

共有ストレージにおけるコピー時間予測方式の提案と評価 Proposal and evaluation of copy time prediction method for shared storage

和田 清美[†] 出口 彰[†] 林 真一[†] 増田 峰義[†]
Kiyomi Wada Akira Deguchi Shinichi Hayashi Mineyoshi Masuda

1. はじめに

大規模システムの運用管理コスト削減、トラブル時の迅速対応による可用性向上が求められている。こうした背景から、多数のサーバのデータを格納する共有ストレージの稼働情報や構成情報などを収集、分析し、保守・トラブル対応を迅速化・容易化する機能が注目されている。

ストレージ運用のデータバックアップでは、ストレージ装置のデータ保護機能(正ボリュームのデータを副ボリュームにコピーする)を利用するが、共有ストレージ内のプロセッサおよびドライブが過負荷になったときに、データコピー時間が変化し、予定時間内にバックアップが終わるかを判断できないことが問題になっている。

本研究では、過去の Input/Output 数(以下 I/O 数)とプロセッサおよびドライブの負荷変動に基づき、将来の負荷変動とコピー速度を予測し、必要なコピー容量からコピー時間を予測する。

2. システム概要と課題

2.1 システム概要

図 1 は、データバックアップ運用を AI 技術により高度化・省力化するためのプラットフォームである。データバックアップ運用プラットフォームは、ストレージ装置から稼働情報を収集し、過去の稼働情報から学習モデルを作成し、将来の稼働状況を予測する。

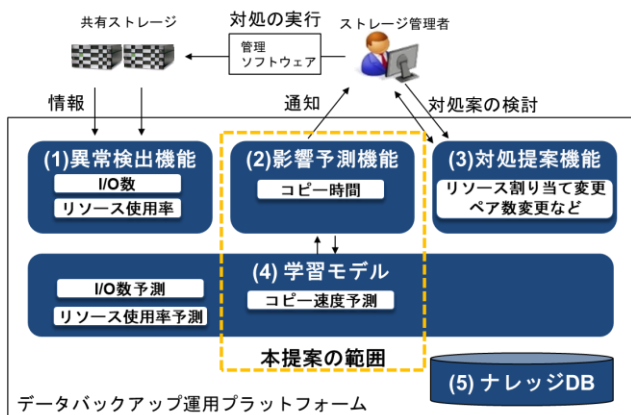


図 1 システム概要

データバックアップ運用プラットフォームは、以下の(1)~(5)からなる。

- (1) 異常検出機能
I/O 数やリソース使用率のいつもの変化と異なる変化など、本番業務に影響する変化を検出する。
- (2) 影響予測機能
(1)で検出した異常による影響としてコピー時間を予測し、通知する。コピー速度予測式に、将来の

[†]株式会社 日立製作所, Hitachi, Ltd.

I/O 数, リソース使用率, コピーペア(コピー元とコピー先を一組とする論理ボリューム)数を入力し、将来のコピー速度を求め、コピー時間を予測する。

- (3) 対処提案機能
リソース割り当て変更やペア数変更前に、シミュレーション結果を提示する。
- (4) 学習モデル
予測式からなる。コピー速度予測式は、過去の I/O 数, リソース使用率, コピーペア数, コピー速度を学習データとし、重回帰モデルにより生成する。
- (5) ナレッジ DB
検出した異常の組合せパターンと原因・対策をナレッジとして登録する。

2.2 課題

エラー! 参照元が見つかりません。は、共有ストレージが想定するシステム構成およびプール I/O 数の変化である。プールは、複数の物理ディスクを合わせた大きな論理ディスクである。

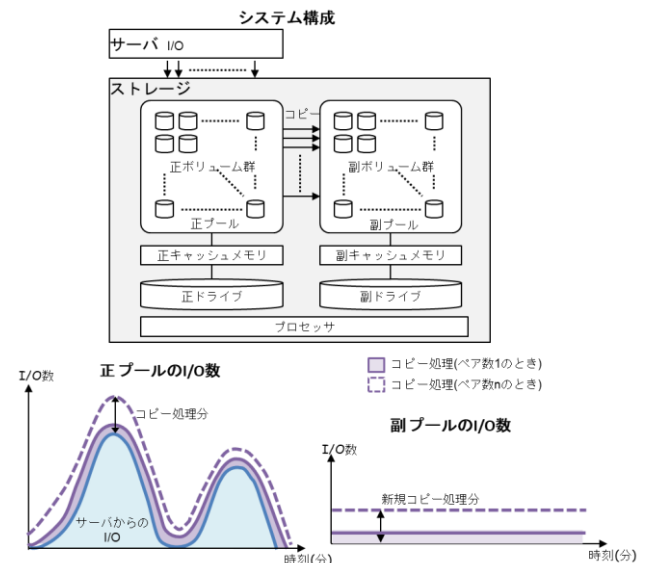


図 2 共有ストレージ想定構成およびプール I/O 数の変化

正ボリュームはサーバからのアクセスがあり、副ボリュームはバックアップで使用する。サーバからの書き込みデータは、キャッシュメモリに一時保存された後、ディスクに書き込まれる。正プール内には、多数の正ボリュームが存在し、共有リソース(プロセッサ、キャッシュメモリ、ドライブ)を使用し、各ボリュームはサーバからの I/O とコピー処理を実行する。ボリューム間の各ペアのコピー時間を予測するためには、対象ボリュームのサーバからの I/O とコピー処理と、リソースを共有する他のボリュームのサーバからの I/O とコピー処理の負荷を合わせる必要がある。

リソースを共有するボリューム群で構成されるプールでは、正プールの I/O 数にコピー処理の I/O 数が加わり、リソースが過負荷になりコピーが遅くなる。

そこで、新規ペアを作成する前に、コピー時間と、他のコピー処理への影響(コピー遅延の有無)を、コピー開始前に把握できるようにする。

3. 提案方式

提案方式は、同一プール内のボリュームをまとめて、プール間コピー速度を予測し、プール内の各ボリュームのコピー速度は均等とし、ボリューム間コピー時間を予測する。図 3 は、コピー時間予測の分析処理フローである。

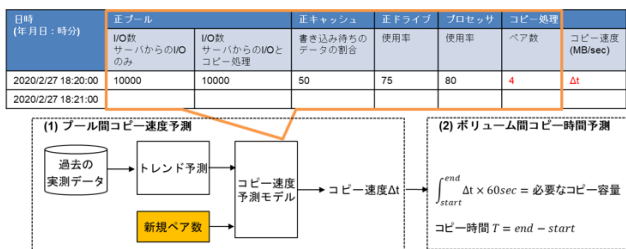


図 3 提案方式概要

分析処理は、(1)プール間コピー速度予測、(2)ボリューム間コピー時間予測の順に実行する。

(1)では、過去の時系列実測データをテレンド予測し、結果の予測データと新規ペア数をコピー速度予測モデルに入力し、コピー速度(単位時間あたりのコピー容量)を出力する。コピー速度予測モデルは、重回帰分析を用いて、説明変数は、正ボリューム群の I/O 数と正キャッシュの書き込み待ちデータの割合、正ディスクおよびプロセッサの使用率、コピーペア数とし、目的変数はコピー速度とする。

コピー機能は、コピーペアのボリューム間で、差分データ領域を保持しており、差分データ領域(必要なコピー容量)のみコピーする。(2)では、(1)の出力結果のコピー速度 Δt を、開始時刻 start から積分し、必要なコピー容量に到達する終了時刻 end を求める。コピー時間 T は終了時刻から開始時刻の差分である。

4. 検証実験

4.1 検証環境

図 4 は検証環境である。正ボリュームは Flash ドライブから構成されるプール、副ボリュームは HDD ドライブから構成されるプールから作成する。正プールと副プールには、別々のキャッシュを割り当てる。各コピーペアは同一のプロセッサが I/O を処理する

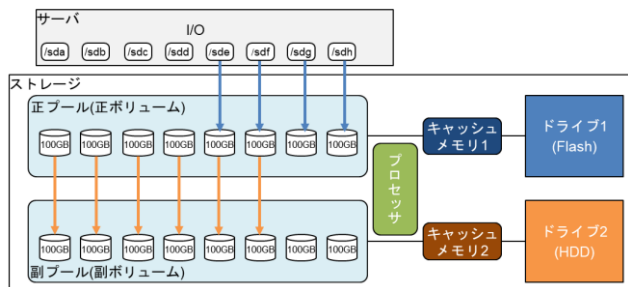


図 4 検証環境

4.2 検証方法

本論文では、コピー時間とコピー速度の予測精度を評価する。テレンド予測誤差による影響をなくすため、テレンド予測結果の代わりに実測データを用いて、コピー速度を予測し、実測結果のコピー速度とコピー時間と比較する。

検証は、アクセスパターンとペア数を変化させて学習し、未学習のアクセスパターンとペア数を予測する。

表 1 は学習と予測のアクセスパターンである。アクセスパターンは、①負荷をかけるリソースと、②正ボリュームの処理を変化させる。T1~T8 の条件で学習し、P1~P5 の条件で予測する。

表 1 学習と予測のアクセスパターン

①過負荷リソース	②正ボリューム処理(数字はボリューム数)		学習 Training	予測 Prediction		
	I/Oのみ	コピーのみ			I/Oとコピー	
ドライブ	4	1	0	T1	P1	
	0	2	2			
	4	4	0	T2		
	3	0	1	T3		
	2	0	2			P2
	0	0	4	T4		
プロセッサ	0	0	8		P3	
	4	1	0	T5	P4	
	4	4	0	T6		
	3	0	1	T7		
	2	0	2			
	0	0	4	T8		
0	0	8		P5		

5. 検証結果と考察

表 2 に検証結果を示す。コピー時間の予測誤差は、平均 10.7% である。P2 を除く予測パターンについては、コピー時間の予測誤差は 10% 以内である。予測パターン P2 は、コピー速度の平均予測誤差 66.4%、コピー時間の予測誤差 37% である。P2 を学習データに追加して、予測モデルの再作成することで、予測精度を向上できると考える。

表 2 検証結果

①負荷をかける リソース	②正ボリュームの処理 (数字はボリューム数)		アクセス パターン	コピー速度 (MB/sec)	コピー時間			
	I/O	コピー			I/Oと コピー	平均予測誤差	予測	実測
ドライブ	0	2	2	P1	10.2%	28分	27分	3.7%
	2	0	2	P2	66.4%	17分	27分	37%
	0	0	8	P3	20.7%	55分	55分	0%
プロセッサ	2	0	2	P4	47.3%	11分	10分	10%
	0	0	8	P5	15.7%	36分	35分	2.9%

6. おわりに

過去の I/O 数とプロセッサおよびドライブの負荷変動に基づき、将来の負荷変動とコピー速度を予測し、必要なコピー容量からコピー時間を予測する方式を提案した。I/O 数とコピー同時実行数を変化させ、コピー時間を計測し、予測したコピー時間と比較した結果、コピー時間の予測誤差が平均 10.7% 以内であることから、予定時間内にデータバックアップが終わるか判断できる見込みを得た。

参考文献

[1] 原 彬大, 坂 弘明, 川口 智大, “ストレージシステム間のアクセス無停止データマイグレーションにおけるコピー速度調整方式の提案と開発”, 研究報告システム・アーキテクチャ(ARC), 2019-ARC-236, Vol.5, pp.1-6 (2019).