

# 리눅스 기반의 SSD 상에서 동작하는 파일 시스템의 I/O 분석 모듈 설계

김소연, 박치현, 노홍찬, 박상현  
연세대학교 컴퓨터학과

e-mail : {sykim, tianell, fallsmal,sanghyun}@cs.yonsei.ac.kr

## A Study on I/O performance analysis Architectures for file system based on SSD

So-Yeon Kim, Chi-Hyun Park, Hong-Chan Roh, Sang-Hyun Park  
Dept. of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

SSD 는 하드 디스크와 다른 구조를 갖고 있으며, 단편화된 잦은 쓰기 연산에 취약하다는 점 등 기존의 환경과는 차이가 있기 때문에 이런 환경에서 발생하는 연산, 특히 I/O 연산에 대한 분석이 필수적이다. 기존의 I/O 연산 측정 도구로 사용되던 벤치마크를 이용하여 SSD 의 성능을 측정할 경우에는 상위단계에서의 읽기, 쓰기 성능만 분석되기 때문에 하위단계에서 실제로 SSD 상의 I/O 연산의 수행 성능을 정확히 측정하기 어렵다. SSD 는 내부 저장 알고리즘의 효율성에 따라서 성능 차이가 크기 때문에 정확한 성능을 측정할 수 있는 분석 도구가 필요하다. 본 논문에서는 SSD 상에서의 I/O 연산의 계층적 분석을 위한 모듈을 제안한다.

### 1. 서론

SSD(Solid State Disk) 는 비휘발성의 메모리 반도체인 다수의 플래시 메모리 칩들을 포함하는 저장장치로서 일반적으로 해당 플래시 메모리 칩들의 데이터 공간을 효율적으로 관리하기 위한 플래시 변환 계층(Flash Memory Translation Layer), CPU, RAM 등을 자체적으로 내장하고 있다. 이러한 이유로 SSD 는 플래시 메모리의 우수한 특성인 소비전력이 적고 외부 충격에 강하며 저장장치에 대한 접근 비용이 매우 작은 특성을 가진다. 하드디스크에 비해 매우 안정적이고 기존 컴퓨터 시스템에서 가장 큰 병목 현상이었던 저장장치에 대한 접근시간을 줄일 수 있는 특성들로 인해 최근 SSD 가 하드디스크를 대체할만한 차세대 저장장치로서 주목 받고 있다[1][2].

SSD 구조의 문제점은 다수의 채널에 의해 데이터가 전송되고 인터리빙에 의해 한 단위로 쓰여지는 다수의 블록이 하나의 논리적인 슈퍼 블록으로 구성된다 는 것이다. 내부 공간 갱신이 불가능한 플래시 메모리의 특성 때문에 매우 작은 공간의 쓰기 요청에도 최대 2MB 까지 구성되는 슈퍼 블록 전체가 다시 다른 여유 공간에 쓰여지는 비효율을 초래하게 된다. 이러한 쓰기 연산에 의해 연속되지 않은 공간에 대한 파편화된 쓰기 요청이 많아지는 경우 SSD 는 각 블록의 지우기 횟수를 빠르게 소모하게 되고 결국 몇 개의 블록의 지우기 횟수가 역치를 초과해 저장장치로

서의 수명을 단축시키게 된다. 또한 쓰기 성능에 있어서도 연속된 공간에 대한 대용량 쓰기 요청은 다채널 인터리빙의 효과를 보게 되어 플래시 메모리에 단위 공간당 지연 시간이 줄어드는 효과를 볼 수 있다. 하지만 임의의 공간에 대한 작은 용량의 쓰기 요청의 경우 같은 슈퍼 블록에 속한 데이터들에 대해 불필요한 쓰기 연산이 수행되어 다채널 인터리빙에 의해 쓰기 성능이 개선되는 효과를 보지 못하게 된다.

위에서 언급한 바와 같이 SSD 는 단편화된 잦은 쓰기 연산에 대해 취약한 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 하드웨어 계층에서 해결 하려는 노력이 진행 중에 있지만 그 상위에서 동작하는 핵심 소프트웨어들에서도 이러한 단편화된 쓰기 회수를 줄이려는 노력이 필요하다. 이렇게 하기 위해서 상위 소프트웨어들이 어떤 I/O 작업을 발생시키는 지에 대한 분석을 통한 개선이 요구된다.

본 논문에서는 VFS 내에서 SSD 파일 시스템에 대한 I/O 분석 모듈을 설계한다. 이를 통해 SSD 상의 인덱스 구조를 설계하거나 실제 SSD 의 성능을 사용자 혹은 응용프로그램이 측정할 때 정확한 수치를 제공해 줄 수 있게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장의 관련연구에서는 기존의 파일시스템 I/O 분석 모듈과 페이지 크기에 따른 B+트리의 성능 평가에 대해 알아보고 3 장에서는 본 논문에서의 I/O 분석 모듈 설계에 대해 설명한다. 마지막으로 4 장에서 결론을 맺으며 향후 과제