

SSD 적중률 향상을 위한 PSO 기반 버퍼 관리 기법 연구

정성민⁰, 송준석*, 송병후*, 윤희용*

⁰성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

e-mail:{gearfried, alskpo, by911129, youn7147}@skku.edu^{0*}

A Research of PSO-based Buffer Management for Improving Hit Ratio of SSD

Sung-Min Chung⁰, Jun-Seok Song*, Byung-Hoo Song*, Hee-Yong Youn*

⁰Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

● 요약 ●

플래시 메모리의 수요가 증가하면서, 플래시 메모리를 기반으로 한 SSD는 빠른 I/O 속도를 보이며 충격에 강하고, 저전력과 비휘발성인 특징을 가지고 있다. 하지만 플래시 메모리는 지우기와 쓰기 성능이 읽기 작업에 비해 현저히 느리다는 단점이 있다. 본 논문에서는 버퍼에서 각 논리 페이지가 hot 또는 cold 인지를 정확히 예측할 수 있는 PSO 기반의 버퍼 관리 모델을 제안한다. 이러한 모델을 통하여 기존 모델에서의 기법보다 읽기 및 쓰기 적응 횟수와 적중률이 향상되는 것을 증명하였다.

키워드: SSD(Solid State Drive), 버퍼 관리(Buffer Management), 입자 무리 최적화(Particle Swarm Optimization)

I. Introduction

플래시 메모리의 수요가 증가하면서, SSD가 개인 컴퓨터와 서버 시장에서 각광받고 있다 [1]. 플래시 메모리는 빠른 속도, 저전력, 소음 그리고 충격에 강하다는 장점이 있다. 하지만 이러한 장점을 지닌 반면, 읽기와 쓰기 작업은 페이지 단위로 처리하지만 지우기 작업은 페이지의 고정된 숫자로 구성된 블록 단위로 처리되기 때문에 한 페이지에 다시쓰기를 하는 것은 불가능하며 각 블록 또한 지우기 작업의 횟수가 제한되는 단점이 있다. 따라서 이러한 단점을 보완할 수 있도록 SSD에 버퍼를 사용하여 SSD에 대한 액세스를 감소시킴으로써 스토리지 시스템의 전체 효율을 향상시키는 연구들이 진행되고 있다 [2].

II. Preliminaries

PSO(Particle Swarm Optimization)는 진화형 연산기법의 일종으로, 새 혹은 물고기들의 무리가 나타내는 움직임에 관한 행동양식을 모방한 최적화 기법으로써, 최대 또는 최소한의 공간을 탐색하는데 최적화 과정에 도입한 기법이다. 기존의 유전자 알고리즘들은 수행시간이 길다는 단점을 지니고 있지만, PSO는 알고리즘이 간단하고, 계산 시간이 짧으며, 대량의 메모리가 필요 없는 장점이 있기 때문에 주어진 문제에서 기존의 알고리즘으로 해결하기 어려운 분야에 적용되고 있다 [3].

III. The Proposed Scheme

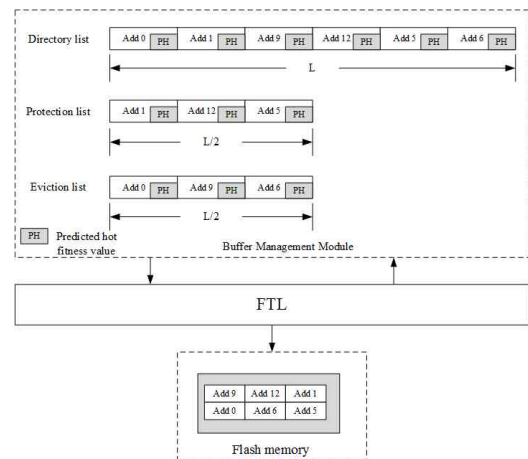


Fig. 1. System Overview

그림 1은 SSD 내부 FTL 상단에서 제안하는 기법이 구현되는 시스템의 개요이다. 제안하는 기법은 directory 리스트, protection 리스트, eviction 리스트로 관리한다. directory 리스트는 버퍼로서 인덱싱을 위한 용도로 사용되며, 버퍼가 가득 찼을 때는 새로운 요청을 수용하기 위한 공간을 확보한다. protection 리스트는 버퍼에서 상대적으로 긴 시간이 지나 PH 값이 높은 directory 리스트의 논리 페이지를 유지하기 위해 사용되고, 동작 메커니즘은 LRU와 유사하다. eviction

리스트는 PH 값이 낮은 directory 리스트의 논리 페이지를 관리하는데 사용된다. protection 리스트와 eviction 리스트는 directory 리스트 버퍼 길이의 반으로 구성하는 것이 성능면에서 효과적이다. 또한 eviction 리스트 내의 총 페이지 액세스 빈도수가 protection 리스트보다 커지면 논리 페이지가 더 hot한 상태가 되어 PH 값이 큰 페이지는 protection 리스트에 유지하고 나머지 페이지는 eviction 리스트에 저장된다.

PSO 알고리즘을 예측되는 PHF 값에 따라 hot 페이지, cold 페이지 두 가지 유형으로 분류한다. PHF 값은 다음과 같은 식에 의해 결정된다.

$$PHfitness(i) = impact(i, M) + impact(i)(M, i \in L) \quad (1)$$

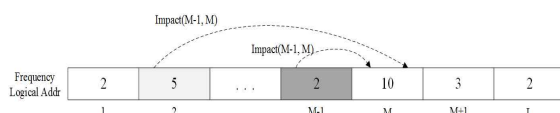


Fig 2. An example of directory list

그림 2는 directory 리스트에서 존재하는 전체 L개의 논리 페이지를 보여준다. 리스트에서 논리 페이지는 순차적으로 유지되기 때문에 단일 요청에 대해서는 높은 확률을 갖지만, 쓰기 작업의 기본 단위인 페이지로 모든 논리 페이지를 정의하기에는 효율적이지 않다. 따라서 directory 리스트에서 sequential 페이지의 일정 부분을 하나의 그룹으로 하여 하나의 쓰기 작업으로 처리하기로 가정할 때에 본 논문에서 제시한 모델을 적용함으로써 읽기 및 쓰기 적중 횟수와 적중률을 향상시킬 수 있다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 SSD의 효율적인 버퍼 관리 모델을 제안하였다. 각 페이지는 버퍼의 적중률을 향상시키기 위해 버퍼에 hot한 정도를 예측하였다.

향후 연구로는 PSO 알고리즘을 구현하고, 알고리즘 내에서 시간 복잡도를 줄일 수 있는 방안을 연구할 계획이다. 또한 워크로드를 사용한 실제 환경에서 PSO를 구현 및 성능 평가가 필요할 것으로 예상된다.

Acknowledgment

본 연구는 BK21Plus 사업, 한국연구재단 기초연구사업 (2013R1A1A2060398), 삼성전자, 미래창조과학부 및 정보통신기술 연구진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업 (1391105003)의 일환으로 수행하였음.

References

- [1] A. Gupta, R. Pisolkar, B. Uргаonkar, etc “Leveraging value locality in optimizing NAND flash-based SSDs,” USENIX Conference on File and Storage Technologies, pp. 1-7, February.2011.
- [2] P. Wei, L.H. Yue, Z.Z. Liu, and X.Y. Xiang, “Flash Memory Management Based on Predicted Data Expiry-Time in Embedded Realtime Systems,” ACM Symp. on Applied Computing, pp. 1477-1481, Mar.2008.
- [3] Kennedy, J. and Eberhart, R. “Particle swarm optimization” Neural Networks, pp.1942-1948,Nov.1995.