

ストレージにおけるシングル・プール実現方式の提案 Proposal of a Single Pool Implementation Method for Storage Systems

今崎 美保[†] 野中 裕介[†] 酒井 幸介[‡] 大原 正義[‡]
Miho Imazaki Yusuke Nonaka Kosuke Sakai Masayoshi Ohara

1. はじめに

データ量の増加に伴い、ストレージのデータ格納コスト抑制が課題となっている。この課題を解決する為には、一般的に、プライマリ・データにはシン・プロビジョニング機能[1]、バックアップ・データには差分スナップショット機能[1]が利用される。差分スナップショット機能は、更新前データ(=差分データ)のみをプールに保管し、リストア時に最新のプライマリ・データと差分データから保存時のデータを生成する。両機能は、ホストから書き込まれたデータや差分データに対し、ボリュームよりも小さい記憶領域(ページ)で構成されたプールから、必要な数のページだけを割り当てる。しかし、適切なページのサイズが機能によって異なる為、機能毎にプールを作成しなければならず、ユーザの設計・管理負荷が高い問題がある。

本稿では、性能・容量効率を低下させずに、異なるサイズのページが混在するプールを作成する方式を提案する。

2. 目的

ストレージに対する要件は、格納されるデータの種別により異なる。通常業務で使用するプライマリ・データには、高いランダム及びシーケンシャル・アクセス性能が要求される為、シン・プロビジョニング機能のプールのページ・サイズは大きい方が良い。一方、バックアップ・データには、高い容量効率が要求される為、差分スナップショット機能のプールのページ・サイズは小さい方が良い。よって、各機能の特徴を生かす為、従来は機能毎にプールを作成しなければならなかった。しかし、ストレージ設計管理の容易化に対するユーザ・ニーズがあり、機能共通のプール作成が求められている。以上より、複数プールを1つに統合するシングル・プールを実現し、管理者の設計・管理負担を軽減することを本研究の目的とする。

3. シングル・プール実現の目標と課題

各機能の特徴を維持したまま、シングル・プールを実現

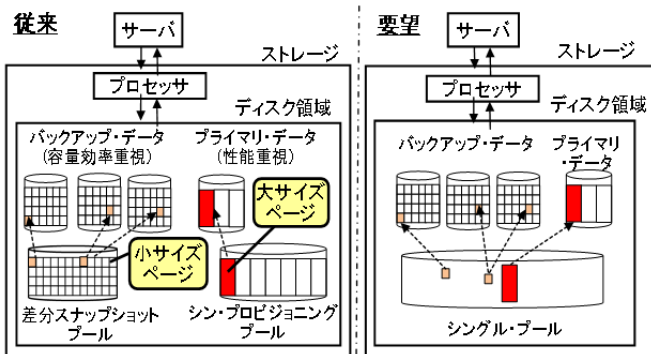


図 1 従来方式とユーザ要望方式の違い

[†](株)日立製作所 横浜研究所 Hitachi, LTD., Yokohama Research Laboratory

[‡](株)日立製作所 情報・通信システム社 Hitachi, LTD., Information & Telecommunication Systems Company

することが重要である。よって、シングル・プール実現時において、プライマリ・データのシーケンシャル・アクセス性能を現状維持しつつ、シングル・プールの容量効率を現状の差分スナップショット・プールの容量効率と同等にすることを目標とする。

シングル・プールの実現方式として、ページ・サイズを一律とする方式がある[2]。本稿の場合、プールのページ・サイズを差分スナップショットのページ・サイズ(=小サイズ・ページ)に統一することで、シングル・プールの実現は可能であり、バックアップ・データの容量効率も現状を維持できる。しかし、一般的にバックアップ・データは、データの一時保管が目的で、作成・削除が繰り返される運用となり、プール内でデータ断片化が発生する可能性がある。プール内のデータ断片化が発生した場合、プライマリ・データ格納時に、プライマリ・データの格納サイズ(=大サイズ・ページ)分の連続領域を確保することが出来ず、データを分割しプールへ格納しなければならない。この場合、プライマリ・データのシーケンシャル・アクセス性能が低下する課題がある。

4. 解決方式

課題解決の為、複数の小サイズ・ページ解放時に大サイズ・ページ分の連続空き領域が確保可能となる、シングル・プール実現方式を提案する。提案方式では、ストレージが、シングル・プール内を大サイズ・ページに分割し、バックアップ・データ作成指示を受領するたびに、専用の大サイズページを割り当てる。ストレージは、割り当てた大サイズ・ページを小サイズ・ページに分割し、差分データを格納する。

4.1. シーケンシャル・アクセス性能維持

シーケンシャル・アクセス性能を維持する為のページ割当に関し、ポイントとなる動作について説明する。

4.1.1. 基本動作

プールへのバックアップ・データの格納方式について、運用例を図 3 に示す。前提として、バックアップ・データの作成・削除は、管理サーバのストレージ管理ソフトが制御する。以下、ストレージ管理ソフトがバックアップ・データ V1 を仮想的に作成後、プライマリ・データが更新された時の動作を説明する。

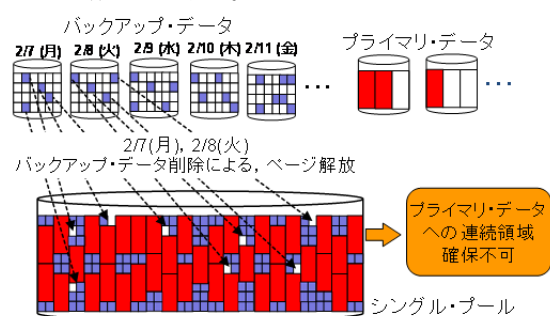


図 2 シングル・プールの断片化

ストレージは、V1 に対し、大サイズ・ページを割り当て、小サイズ・ページに分割し、差分データ格納領域を確保する。以後、プライマリ・データ更新毎に、小サイズ・ページへ差分データを格納する。その後、ストレージ管理ソフトがバックアップ・データ V2 を作成した場合、ストレージは V2 作成以降に発生した差分データを、V2 に割り当てられた大サイズ・ページを分割した小サイズ・ページへ格納する。よって、バックアップ・データ毎に関連する差分データを大サイズ・ページに集約可能となる。

4.1.2. バックアップ・データのページ共有対応

バックアップ・データの作成順と削除順が同じとは限らず、差分データが複数のバックアップ・データから参照されるケースもある。このようなケースでは、ストレージは、差分データの発生時に、当該差分データが複数バックアップ・データから参照されているか判断する。参照されている場合、その中から最後に削除されるバックアップ・データに割り当てられた大サイズ・ページ内の小サイズ・ページへ差分データを格納する。

以上より、バックアップ・データが削除された時、大サイズ・ページが解放される為、プライマリ・データのシーケンシャル・アクセス性能を現状と同等に維持可能である。

4.2. 容量効率維持

4.1 節で述べたページ割当の動作では、バックアップ・データに割り当てられた大サイズ・ページの一部のみ使用する可能性があり、プールの容量効率悪化の懸念がある。しかし、少なくとも、1 バックアップ・データに対し、大サイズページ 1 ページの容量が、発生した差分データ総容量と等しければ、目標達成可能である。以上を評価するため、表 1 に使用変数を纏める。本稿において、容量効率は、断片化発生している領域が最大の状況を前提とし、シングル・プール容量全体に対する新規割当可能な領域の容量の割合とする。提案方式の容量効率を E、プール内を小サイズページで一律管理した場合の容量効率を E₀ とすると、

$$E = 1 - GSx/L \quad \dots 1$$

$$E_0 = 1 - GVSQ/L \quad \dots 2$$

提案方式で、バックアップ・データの容量効率を現状と同等とするためには、式 3 が成り立てばよい。

$$E = E_0 \quad \dots 3$$

式 3 に、式 1 及び式 2 を代入すると、

$$x = VQ \quad \dots 4$$

よって、1 バックアップ・データに対し、大サイズ・ページ 1 ページの容量が、発生した差分データ総容量と等しければ、目標達成可能であることが示せた。

表 1 変数定義

#	項目	変数定義
1	プライマリ・容量/データ	V
2	データ 個数/ストレージ装置	S
3	バックアップ・差分データ発生割合 / データ	Q
4	データ 世代数/データ	G
5	プール 大サイズページ容量/ページ	x
6	全容量	L

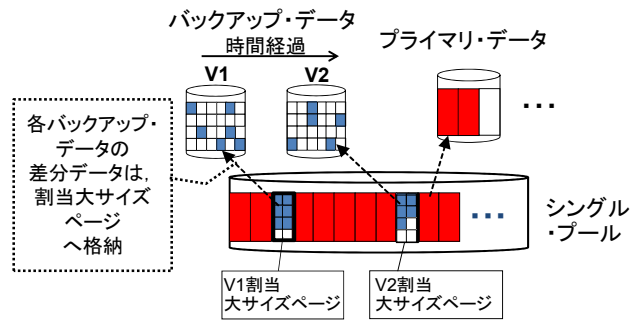


図 3 解決方式

5. 効果評価

4 章より、提案方式は、性能観点で目標達成しているが、容量効率観点ではある一定条件下において目標を達成する。条件である大サイズ・ページと差分データ量の割合による容量効率の変化を、実運用を想定し見積もった。

前提条件を表 2 とし、図 4 に見積もり結果を示す。大サイズ・ページの容量が 1 バックアップ・データの差分容量の 1.08 倍以上であれば、容量効率は現状の差分スナップショット・プールの容量効率の 9 割を保つことが出来る。実際には、差分データは運用時間の経過と共に増加するため、長期視点及び適切なページ・サイズ設定を実施すれば実運用上問題は無い。

表 2 前提条件

#	前提項目	定数	数値
1	データ総容量(仮想領域含む) / プール容量	α	2.7 [3]
2	差分データ発生割合 / VOL	Q	0.2 [1]

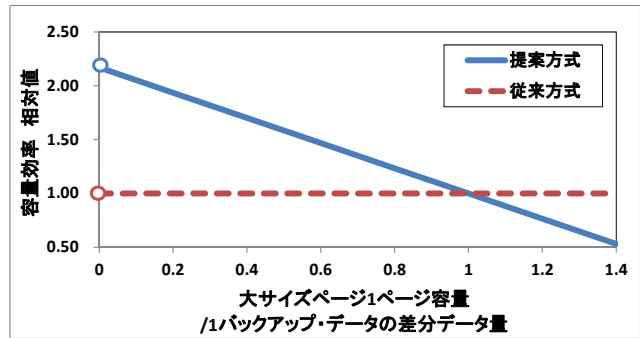


図 4 効果評価

6. まとめ

本研究では、シングル・プール実現方式について提案した。また、本方式の効果検証の結果、実運用上で目標を達成することが分かった。今後の課題として、実際に管理ツールを用いてプールを作成及び運用する際の操作方法に関するユーザビリティの向上が挙げられる。

参考文献

[1] 丸山,根岸, "ビジネス継続を実現するストレージソリューション", UNISYS TECHNOLOGY REVIEW, Vol.102 (2009)
 [2] John K. Edwards et al., "FlexVol: Flexible, Efficient File Volume Virtualization in WAFL", USENIX '08: 2008 USENIX Annual Technical Conference, 129-142 (2008)
 [3] 印南, 田淵, "新次元の仮想化によりストレージ統合の課題を解決する「Hitachi Universal Storage Platform V」", 日立評論, Vol.89, No.07 (2007).