## 大規模テープ・アーカイバにおけるマイグレーションによる負荷分散

3Y-9

鮎川 健一郎 根本 利弘 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筐の中に挿入し、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。

移送機構は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ものを想定した。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。

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。また、エレメントアーカイバのロボティクスが空いている間は、カセットを移動させることでアクセス頻度の平坦化を行うカセットマ

Load Balancing by tape migration for a large capacity tape archiver  
Kenichiro Ayukawa, Toshihiro Nemoto, Masaru Kitsuregawa and Mikio Takagi  
Institute of Industrial Science, University of Tokyo  
7-22-1, Roppongi, Minato, Tokyo 106, Japan

イグレーション（バックグラウンドカセットマイグレーション）を自動で行うものとする。

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。

バックグラウンドテープマイグレーションは各エレメントアーカイバのアクセス頻度が平均アクセス頻度の1.3倍を上回った時に行われる。

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	5 秒
アーカイバ容量	最大 100 本 / 台
テープ本数	平均 80 本 / 台

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 移送機構の有効性の評価

アクセス頻度の高いテープがランダムに配置されている場合、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10, 32台である。横軸は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。

各エレメントアーカイバに移送装置を設けることで平均レスポンスタイムを短縮することが出来る。

### 3.2 アクセス頻度に偏りがある場合の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に示す。エレメントアーカイバの台数は10, 32台である。横軸は平均アクセスタイム、縦軸は平均レスポンスタイムである。

エレメントアーカイバが10台の場合、平均レスポンスタイムはバックグラウンドマイグレーションの有無による差がほとんどないが、32台の場合は平均レスポンスタイムに差がある。これは32台の場合、アクセス頻度の平坦化には10万アクセスでは不足することを意味する。

また、エレメントアーカイバ10台、エレメントアーカイバあたりのアクセス間隔を240秒とした時、平均レスポンスタイムの変化を測定した。結果を図3に示す。横軸は経過時間、縦軸は平均レスポンスタイムである。

バックグラウンドマイグレーションは平均レスポンスタイムを早く収束させることがわかる。

### 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。バックグラウンドテープマイグレーションはアクセス頻度が偏っている時に平均レスポンスタイムを早く収束させるのに有効である。

今後は種々の移送機構やその制御手法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.

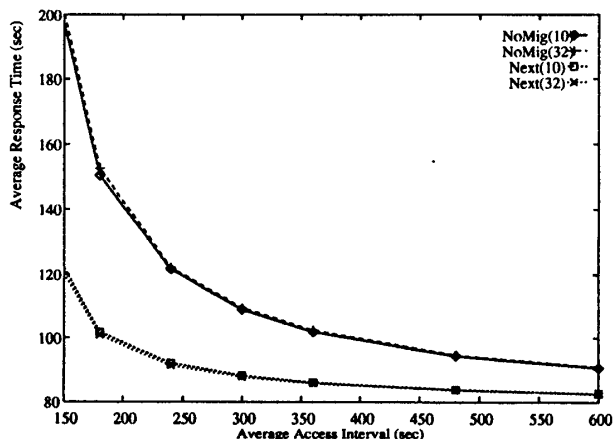


図1: 移送装置の有無

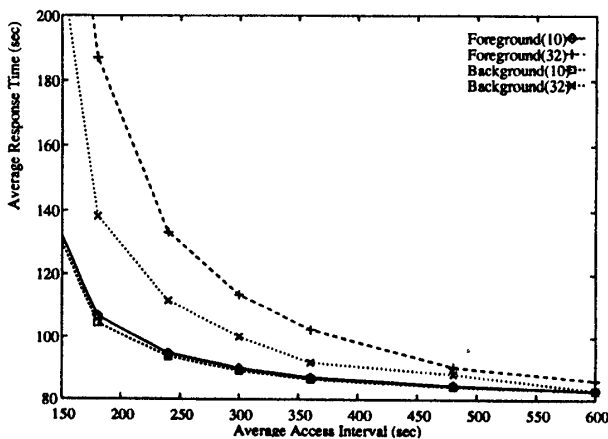


図2: 偏っている時の負荷分散

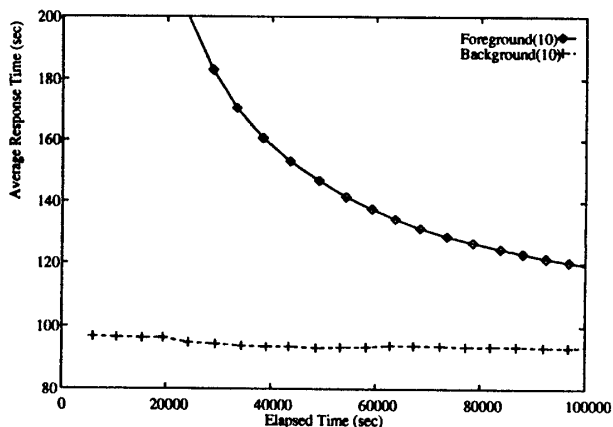


図3: 平均レスポンスタイムの変化