

## ストレージシステムにおけるボリューム稼働情報送信性能改善の検討 Performance Improvement of Monitoring Volumes in Storage System

東郷 一輝<sup>†</sup> 鈴木 貴敦<sup>†</sup> 佐藤 賢太<sup>†</sup> 柴山 司<sup>†</sup> 出口 彰<sup>†</sup>  
Kazuki Togo Takano Suzuki Kenta Sato Tsukasa Shibayama Akira Deguchi

### 1. はじめに

近年、ストレージシステムを運用する企業では、運用コストを低減するために、ストレージ専従の管理者を置かず、IT インフラ一般の管理者がストレージの管理を行う運用形態をとることが多い。そのため、ストレージに対する知識やスキルの乏しい管理者が少ない労力で容易に運用を行えるストレージ管理ソフトウェアが求められている。このような市場ニーズに対して、ストレージベンダは、クラウドで動作する Software-as-a-Service(SaaS)型のストレージ管理ソフトウェアによるストレージ監視・分析サービスを提供している [1] [2] [3]。

SaaS 型ストレージ管理ソフトウェアによるストレージの監視・分析には、ストレージの稼働情報が必要となる。そのため、ストレージは定期的にボリュームの稼働情報を、SaaS 型ストレージ管理ソフトウェアへ送信する。

一般的に時系列データを分析するにあたり、データの時間間隔が小さいほど分析の精度が高くなる。そこで、ストレージがボリューム稼働情報を高頻度で送信可能にするために、ボリューム稼働情報送信性能改善をめざす。

本稿では、ストレージのボリューム稼働情報送信性能改善方式を提案する。

### 2. ボリューム稼働情報送信機能の概要

本章では、研究対象であるボリューム稼働情報送信機能の概要について述べる。ストレージのボリューム稼働情報送信機能の概要図を図 1 に示す。ストレージは、メインモジュールと管理モジュールの 2 つの物理コンポーネントから構成されている [4]。これら 2 つのコンポーネントは内部ネットワークで通信を行う。

メインモジュールは、I/O 処理を行うモジュールであり、I/O のスループット、応答時間などの稼働情報を生成し、メモリに格納する。

管理モジュール上では、SaaS 型ストレージ管理ソフトウェアやストレージ管理者といった管理クライアントが運用管理に用いる API、GUI、CLI を提供している。管理モジュールは、管理クライアントからの要求に従い、メインモジュールに対し、ボリューム作成等のストレージ操作や稼働情報送信を依頼する。

ボリューム稼働情報送信機能の処理フローは以下である。

#### (1) リクエスト受付処理

管理モジュールが、管理クライアントからリクエストを受信する

#### (2) 情報取得処理

管理モジュールが、メインモジュールと通信を行い、情報を取得する

#### (3) レスポンス送信処理

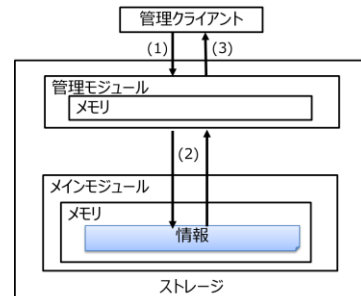


図 1 ボリューム稼働情報送信機能の概要

管理モジュールが、メインモジュールから受信したデータを加工し、管理クライアントへ送信する

### 3. 課題

従来のボリューム稼働情報送信機能の性能を測定した結果を図 2 に示す。処理時間の内訳は 2 章で述べた処理フローである。処理時間が大きいものは、(2)情報取得時間であり、全体の 81% を占める。図 2 (2)の処理時間の大半は、スロットリングによる送信処理待ち時間である。メインモジュールは、I/O レスポンス悪化等の I/O 処理への悪影響を抑えるために、管理モジュールへの情報送信処理のスロットリングを行っている。このスロットリングによる処理待ち時間を削減することで、ボリューム稼働情報送信性能を高速化することができるが、I/O 性能へ悪影響を及ぼしてしまう。一般的に、ストレージにおける I/O 性能の安定性に対する期待は高く、SaaS 型ストレージ管理ソフトウェアの監視・分析サービスは、I/O 性能を安定化させるために行っている。そのため、I/O 性能への影響を最小化するために、このスロットリングを緩めずに稼働情報送信処理性能を改善する必要がある。

そこで、スロットリングを緩めずにボリューム稼働情報送信性能を改善する方法として、管理モジュールのメモリ上に送信情報をキャッシュし、管理クライアントからの稼働情報送信リクエストに対して、キャッシュ上の情報をレスポンスとして返す方法が考えられる。管理モジュールは API、GUI、CLI など様々な機能が動作しており、各機能の動作への影響を与えないために、各機能が使用可能なメモリ量を制限している。そのため、管理モジュールの限られ

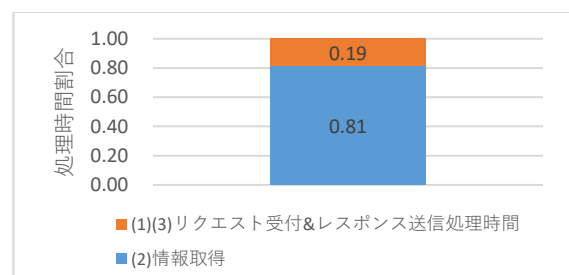


図 2 ボリューム稼働情報送信機能の処理内訳

<sup>†</sup> 株式会社 日立製作所 研究開発グループ  
Hitachi,Ltd. Research & Development Group

たメモリ資源の中で、稼働情報送信処理を高速化することが課題である。

#### 4. 解決方式

図 2(2)の処理を分析した結果を図 3 に示す。図 2(2)の処理は、(2-1)ボリューム定義情報取得処理と(2-2)ボリューム稼働情報取得処理に大別できる。処理時間の内訳は、(2-1)ストレージ定義情報取得時間、(2-2)ストレージ稼働情報取得時間がそれぞれ全体の 37.7%、43.7%を占める。

ボリューム定義情報とボリューム稼働情報のデータ構造を図 4 に示す。ボリューム定義情報は有効なボリュームを判別する情報であり、ボリューム作成、削除を契機として、変化する。ボリューム定義情報は、ビットマップ形式で表現され、1 ボリュームあたり 1bit の情報である。ボリューム稼働情報は、ボリュームのアクセスレイテンシやスループットなどの情報であり、ボリュームに対する I/O を契機として変化する。ボリューム稼働情報は、1 ボリュームあたり数百 Byte オーダーである。

以上のことから、ボリューム稼働情報と比べ、ボリューム定義情報の更新頻度が低く、データサイズが小さいという特徴に着目し、ボリューム定義情報を管理モジュールにキャッシュすることでボリューム稼働情報送信性能を高速化する方式を提案する。

#### 5. 評価

4 章で示したボリューム定義情報キャッシュ方式による効果を示すための評価について述べる。一般的に、外付けストレージは、多くのボリュームを作成することができる。本評価では、ボリュームは、本研究対象ストレージの最大定義数である 65,536 個を定義した。評価は、以下の 2 点の観点で実施した。

(a) ボリューム稼働情報送信性能

(b) メモリ使用量

ベースラインとして提案方式適用前の性能を設定し、提案方式とボリューム稼働情報をキャッシュする方式を比較した。ボリューム稼働情報をキャッシュする方式は、キャッシュ更新対象のボリューム ID をボリューム定義情報取得により確認する方式をとり、ボリューム定義情報のキャッシュは行わない。

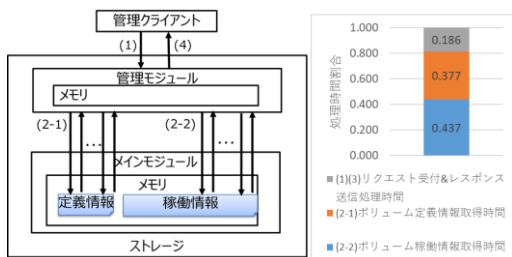


図 3 情報取得処理の内訳

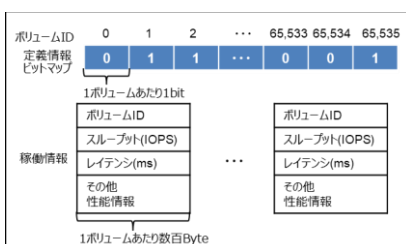


図 4 定義情報と稼働情報のデータ構造

(a) ボリューム稼働情報送信性能

最大ボリューム定義数と同じ 65,536 個分のボリューム稼働情報を管理クライアントへ送信完了するまでの時間を測定した結果を図 5 に示す。結果は、稼働情報をキャッシュする方式と、本提案方式である定義情報をキャッシュする方式、ともに方式適用前と比べ約 1.8 倍の性能改善の見込みである。

(b) メモリ使用量

ボリューム稼働情報送信処理実行時の管理モジュールのメモリ使用量を図 6 に示す。従来方式のメモリ使用量に対して、ボリューム稼働情報をキャッシュする方式のメモリ使用量は約 28% 増加し、提案方式であるボリューム定義情報をキャッシュする方式は約 2% 増加した。したがって、ボリューム稼働情報キャッシュ方式と比べ、提案方式のボリューム定義情報キャッシュ方式は約 92% 少ないメモリ容量で済む見込みである。

以上の評価結果より、管理モジュール上の限られたメモリ資源の中でボリューム稼働情報送信性能を高速化する上で、本提案方式であるボリューム定義情報をキャッシュする方式が有効であることがいえる。

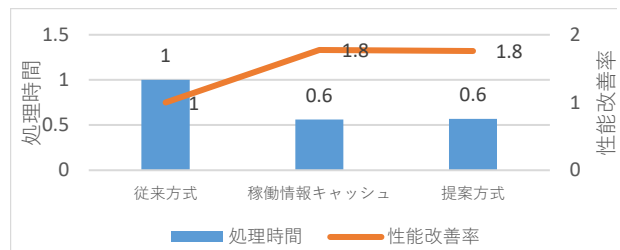


図 5 ボリューム稼働情報送信性能比較

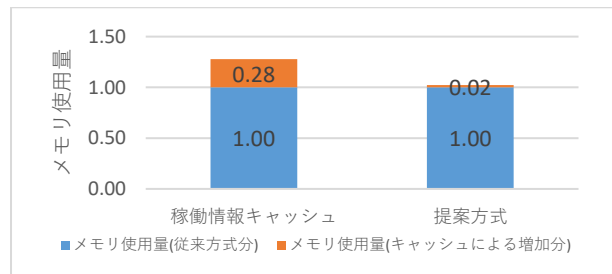


図 6 メモリ使用量比較

#### 6. まとめ

本稿では、ストレージの管理モジュールの限られたメモリサイズの中で稼働情報送信性能を改善する方式を提案した。評価より、提案方式は、稼働情報データをキャッシュする場合と比べ少ないメモリ容量で、キャッシュ方式適用前から約 1.8 倍の性能向上ができることを確認した。

参考文献

- [1] Dell EMC, "Intelligent Infrastructure Insights with Dell EMC CloudIQ," [Online]. Available: <https://www.delltechnologies.com/en-us/storage/cloudiq.htm>.
- [2] NetApp, "NetApp Active IQ," [Online]. Available: <https://www.netapp.com/us/products/data-infrastructure-management/active-iq.aspx>.
- [3] Pure Storage, "Pure1 Data Sheet," [Online]. Available: <https://www.purestorage.com/content/dam/pdf/en/datasheets/ds-pure1-ai-driven-management.pdf>.
- [4] 日立製作所, 岡田渡, 岡村圭祐, "ストレージシステム". 特許番号: 特開 2019-53587, 2019.