
Filter Driver 와 NAND FLASH Memory를 이용한 HDD 장치의 성능 개선에 관한 연구

김우길* · 김영길**

아주대학교

A Study of HDD Performance Improvement through Filter Driver & NAND FLASH Memory

Woo-Gil Kim* · Young-Kil Kim**

Ajou University

E-mail : wook1@naver.com

요 약

본 논문에서는 I/O Filter Driver 와 NAND FLASH Memory의 적용을 통한 HDD 저장장치의 느린 I/O 성능을 개선하기 위한 방법에 대해 연구했다. 반도체 부품으로서 빠른 I/O 성능을 보이는 NAND FLASH Memory의 적용과 이를 구동시키기 위한 Filter Driver (Device Driver)를 적용했으며, 이를 통해 HDD 저장장치의 향상된 I/O성능을 분석하고 개선하는 방법을 제안한다.

ABSTRACT

In this paper, we research the method for HDD I/O Performance improvement by Filter Driver & NAND FLASH Memory. We analyze the effect of the operation of the Device Driver & NAND FLASH Memory and propose the method for the HDD I/O Performance improvement.

키워드

I/O Performance, Filter driver, NAND Flash, HDD, SSD

I. 서 론

I/O 디바이스들의 처리 속도가 중앙 처리 장치의 처리 속도를 따라 가지 못해 생기는 시스템의 성능 저하 현상을 줄이기 위한 노력은 계속되고 있다.

여전히 컴퓨터 시스템의 중앙 처리 장치의 동작 주파수에 비해 주변 디바이스들의 동작 속도 및 데이터 버스의 속도는 여전히 따라 주질 못하고 있으며 이는 매년 증가하는 중앙 처리 장치의 성능을 사용자가 실제로 그 차이를 느낄 수 없도록 하는 주요인으로 작용하고 있다.

특히 데이터의 주 저장장치로 쓰이는 HDD의 사용 빈도는 타 디바이스에 비해 월등히 높은 큰 시스템을 사용하는 사용자가 느낄 수 있는 속도의 정도는 HDD의 성능에 영향을 가장 많이 받고 있다[1].

이에 본 논문에서는 기존의 물리적 동작이 많은 하드디스크 저장장치의 I/O 성능상의 한계점을 뛰어넘기 위해 반도체소자 중의 하나인 NAND FLASH Memory 와 이를 하드디스크의 일종의 Cache로 동작시킬 Filter Driver를 구성함으로 Host 의 하드 디스크로의 Read / Write 동작 시 Filter Driver 의 동작으로 하드디스크와 NAND FLASH Memory에 효율적으로 기입, 이후의 Host 동작 시에 하드 디스크를 통해 시스템에서 데이터를 찾고자 접근할 때, Filter Driver 의 효과적인 판단을 바탕으로 NAND FLASH Memory에 우선적으로 접근하게 하여 하드 디스크에 접속하는 빈도를 낮추고 보다 빠르게 데이터를 읽어 오도록 해서 궁극적으로 PC 의 Booting 시간과 Application 구동 시간을 단축을 확인 하고자 한다.

II. 본 론

2-1. NAND FLASH Memory 의 특징

최근 휴대폰, MP3, 디지털카메라, PMP와 같은 휴대용 단말기를 위한 저장 공간으로 플래시 메모리가 각광받고 있다.

NAND 플래시 메모리는 전기적으로 데이터 개서가 가능하면서 전원이 나가도 데이터를 보존하는 불휘발성 반도체 메모리로서 메모리 셀 구조가 DRAM 보다 간단하여 쉽게 고집적화를 이룰 수 있다. 메모리 셀 당 1개의 트랜지스터와 1개의 Capacitor로 구성되는 DRAM에 비해 플래시 메모리는 1개의 트랜지스터만 존재하므로 bit cost가 DRAM 의 약 0.6~0.8 배로 낮다.

따라서 대량 생산을 할 경우 가장 값싼 반도체 메모리로서 반도체 특유의 고속 동작, 높은 신뢰성 등의 장점을 무기로 보인다[2].

이러한 장점에서 착안 HDD 의 Cache 로 NAND FLASH Memory를 사용한 SSD (Solid State Device)를 하드디스크의 Cache 로 사용하기로 결정했다.

2-2 SSD vs HDD의 성능 비교

아래그림과 같이 Sequential Read 성능 비교 시 SSD 가 HDD보다 3배정도 빠른 성능을 보이고 있다.

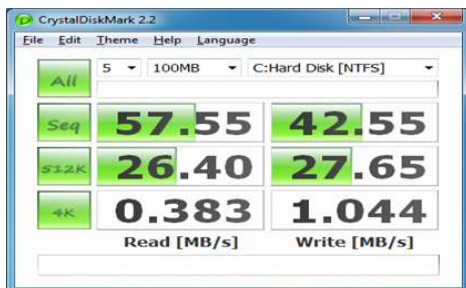


그림 1. HDD Data Transfer Rate (by CrystalDiskMark)

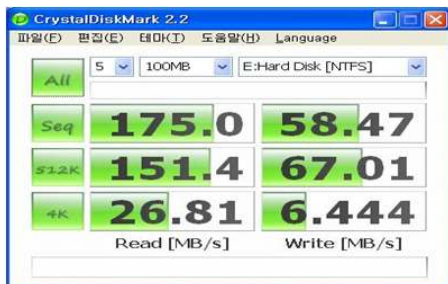


그림 2. SSD Data Transfer Rate (by CrystalDiskMark)

2-3. Filter Driver 의 특징

Filter Driver 는 시스템의 동작에 특정 값을 추가, 수정할 수 있는 Device Driver 입니다.

다른 Device Driver와 마찬가지로 OS 내에서 동작되는 kernel-mode component 입니다.

하나 이상의 파일 시스템이나 파일 시스템볼륨에 대해서 입출력 동작을 filtering 할 수 있기 때문에 Application의 성격에 따라서 로그, 계측, modify, prevent 등의 동작을 수행할 수 있다.

일반적으로 백신 프로그램, 암호화 프로그램, hierarchical storage management system 등의 Application에 사용된다.

본 논문에서는 특히 Data Channel 확보, File System control, Data modify, Redirection 등의 역할을 할 수 있도록 구성 했습니다.

III. Filter Driver 알고리즘

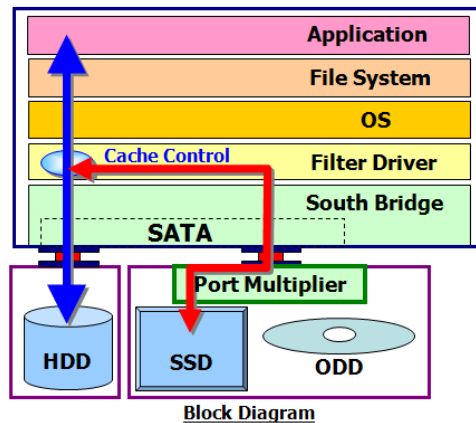


그림 3. H/W구성과 Filter Driver Allocation

그림 3.은 본 논문의 실험 진행을 위한 H/W 과 Filter Driver 의 동작 위치를 같이 나타낸 Block diagram이다.

OS 와 사이의 SATA I/O Controller 사이에 위치하게 되며 Host 의 I/O 동작을 중간에서 SSD 가 Cache 동작을 할 수 있도록 Control 한다.

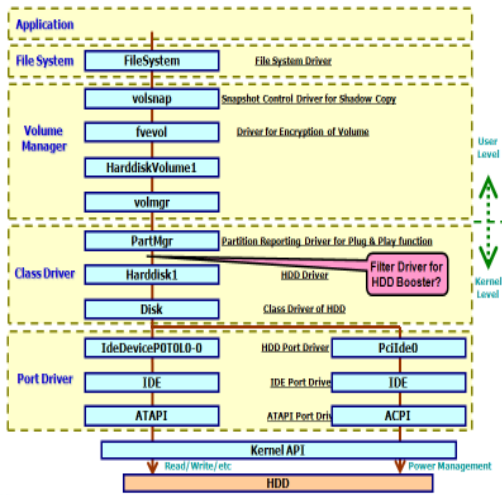


그림 4. Windows Device Driver Overview

그림 4.는 Windows OS상의 General 한 Device Driver 의 Hierarchy를 보여준다.

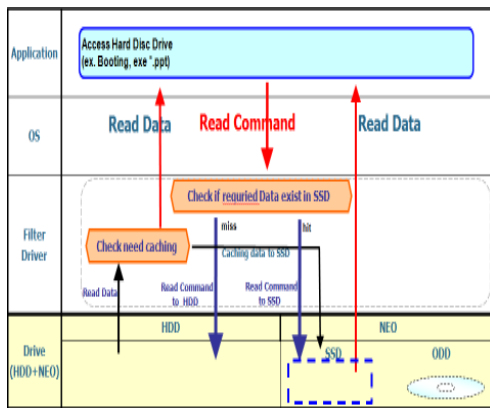


그림 5. Filter Driver Basic Algorithm

Filter Driver Operation 의 기본 Algorithm 은 Host (Os or Application)로 부터의 하드디스크의 Data Read 시 SSD cache hit 상태에는 하드디스크 Access를 하지 않고 SSD cached data를 Host 에 Return 하고, cache mis-hit 시는 HDD 를 Access 해서 data를 Host 측에 return 함과 동시에 interactive한 동작으로 return data를 SSD 에 caching 하도록 동작한다.
 이 과정의 중요한 Filter Driver 의 역할은 redirection, Filtering, 로서 필요에 따라서는 data modify 의 동작까지 처리한다.

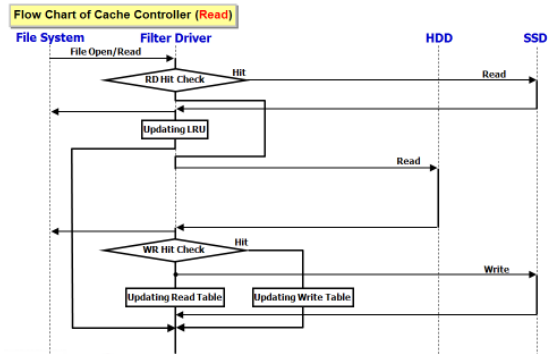


그림 6. Filter Driver Read Caching Algorithm

그림 5.의 Filter Driver 동작을 좀 더 구체적으로 도식화해서 표현한 그림이다.

IV. 성능 분석 결과

그림 7, 8은 구성된 H/W를 기반으로 위 알고리즘을 기반으로 구현된 Filter Driver를 적용해서 일반적인 사용자 환경의 Note Book PC에서 Booting 시간을 측정한 결과이다.

PC	HDD	Filter Driver
H社	34.54	31.29

표 1. Booting Time 비교 (평균값)

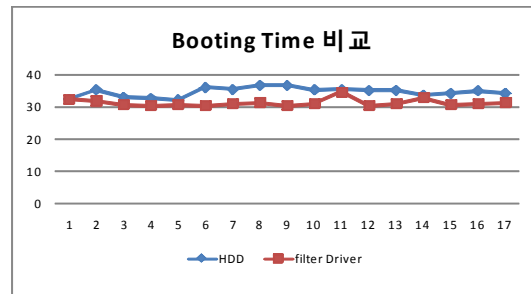


그림 7. Booting Time 비교

표1, 그림 7.은 순수 HDD Booting Time 대비 Filter Driver 의 동작을 통해 9.4%의 성능 개선을 보이고 있다.

V. 결 론 및 향후 계획

본 논문에서는 SSD를 하드디스크의 성능 향상을 위한 Cache로 사용할 목적으로 Filter Driver와의 결합을 시도한 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 하드디스크와 SSD 간의 I/O 처리를 HDD에 접근하는 방법을 최소화하는 형태로 동작하도록 Filter Driver를 구현함으로써 하드디스크의 성능 향상의 결과를 유도하였다.

향후 보다 나은 성능을 위한 demerit 원인 도출과 도출된 원인의 해결을 위한 추가 연구를 진행할 계획입니다.

참고문헌

- [1] 최병윤, "하드 디스크 드라이브 성능 향상을 위한 NAND메모리 적용 시스템 설계 및 성능평가" 아주대학교 대학원, 2007.
- [2] 서강덕, "고용량 플래시 메모리의 응용 및 전망"삼성전자 반도체 메모리 本部, 1997