

審査の結果の要旨

氏名 西川 記史

本論文は「アプリケーションの入出力挙動特性を利用したストレージシステム省電力技法に関する研究」と題し、9章から構成される。デジタルデータの急増、低炭素化社会への要求を背景とし、ストレージシステムの消費電力が大きく増大している点に着目し、その省電力化に取り組む。入出力挙動を解析、その特性を利用することにより基幹アプリケーション稼働時においても僅かな処理性能低下に留め、ストレージの省電力を図る方式を提案する。データベースバッファ、ストレージキャッシュ等を利用した実行時省電力技法を創案し、大規模ファイルサーバ、オンライントランザクション処理、意志決定支援システム等の応用を用いてストレージシステム消費電力を実測し提案手法の有効性を明らかにする。

第1章は、「序論」であり、本論文の背景および目的について概観し、本論文の構成を述べている。

第2章は、「実行時ストレージ省電力フレームワーク」と題し、従来提案されて来た動的ストレージ省電力技法がアプリケーションレベルの入出力情報を用いていないことによる非効率性を有することを指摘し、アプリケーションの入出力挙動を監視、解析し、基幹アプリケーション実行時にもストレージ省電力が可能なフレームワークを提示している。

第3章は、「関連研究」と題し、ストレージシステム、ハードディスクの省電力手法に関する関連研究をまとめている。

第4章は、「MAID機能とハードディスク及びストレージシステムの消費電力特性」と題し、ハードディスク並びにストレージシステムの消費電力を実測し、ストレージ省電力手法においてハードディスク、ストレージシステムの停止の指標となる損益分岐時間を示す。

第5章は、「オンライントランザクション処理の入出力挙動特性を利用したハードディスクの実行時省電力技法」と題し、複数台のハードディスクから構成されるデータベースサーバ上でオンライントランザクションが稼働する場合の実行時省電力技法を創案し、入出力トレースを用いて提案手法の省電力効果を示す。オンライントランザクション処理の業界標準ベンチマークであるTPC-Cを用い、アプリケーションレベルの入出力挙動を表、索引の単位で解析した結果、毎分1000件以上のリクエストが発行される状況においてもストレージ省電力が可能となる入出力間隔が存在することを明らかにしている。当該解析結果を用い、アプリケーションレベルの入出力挙動に基づく複数のハードディスクに対する省電力に適したデータ配置と、データ一貫性保持プロトコルの有する特性を利用した遅延書き込みを特徴とする手法を提案している。TPC-Cの入出力トレースを用いて消費電力を計測し、その特失を明らかにしている。

第 6 章は、「大規模データインテンシブアプリケーションと連携した実行時ストレージ省電力技法」と題し、代表的な 3 つのアプリケーション、大規模ファイルサーバ、オンラインランザクション処理、意志決定支援システムを用い、アプリケーションレベルの入出力挙動から省電力化を考慮した 4 つの入出力パターンを抽出し、パターンごとに適した省電力技法を選択・実行する手法を提案している。入出力トレースを用いて消費電力を測定し、提案手法がアプリケーション処理性能の劣化を抑えつつ、従来手法に比べ省電力化出来ることを示している。

第 7 章は、「大規模ストレージシステムにおける省電力を考慮した RAID 構成」と題し、近年の大規模ストレージが多様な RAID 構成を支援していることを背景に、提案する実行時ストレージ省電力に加えストレージ構成時に省電力に有効な RAID 構成法を明らかにしている。

第 8 章「階層的データ管理と省電力ストレージ管理機構」と題し、大規模データに対しては通常階層的データ管理が利用されるが、当該管理情報を利用した実行時ストレージ省電力手法を提案し、実運用システムトレースに適用することにより、その有効性を示している。

第 9 章「結論」では、本論文の成果と今後の課題について総括している。

以上これを要するに、本論文は、情報爆発時代において大規模化するストレージシステムにおける省電力化に着目し、アプリケーションレベルの入出力挙動を利用することにより処理性能の劣化を僅かに抑えつつストレージの大幅な省電力化を実現する手法を提案している。加えて、複数の代表的なアプリケーションに対し消費電力を実測することにより、提案手法の有効性を明らかにすると同時に、新たなストレージ構成、データ管理に繋がる知見を提示しており、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。