組み込みプロセッサ向け性能向上手法のディスクアレイへの適用

八木沢　育哉,　松並　直人,　西本　哲,　小川　純司
（株）日立製作所　システム開発研究所

１．はじめに

近年、高性能サーバ向けストレージとして価格／性能比と信頼性に優れる RAID[1]型のディスクアレイが定着してきている。ストレージと多数台サーバとを接続する SAN が普及しつつある一方で、ストレージ自体も配下に数 100 台のディスクを接続する構成となっており、高多重 I/O に対応できる高スケーラブル／高性能マシンであることが求められている。

本稿では、組込みシステムの一例としてディスクアレイを採り上げ、制御プログラム動作に着目した高性能化技術について報告する。

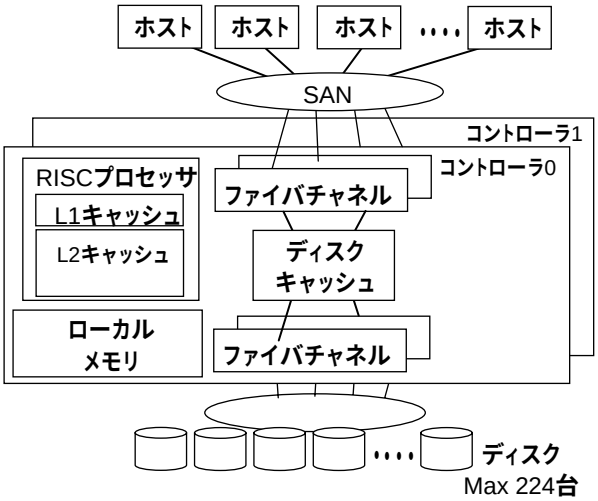

図１　ディスクアレイアーキテクチャ

２．従来方式の課題

従来のディスクアレイ制御方式は図２に示すように、ジョブの逐次処理方式が一般的であった。制御プログラムがシリアルに実行されるため、各 I/O 処理の応答性能の面では有利だが、反面、プロセッサ内蔵の L1 キャッシュに命令セットがヒットする割合が低く、高多重 I/O 処理には不利であった。

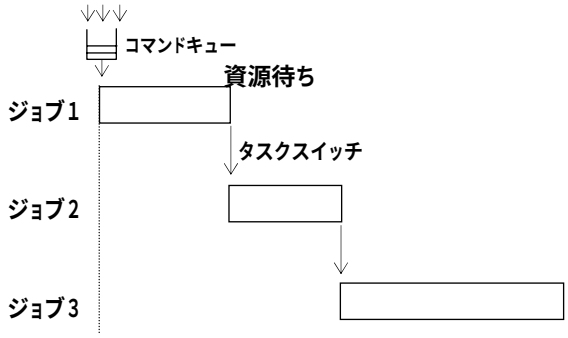

図２　従来の制御方式

３．新方式の提案

本稿では、複数のコマンドを同時に受信する高多重 I/O 処理の特性に着眼し、図３に示すステージング分割方式を提案する。

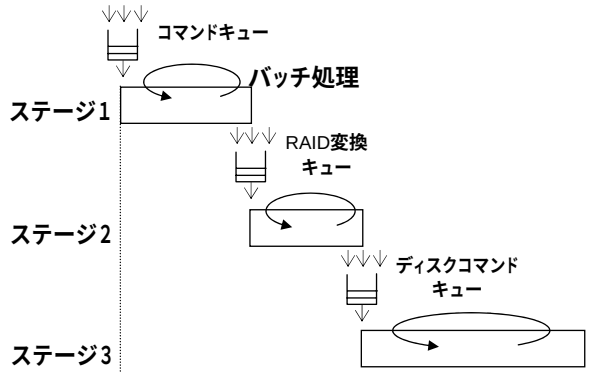

図３　ステージング分割方式

Application of Method of Performance Improvement for Embedded Processor to Disk Array
Ikuya Yagisawa, Naoto Matsunami, Akira Nishimoto, Junji Ogawa
Systems Development Laboratory, Hitachi,Ltd.

RAID: Redundant Arrays of Inexpensive Disks
SAN: Storage Area Network
I/O: Input / Output
RISC: Reduced Instruction Set Computer

制御プログラムをモジュールに分け、各ステージをループさせてバッチ処理を実行する。各ステージの終了時に次のステージへのキューイングを行い、各ステージを複数回連続実行させることで命令セットの L1 キャッシュヒット率を向上させる。

また、ディスクアレイ制御は、ホストからのコマンド受信処理、RAID アドレス変換処理、ディスクキャッシュ資源確保処理、ディスクへのコマンド発行処理等と多岐に渡り、命令セット全体としてはプロセッサ内蔵の L1 キャッシュに収まるサイズとはならない。そこで、図４に示すようなステージング分割を行なう。

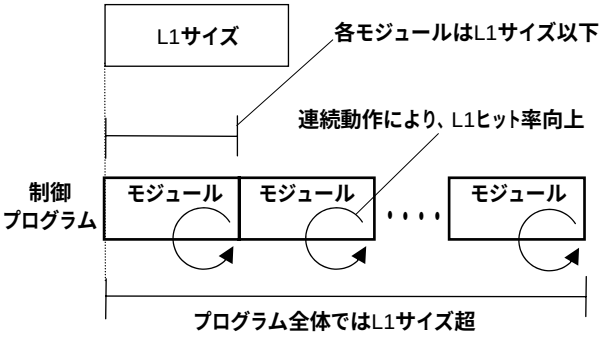

図４　ステージング分割サイズ

各モジュールを L1 サイズに収まる範囲に分割し連続動作させることで、命令セットの L1 ヒット率を向上させ、制御プログラムの処理時間を短縮させる。

４．性能評価

新方式の効果を実測に基づくシミュレーションにより評価した。新方式では、L1 キャッシュヒット率向上により、CPU 動作向上効果＋58%(実測値)を適用した。モジュールの連続動作回数は各 10 回、連続動作により重複処理を省略できる効果は除外した。

図５に、本方式を適用した場合の効果を示す。

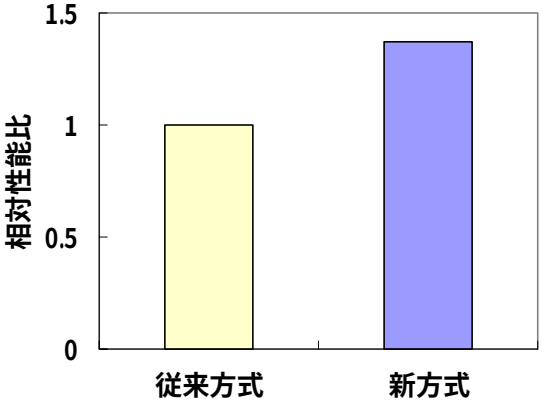

図５　I/O 処理性能比較

評価の結果、新方式にて I/O 処理性能が 37%向上することを確認した。

また、ディスクアレイ実機にて L1 ヒット率を測定した結果、新方式においては 98.3%となり、8 命令同時フェッチにおいて先頭命令がすべて L1 にミスするケースでの L1 ヒット率 87.5%と比較し、高効率となることを検証した。

５．まとめ

組込みシステムの一例としてディスクアレイを採り上げ、プログラムをステージング分割し、連続実行させることで L1 ヒット率を向上させ、I/O 処理性能が向上することを確認した。

参考文献

[1]David A.Patterson, et al.: "A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID) ", Report no.UCB / CSD 87 / 391, Computer Science Division Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of California, Berkeley, 1987.