

## 三次記憶システムにおけるファイル編成に関する一考察

1 Y-3

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

現在、我々は衛星画像データのアーカイブを対象とした階層ファイルシステムを開発している [1]。この階層ファイルシステムでは三次記憶システムとして、コモディティ化されたテープアーカイブを複数接続し、隣接するアーカイブ間で直接テープを移送可能とすることで、大容量かつ高性能を安価に実現することを目指したスケーラブルアーカイブを用いている [2]。衛星画像データに特有のアクセスローカリティに対しても十分な性能を持つ階層ファイルシステムを実現するためには、三次記憶において負荷分散を実現するためのファイル編成が極めて重要となる。本稿では、この階層ファイルシステムにおけるファイル編成について考察を行う。

## 2 スケーラブルテープアーカイブ

## 2.1 ハードウェア構成

スケーラブルテープアーカイブは図1のように、複数台のエレメントアーカイブと、その間でテープの移送を可能とする移送装置により構成される。エレメントアーカイブはテープを操作するための1台のロボティクス、2台の8mm テープドライブ、200巻のカセットラックを持つ。また、移送機構はカセットを乗せるワゴンを持ち、このワゴンがエレメントアーカイブ間を行き来することでエレメントアーカイブ間のカセットの移送が行われる。

## 2.2 カセットマイグレーション機構

スケーラブルアーカイブでは負荷分散のためにフォアグラウンドマイグレーションとバックグラウンドマイグレーションの2種類のカセットマイグレーション機構を取り入れている。

フォアグラウンドマイグレーションはあるエレメントアーカイブ内のカセットに対してアクセス要求が生じた時に、そのエレメントアーカイブ内のテープドライブが全て使用中である場合に、他のテープドライブが

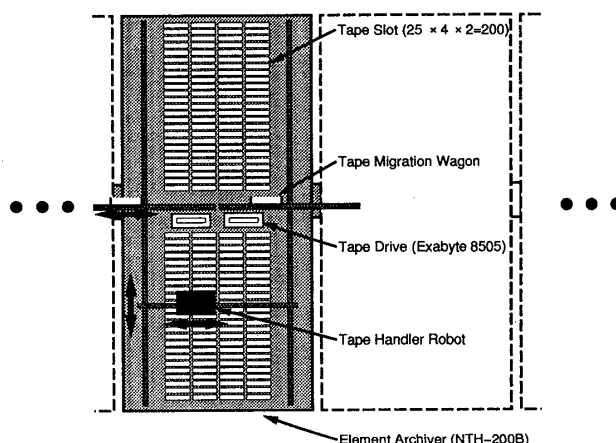


図1: スケーラブルテープアーカイブの構成

空いているエレメントアーカイブへカセットを移動させるものである。一方、バックグラウンドマイグレーションは、エレメントアーカイブのロボティクス、移送機構が使用されていない時に、エレメントアーカイブ間でカセットを移動させることで、エレメントアーカイブ間のアクセス頻度やテープの数の偏りを減少させ、負荷の均衡化を図るものである。

## 2.3 ファイル編成

スケーラブルテープアーカイブにおいては、1本のテープ上にアクセス頻度の高いデータが複数存在していると、これらのデータはシーケンシャルにアクセスせざるを得ないため、応答性能が劣化する。このような場合のためにアクセス頻度の高いデータのコピーを作成して二重化を行い、同時にアクセスができるようにし、性能向上を図る。

## 3 性能評価

## 3.1 シミュレーションパラメータ

アクセス頻度の高いファイルの二重化の効果を見るため、シミュレーションを行った。表1はそのパラメータである。アクセス到着時間は負の指数分布に従うものとしている。スケーラブルテープアーカイブではフォアグラウンド・バックグラウンドマイグレーションをと

表 1: シミュレーションパラメータ

スケーラブルアーカイバ	
エレメントアーカイバ	16 台
カセット数	190 本/192 本
テープ容量	5GByte (50 ファイル)
ファイルサイズ	100 MByte
テープドライブ	
テープロード時間	35 秒
シーク時間	4 秒/ファイル
リード/ライト時間	200 秒/ファイル
テープ排出時間	20 秒
ロボティクス	
移動時間	2 秒
カセット操作時間	12 秒
移送装置	
移動時間	9 秒
ディスク	
転送速度	10 MByte/秒
容量	30GByte (300 ファイル)

に行っている。また、ディスクではファイルはLRUにより管理され、新たにテープから読み込まれたデータは全てディスク上にキャッシュされる。

### 3.2 シミュレーション結果

図2、図3はともにアクセス頻度の高い160データを32本のテープに二重化した場合としない場合の10000アクセスの平均応答時間を示したものであり、それぞれアクセスローカリティが70/30則、90/10則に従うものとした場合の結果である。図3では、ディスク上にキャッシュされたデータに対するヒット率は約70%と、アクセス頻度の高いデータの多くはディスク上にキャッシュされるため、データの二重化による効果は小さい。一方、図2では、ヒット率は6~7%であり、アクセス頻度の高いデータが広く分布しているためにディスクだけでは足りず、データを二重化することによる効果が得られることがわかる。

### 4 おわりに

本稿では、衛星画像を対象とした階層ファイルシステムにおけるファイル編成について考察を行った。アクセス頻度の高いデータが多く存在する場合には、磁気ディスクによりデータのキャッシュを行っていても、三次記憶においてアクセス頻度の高いデータを二重化

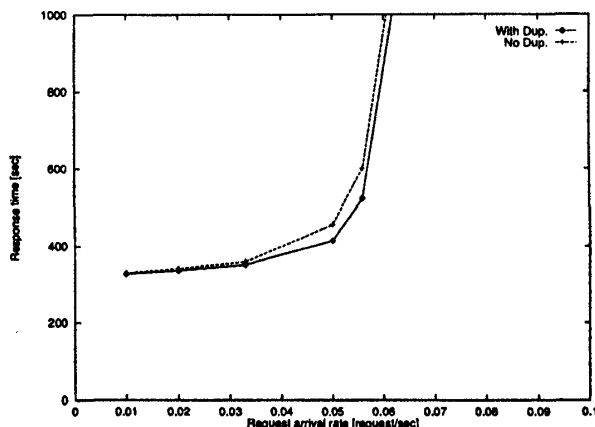


図 2: ファイルの二重化の効果 (ローカリティ:70/30)

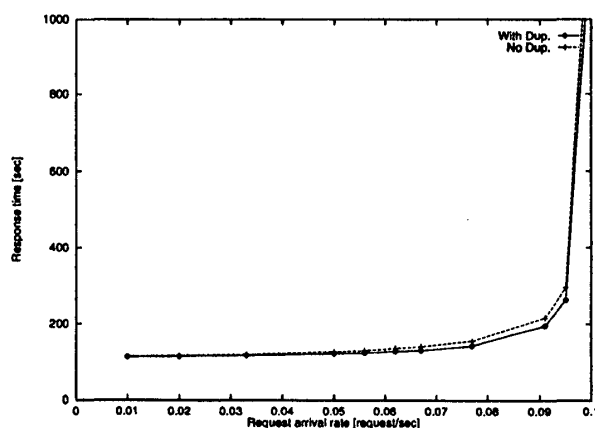


図 3: ファイルの二重化の効果 (ローカリティ:90/10)

することは応答性能において効果があることを示した。今回はデータがあらかじめ二重化されている場合の性能評価を行ったが、今後は、動的にアクセス頻度の高いデータを二重化した場合の性能評価も行い、効果的なファイル編成法の検討を行う予定である。

### 参考文献

- [1] K. Sako, T. Nemoto, M. Kitsuregawa, and M. Takagi. "Partial migration in an 8mm tape based tertiary storage file system and its performance evaluation through satellite image processing applications". In *Proceedings of 6th International Conference on Information Systems and Management of Data*, 1995.
- [2] T. Nemoto, Y. Sato, K. Mogi, K. Ayukawa, M. Kitsuregawa, and M. Takagi. "Performance evaluation of cassette migration mechanism for scalable tape archiver". In *"SPIE Photonics East '95, Digital Image Storage and Archiving System"*, 1995.