

ストレージ・クラス・メモリで構成した SSD の寿命を考慮した性能評価

中西 優 安達 優 松井 千尋 杉山 佑輔 竹内 健
中央大学理工学部電気電子情報通信工学科

1. はじめに

ストレージ・クラス・メモリ(SCM)はNAND型フラッシュメモリより高速で低消費電力な次世代の記憶素子であり、将来SSDに使用されることが期待されている。SCMで構成されたSSDでは、SCMの書き換え可能回数が寿命を決める要因となる。そのため、SSDの寿命を延ばすために、書き込みが一部のセルに集中することを防ぐウェアレベリングを行う必要がある[1]。しかし、ウェアレベリングを頻繁に行うとストレージの性能は悪化してしまう。従来、ウェアレベリングを行う頻度は固定されていたが、SSDへのアクセスの特徴が異なれば、必要なウェアレベリングの頻度も異なる。そこで、本発表ではSCMで構成されたSSDのウェアレベリングの頻度を変えた時の性能と書き換え回数を調べ、最適なウェアレベリングの頻度をアプリケーション毎に調べた。

2. SCMにおけるウェアレベリング

SCMはセクタと呼ばれるホストが発行するデータサイズでアクセスが可能であるが、SCMにおけるウェアレベリングではページと呼ばれるセクタをいくつかまとめた単位で行われる。SCMにおけるウェアレベリングのアルゴリズムを図1に示す[1]。ホストから書き込みリクエストが発行されると、対象ページ内のセクタの最大書き換え回数を調べる。この値がしきい値を超えていた場合はウェアレベリングを行う。ウェアレベリングは書き込みデータと対象ページのデータをマージし、別のページに書き込む動作を行う。このように書き込みの多いデータを移動させることにより、書き込みが一部のセルに集中することを防ぐ。

3. ウェアレベリング頻度依存性の評価結果

性能及び寿命におけるウェアレベリング頻度依存性の評価はトランザクションレベルのエミュレータを用いて行った。ワークロードは実際のストレージアプリケーションのトレースを用いた[2]。本研究では、支配的なアクセスの種類(write-intensive or read-intensive)やアクセス頻度(hot or cold)、アクセスサイズ(random or sequential)において特徴的な7つのアプリケーションを用いた。各アプリケーションの書き込みアクセス数を論理アドレス毎にカウントした結果を図2に示す。ウェアレベリングは書き込みが行われる時に実行するかの判断がなされるため、書き込みが多く行われるデータを持つアプリケーションはウェアレベリングの発生頻度を変えた時の影響を大きく受けると考えられる。

4. ウェアレベリングの発生頻度最適化の結果

ウェアレベリングの頻度の最適化による変化を表1に示す。書き込みが多く行われるデータを持つアプリケーションでは性能の改善が確認できた。また、性能が下がるアプリケーションでは書き込みの多いデータを持たないため、寿命が改善されることが示された。

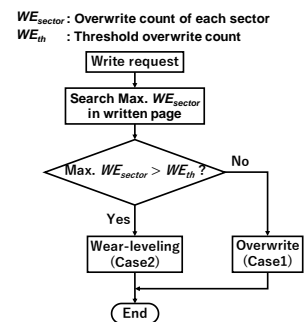


図1 SCMにおけるウェアレベリング[1]

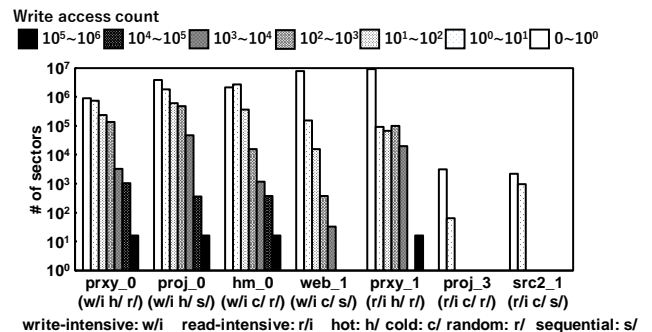


図2 各アプリケーションの書き込みアクセス数

表1 ウェアレベリング頻度最適化による SCMを用いたSSDの性能と寿命の変化

ワークロード	性能	寿命
prxy_0 (w/i h/ r/)	向上	低下
proj_0 (w/i h/ s/)	向上	低下
hm_0 (w/i c/ r/)	向上	低下
web_1 (w/i c/ s/)	低下	向上
prxy_1 (r/i h/ r/)	向上	低下
proj_3 (r/i c/ r/)	低下	向上
src2_1 (r/i c/ s/)	低下	向上

write-intensive : w/i hot : h/ random : r/
read-intensive : r/i cold : c/ sequential : s/

参考文献

[1] T. Onagi, et al., SSDM, 2014, pp. 106-107.
[2] MSR Cambridge Traces, <http://iotta.snia.org/traces/338>