

4AC-6

## スケーラブルテープアーカイバにおける テープ上での動的データ再配置

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

地球環境データやマルチメディアデータなどの格納を目的として、多数のテープを格納できる大容量テープアーカイバが盛んに開発されるようになってきた。一般的なテープドライブはテープのロード/イジェクト時にテープを巻戻す必要があるが、この巻戻しの時間を短縮するため、テープ上に複数のロード/イジェクトゾーンをもち、テープの途中でもロード/イジェクト可能なドライブが開発されている。本稿ではスケーラブルテープアーカイバ [1] においてこのようなテープドライブを用い、テープ上の複数のアクセス頻度の高いデータ間を往復する際のシーク時間を短縮するために、テープ最後部にアクセス頻度の高いデータをコピーしてまとめる手法について検討を行う。

### 2 データ再配置

#### 2.1 スケーラブルテープアーカイバ

スケーラブルテープアーカイバでは、そのエレメントアーカイバ内のドライブが使用されている場合には、テープを他のエレメントアーカイバへ移送することが可能である。このため、データのコピー中に新たにリクエストを受けても、テープを移送することによって他のエレメントアーカイバのドライブを使用することでリクエストに応じることが可能であるため、動的なデータの再配置による影響は一般のアーカイバに比べて小さいという利点がある。

#### 2.2 テープ途中でイジェクト可能なドライブの使用

テープのロード/イジェクト時の巻戻し時間を短縮するために、テープ上に複数のロード/イジェクトゾーンを持つテープドライブ装置が開発されている。一般のテープドライブでは、ロード/イジェクトゾーンはテープの先頭のみであるためテープを取り出す際にはテープの巻戻しが必要であるが、テープの途中にもロード/

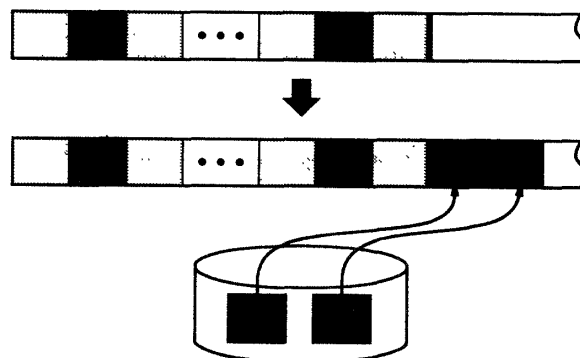


図 1: 高アクセス頻度ファイルのコピー法

イジェクトゾーンをもつドライブを用いることで、ロード/イジェクト時の巻戻しが不要となり、テープ後方の新たにアペンドしたファイルが不利になるということがなくなる。このようなテープ途中でロード/イジェクト可能なテープドライブを使用する。

#### 2.3 データ再配置法

ファイルをテープ上に記録する際、テープ容量全てを使わずにいくらかの程度空き領域を残しておき、ドライブ装置使用されていないときに、ディスクによるキャッシュ上のアクセス頻度の高いファイルをこの領域にコピーする (図 1)。これにより、高アクセス頻度ファイルが二重化され、また、異なる高アクセス頻度ファイルが連続してアクセスされる場合のシーク時間を短縮することが可能となり、応答性能の向上が見込まれる。アクセス頻度が変化した場合には、コピーされたファイル領域に新たな高アクセス頻度ファイルを上書きすることが可能であるため、アクセス頻度の動的な変化にも対応することが可能である。

### 3 性能評価

#### 3.1 シミュレーションパラメータ

表 1 は、シミュレーションに用いたパラメータである。ドライブとして 2 台の Exabyte 社製 EXB-8505XL をもつ NCL コミュニケーション社製アーカイバ NTH-

Dynamic File Reallocation Method for Scalable Tape Archiver  
Toshihiro NEMOTO, Masaru KITSUREGAWA and Mikio TAKAGI\*

Institute of Industrial Science, University of Tokyo  
7-22-1, Roppongi, Minato-ku, Tokyo 106, Japan

\*現在, 東京理科大学 Science University of Tokyo

表 1: シミュレーションパラメータ

アーカイバ	
エレメントアーカイバ数	16 台
ドライブ数	2 台/エレメントアーカイバ
ロボットアーム数	1 台/エレメントアーカイバ
カセット数	200 本/エレメントアーカイバ
テープ容量	7GB(最大 280 ファイル)
テープドライブ	
テープロード時間	35 秒
シーク速度	25MB/秒
リード/ライト速度	500KB/秒
テープイジェクト時間	20 秒
テープイジェクト位置	700MB 毎に 1 箇所
ロボットアーム	
移動時間	2 秒
テープ操作時間	12 秒
データ	
ファイルサイズ	25MB
オリジナルファイル数	250 ファイル/テープ
ディスク	
容量	1GB
転送速度	10MB/秒

200B16 台により構成されるスケーラブルテープアーカイバに準じてパラメータを決定し、ドライブはテープの途中 700MB 毎の位置でロード/イジェクトが可能であるものと想定している。

ファイルサイズは全て 25MB とし、アクセス頻度は 98/2 則、すなわち、全ファイルの 2% がリクエストの 98% を受け、残りの 98% がリクエストの 2% を受けるものとした。この 98/2 則に従い、高アクセス頻度ファイルと低アクセス頻度ファイルの二種類のファイルを全テープにわたりランダムに配置した。コピーのための空き領域は各テープ 30 ファイル分としている。また、アクセスリクエストの到着時間は負の指数分布に従うものとし、マウントされているテープ上のデータに対するリクエストを優先的にアクセスするというスケジューリングを用いた。

### 3.2 シミュレーション結果

図 2 は、リクエスト到着率が毎時 180 であるときの、動的に高アクセス頻度データをコピーを行った場合と行わない場合のシミュレーション開始後から 2000 アクセス毎の平均応答時間を示している。また、図 3 は 2000 アクセス毎の高アクセス頻度ファイルのコピーの実行回数を示している。シミュレーション開始直後は、ファイルコピーが頻繁に起き、その間に生じたリクエストがブロックされるために、コピーを行わない場合に対して応答時間がやや増加しているが、その後、ファイルのコピーによる効果が現れ、応答時間が短縮される。

### 4 おわりに

テープの途中でイジェクト可能なドライブを用い、テープ内のアクセス頻度の高いデータをテープの最後

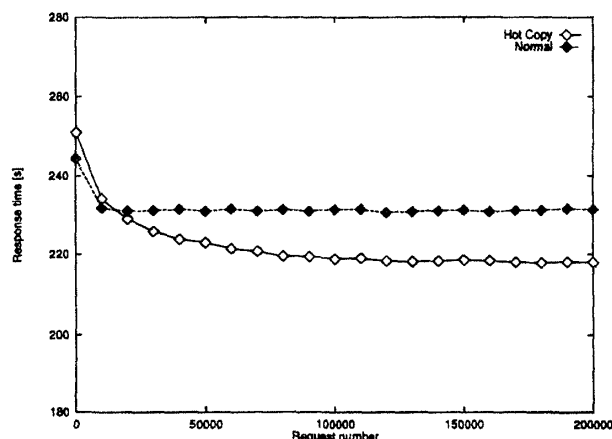


図 2: 動的に高アクセス頻度ファイルをコピーした時の平均応答時間の変化

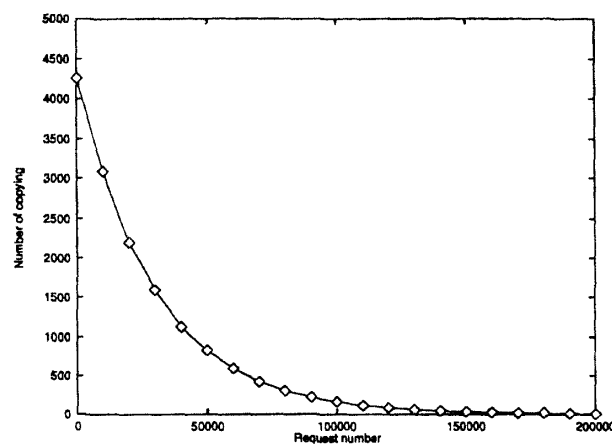


図 3: 高アクセス頻度ファイルのコピー実行回数の変化

にコピーすることで、シーク時間を減少させ、テープアーカイバの応答時間を短縮する方式について検討をした。シミュレーションにより、わずかなオーバーヘッドで動的に高アクセス頻度ファイルのコピーを作成することが可能であることを示した。このシミュレーションでは単純に空いているテープにコピーしているが、今後は、テープ応答時間の短縮幅を大きくするために、コピーするデータの配置やテープの選択法、リクエストのスケジューリングの検討を行う予定である。

### 参考文献

- [1] T. Nemoto, M. Kitsuregawa, and M. Takagi. "Simulation studies of the cassette migration activities in a scalable tape archiver". In *Proceedings of The Fifth International Conference on Database Systems for Advanced Applications*, pp. 461-470, Melbourne, Australia, April 1997.