OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	階層ストレージにおけるSSD活用による入出力性能向上に関する研究
Author(s)	林, 真一
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52024
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 （林 真一）	
論文題名	階層ストレージにおけるSSD活用による入出力性能向上に関する研究

論文内容の要旨

本論文は、筆者が2012年から現在まで（株）日立製作所横浜研究所、ならびに2013年10月から現在まで大阪大学大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻在学中に行った、階層ストレージにおけるSSD (Solid State Drive)活用によるI/O性能向上に関する研究成果をまとめたものである。

情報技術の進展と企業における情報技術の活用に伴い、ストレージシステムに蓄積されているデータへのアクセス量の増加が続いている。このため、従来使用されてきたHDD (Hard Disk Drive)が情報システムにおけるボトルネックとなる可能性が高くなってきている。HDDがボトルネックとなっている場合に、HDDよりも高性能な記録媒体であるSSDに置換することにより、情報システムの性能向上を見込める。しかし、一般的にSSDはHDDよりも高価であるため、コストの増加を抑えてシステムのI/O性能を向上するためには、I/Oが集中するデータのみをSSD上に配置し、それ以外のデータをHDD上に配置することが重要である。

本論文では、SSD活用によるI/O性能向上に関して、次の3点を課題として設定し、解決方法を検討する。

課題(1) ボリューム階層化方式におけるI/O性能向上
課題(2) ボリューム階層化方式とSSDキャッシュ方式の併用によるI/O性能向上
課題(3) 併用方式におけるSSD割当て容量の適正化

本論文は全5章から構成される。

第1章の序論では、SSDを活用する階層ストレージの概要と、本論文において解決すべき課題を述べ、従来研究を概観するとともに、本論文の目的と位置付けを明らかにする。

第2章では、ボリューム階層化方式におけるI/O性能向上方式を提案する。はじめに、従来のボリューム階層化方式の動作と、問題点を説明する。次に、これを解決するための長短異なるI/O数計測期間に基づくデータ配置適正化方式の動作を説明する。最後に、シミュレータを用いて、従来方式と提案方式のI/O性能を比較し、提案方式の効果を確認する。

第3章では、ボリューム階層化方式とSSDキャッシュ方式の併用時のI/O性能を評価する。はじめに、SSDキャッシュ方式の動作を説明する。次に、ボリューム階層化方式とSSDキャッシュ方式の特徴とI/O性能を比較する。次に、併用方式の動作について説明する。最後にシミュレータを用いて、ボリューム階層化方式、SSDキャッシュ方式、併用方式のI/O性能を評価する。

第4章では、階層化ボリュームとSSDキャッシュへのSSD割当容量動的適正化方式を提案する。はじめに、併用方式の問題点を説明する。次に、これを解決するための階層化ボリュームとSSDキャッシュのSSD割当容量動的適正化方式を説明する。最後に、シミュレータを用いて、併用方式と提案方式のI/O性能を比較し、提案方式の効果を確認する。

第5章では、結論として本研究で得られた成果を要約し、今後の課題を述べる。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（林　真一）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教 授	薦田 憲久
	副 査	教 授	藤原 融
	副 査	教 授	下條 真司
	副 査	教 授	西尾 章治郎
	副 査	教 授	鬼塚 真

論文審査の結果の要旨

企業における情報の活用が増加するに伴い、ストレージシステムに蓄積されているデータへのアクセス量の増加が続いている。このため、従来使用されてきたHDD (Hard Disk Drive)が情報システムにおけるボトルネックとなる可能性が高くなってきている。HDDがボトルネックとなっている場合に、HDDよりも高性能な記録媒体であるSSD (Solid State Drive)に置換することにより、情報システムの性能向上を見込める。しかし、一般的にSSDはHDDよりも高価であるため、コストの増加を抑えてシステムの入出力(I/O: Input/Output)性能を向上するためには、I/Oが集中するデータのみをSSD上に配置し、それ以外のデータをHDD上に配置することが重要である。

本論文では、SSD活用によるI/O性能向上に関して、(1) ボリューム階層化方式におけるI/O性能向上、(2) ボリューム階層化方式とSSDキャッシュ方式の併用によるI/O性能向上、(3) 併用方式におけるSSD割当て容量の適正化の3点の課題を踏まえ、階層ストレージにおけるSSD活用による入出力(I/O: Input/Output)性能向上に関する研究成果をまとめたものである。研究成果をまとめたものである。その主要な成果を要約すると次の通りである。

(1) 従来のボリューム階層化方式では、適正化間隔が短い場合に階層間移動の負荷が増加し、適正化間隔が長い場合にI/O性能が低下する。これを解決するために、SSD階層を2つに分割し、長短異なる適正化間隔に基づき、それぞれのSSD階層を割り当てるページを決定する方式を提案している。シミュレータを用いて、従来方式と提案方式のI/O性能を比較し、提案方式はI/O性能を最大18%向上できることを示している。

(2) I/O分散時にSSDキャッシュ方式を適用した場合においてI/O性能は向上しない。これを解決するために、SSDを2つの領域に分割し、一方をSSD階層として使用し、もう一方をSSDキャッシュとして使用する併用方式を提案している。シミュレータを用いて、併用方式はライトが多い場合に特に有効でI/O平均応答時間を最大で24%削減できることを示している。

(3) 併用方式適用時においてI/O特性、SSD容量に応じて、階層化ボリュームとSSDキャッシュへの適切なSSDの割当て容量が異なるため、SSDの最適割合を試行錯誤的に決定しなければならない。これを解決するために、SSDへのI/O率に基づきSSD割当て容量を自動的に適正化する方式を提案している。シミュレータを用いて、提案方式はI/O特性の変化に応じてSSD割当て容量を自動的にその時々で最適な値に適正化できることを示している。

以上のように、本論文は階層ストレージにおけるSSD活用によるI/O性能向上に関する先駆的研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。