

# 複合ディスクアレイにおける新バックアップ、障害回復方式

7K-2

角田仁 高本良史 田中淳

日立製作所 中央研究所

## 1. はじめに

多様化するユーザーニーズに応えるため、ファイルサーバにディスクアレイ [1] を適用することが考えられている。しかし、以下の問題が生じる。

- (1) RAIDのレベルをディスクアレイ単位で設定すると、複数のレベルが欲しい場合大規模になる。
- (2) ドライブ容量の増加から、バックアップ並びにドライブ障害時のデータ回復時間が長くなり、サービス時間を圧迫する。

上記問題を解決するため、特性が異なる複数の領域により1つのディスクアレイを構成する、複合ディスクアレイを説明する。さらに領域の特性でバックアップ頻度を変える分散バックアップ方式と回復処理手順を変える領域分割回復方式を提案する。

## 2. 複合ディスクアレイ

複合ディスクアレイはRAIDレベルや構成(データ、パリティ数)が異なる複数の領域で構成される。

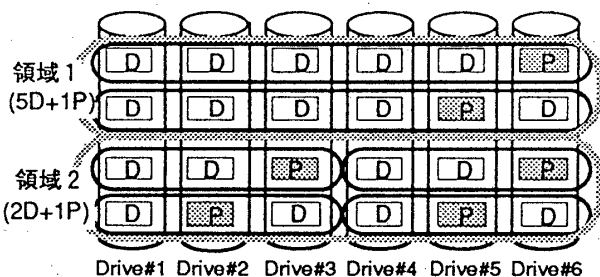


図1 複合ディスクアレイの構成例

これにより、1台の複合ディスクアレイで、特性の異なる複数のディスクアレイを用意したことになる。例えば、図1は領域1が5Data+1Parityのレベル5の構成でテキストデータを格納し、領域2は2Data+1Parityのレベル3が2グループの構成で画像データを格納する。MTBF(ドライブの平均故障間隔)を100,000時

A New Backup and Reconstruct method for Complex Disk Array

Hitoshi Kakuta, Yoshifumi Takamoto, Atsushi Tanaka  
1-280, Higashi-koigakubo, Kokubinji-shi, Tokyo 185, Japan

間, MTTR(ドライブの平均回復時間)を2時間とすると、レベル3,4,5によらず領域1のMTTDL(平均データ消失時間)は $1.7 \times 10^8$ 時間、領域2のMTTDLは $4.2 \times 10^8$ 時間となり、同一条件では領域2は領域1より約2.5倍(MTTDL比)信頼性が高い。

## 3. 分散バックアップ方式

本方式は、信頼性の低い領域のデータは頻繁にバックアップをとり、信頼性の高い領域のデータはバックアップの頻度を少なくする。

従来ディスクアレイと図1に本方式を適用した時の、バックアップのタイミングチャートを図2に示す。従来ディスクアレイの構成を5Data+1Parityとし、 $T_i$

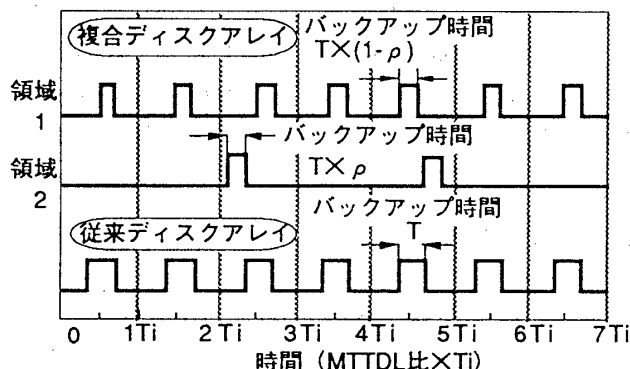


図2 バックアップ処理の比較

時間内にT時間かけ、全ドライブのバックアップ処理を繰り返すとする。本方式では、領域1が従来ディスクアレイと同じ構成のため、領域1は $T_i$ 時間内でバックアップを行う。全容量に対する領域2の割合を混在比率( $\rho$ )とすると、この時のバックアップ時間は $T \times (1 - \rho)$ 時間である。一方、領域2の信頼性を領域1と同等にするなら、MTTDL比が2.5のため $2.5 \times T_i$ 時間内でバックアップを行えばよい。また、この時のバックアップ時間は $T \times \rho$ 時間である。そこで、単位時間当りでバックアップを行わなければならない時間をバックアップ密度(B)とすると、複合ディスクア

レイのバックアップ密度は以下ようになる。  
 上式から、MTTDL比をパラメータとした時の混在比

$$B = \text{領域1のバックアップ密度} + \text{領域2のバックアップ密度}$$

$$= \frac{T}{T_i} \left( 1 + \rho \left( \frac{1}{\text{MTTDL比}} - 1 \right) \right)$$

率( $\rho$ )とバックアップ密度の関係を図3に示す。

本方式では、混在比率が増加に伴いバックアップ

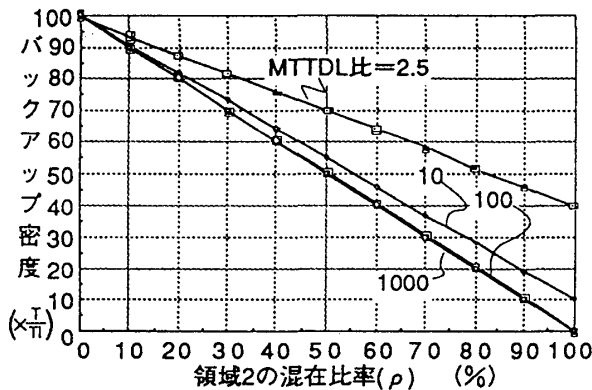


図3 混在比率とバックアップ密度の関係

密度は低下し、バックアップ処理を分散できる。また、MTTDL比が高いほど混在比率の増加に対するバックアップ密度の低下率が大きい。以上の結果、信頼性の高い領域2を信頼性の低い領域1と同等の信頼性にすることで領域2のバックアップ間隔を拡大でき、混在比率を変えることにより、バックアップ密度を自由に選択できる。

#### 4. 領域分割回復方式

本方式は障害ドライブの回復処理に分散バックアップ方式を応用し、信頼性の低い領域のデータは早く回復処理を行い、信頼性の高い領域のデータの回復処理は遅らせる。図1において領域1, 2のMTTDLを10<sup>7</sup>時間と等しくすることにより、領域1のMTTR1は33時間、領域2のMTTR2は83時間となり、MTTR1の2.5倍(MTTR比)となる。従来ディスクアレイでは、障害ドライブの全データを回復する時間(回復時間)をTrとすると、33時間以内にTr時間の回復処理を行うことになる。本方式では、障害発生後MTTR1である33時間以内にTr×(1- $\rho$ )時間かけて領域1の回復処理を完了し、MTTR2である83時間以内にTr× $\rho$ 時間かけて領域2の回復処理を完了する。障

害発生時の単位時間当りの回復処理時間を回復処理密度(R)とすると複合ディスクアレイの回復処理密度は以下ようになる。

上式から、MTTR比をパラメータとした時の混在比

$$R = \text{領域1の回復密度} + \text{領域2の回復密度}$$

$$= \frac{T_r}{\text{MTTR1}} \left( 1 + \rho \left( \frac{1}{\text{MTTR比}} - 1 \right) \right)$$

率( $\rho$ )と回復処理密度の関係を図4に示す。

図4から本方式は、分散バックアップ方式と同じ傾

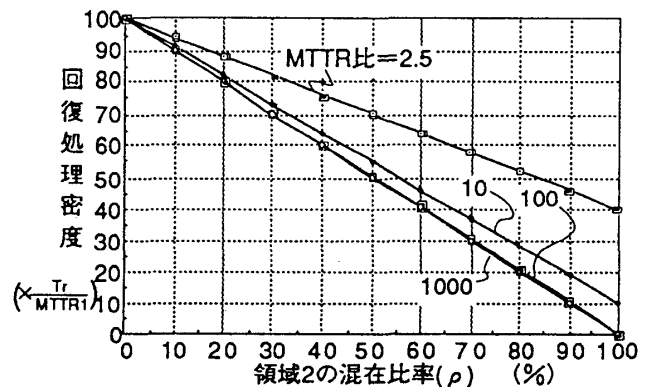


図4 混在比率と回復処理密度の関係

向を示し、混在比率の増加に伴い回復処理密度は低下し、MTTR比が高いほど低下率は大きい。以上の結果本方式でも、領域2の信頼性を領域1と同等にすることで領域2の回復処理を遅らせることができ、混在比率により、回復処理密度を自由に選択できる。

#### 5. まとめ

1台で複数の特性のディスクアレイをサポートする複合ディスクアレイを説明した。さらに、領域間でバックアップ頻度を変える分散バックアップ方式と回復処理の手順を変える領域分割回復方式を提案した。両方式とも信頼性の高い領域を信頼性の低い領域と同等の信頼性にすることで、処理の分散が図られる。また、領域の混在比率を変えることで単位時間当りのバックアップまたは回復処理を行わなければならない時間を選択できる。

#### 参考文献

- [1] D.Patterson, G.Gibson, and R.H.Kartz; A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks(RAID), in ACM SIGMOD Conference, Chicago, IL, June 1988