

Linux 기반의 하이브리드 하드 디스크 시뮬레이터 설계 및 구현

이근형, *김덕환
인하대학교 전자공학부

e-mail : *ghlee@iesl.inha.ac.kr, deokhwan@inha.ac.kr*

Design and Implementation of Hybrid Hard Disk Simulator based on Linux Environment

Geunhyung Lee, *Deok-Hwan Kim
Dept. of Electronic Engineering, Inha University

Abstract

In order to resolve mechanical limit in HDD, recently, the hybrid hard disk combining HDD and a flash memory was launched. In this paper, we propose a simulator for hybrid hard disk which considers redirection, flushing and spin-down function to complement the difference between HDD and hybrid hard disk. The simulator was implemented in linux kernel 2.6.20 by modifying system calls related with file system. The experiment shows that the power consumption of hybrid hard disk is 47% smaller than that of hard disk in laptop PC.

I. 서론

최근, 노트북과 같은 휴대용 PC의 사용이 늘어나고 있으며 그에 맞춰 휴대용 저장장치의 영역도 확대되고 있다. 하지만 일반적으로 사용되는 하드 디스크는 충격에 약하고 소음을 발생시키며 전력소비 또한 심하다. 이러한 휴대용 저장장치의 한계점을 보완하기 위

해 삼성 전자는 2007년 초에 플래시 메모리를 추가한 하이브리드 하드 디스크를 출시하였다 [1]. 하이브리드 하드 디스크는 하드 디스크가 Spin-down 상태일 때 읽기/쓰기 요청을 플래시 메모리가 처리 하도록 하여 하드 디스크의 Spin-down 지속 시간의 증가를 유도한다. 이를 통해 전력 소모와 소음 발생을 억제할 수 있다.

기존의 하드 디스크는 입출력 요청을 바로 디스크로 전송하지만, 하이브리드 하드 디스크에서는 플래시 메모리를 경유하여 디스크로 전송된다. 이러한 차이를 보완하고 하이브리드 하드 디스크의 특성을 부각시키기 위해 Redirection, Flushing, Spin-down 등의 기능에 대한 고려가 필요하다. 본 논문에서는 위와 같은 기능을 고려한 시뮬레이터를 설계 및 구현하였다.

II. 시뮬레이터의 설계 및 구현

하이브리드 하드 디스크 시뮬레이터를 설계할 때 고려사항은 다음과 같다. 첫째, 하드 디스크에서 처리하게 될 읽기/쓰기 요청을 가로채 플래시 메모리에서 처리할 수 있어야 한다. 둘째, 플래시 메모리에서 하드 디스크로 버퍼링 된 데이터의 방출이 가능하여야 한다. 셋째, 시뮬레이터는 하드 디스크의 상태를 제어 및 관찰할 수 있어야 한다.

위와 같은 고려사항을 만족시키기 위하여 시뮬레이터

* 교신저자

이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2007-313-D00632)

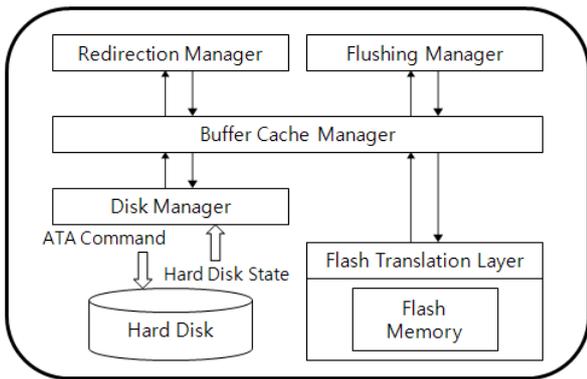


그림 1 시뮬레이터의 구성

는 그림 1과 같이 다섯 가지 구성 요소로 이루어진다. 첫째, Redirection Manager는 읽기/쓰기 요청의 목적 장치를 변경한다. 둘째, Flushing Manager는 플래시 메모리에서 하드 디스크로 방출을 담당한다. 셋째, Disk Manager는 하드 디스크의 상태를 제어 및 관찰한다. 넷째, Flash Translation Layer는 플래시 메모리에 접근하기 위한 통로로 플래시의 마모도 제어, 주소 변환 등의 역할을 한다. 또한 플래시 메모리의 상태를 관찰한다. 다섯째, Buffer Cache Manager는 모든 관리자를 제어하며 버퍼의 방출 정책과 Caching 알고리즘을 적용하여 작동한다.

각 구성 요소는 커널 레벨의 READ, WRITE 시스템 호출이 발생할 때, 데이터의 흐름을 처리한다. 그림 2는 READ 시스템 호출의 흐름을 보인다. 시스템 호출이 발생하면 Buffer Cache Manager에서 요청받은 데이터가 있는지 검색하여 있다면 플래시 메모리에서, 없다면 하드 디스크에서 데이터를 가져온다. 그림 3은 WRITE 시스템 호출의 흐름을 보여준다. 시스템 호출이 발생하면 Flushing Manager는 요청받은 데이터와 현재 버퍼안의 데이터의 크기가 버퍼의 최대값을 넘는 지 측정한다. 만약 버퍼가 가득 찼다면 버퍼를 디스크로 방출 하게 된다.

III. 실험 결과

제안한 시뮬레이터는 리눅스 커널 2.6.20 버전에서 동작하도록 구현되었다. 실험은 노트북 PC의 파일 쓰기 연산을 60분간 기록하여 이를 바탕으로 시뮬레이터의 적용/비적용에 따른 전력 소모를 계산하였다. 표 1은 실험에 사용된 관련 장치들의 소모 전력과 하드웨어적 특성을 보여준다. 표 2는 시뮬레이터 적용/비적용 시의 전력 소모량을 나타낸다. 시뮬레이터를 적용한 경우, 평균적으로 47%의 전력 소모 절감이 가능하였다.

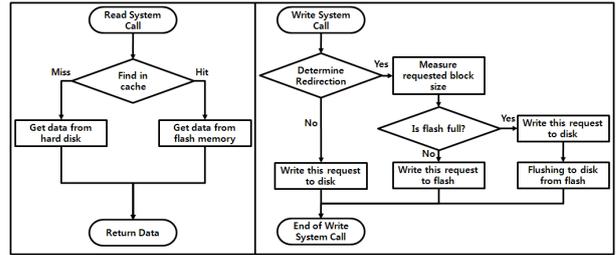


그림 2. READ 시스템 호출의 흐름도

그림 3. WRITE 시스템 호출의 흐름도

	Hard Disk	Flash Memory
Start	4.7W	-
Seeking	2.6W	-
R/W	2.3W	0.172W
Idle	0.9W	2.5mW
Sleep	0.1W	-
Capacity	60GB	512MB

표 1. Sandisk Ultra II CompactFlash Memory Card와 Toshiba MK6025GAS 하드웨어 특성

	비적용	적용
실험시간	60분	
HDD R/W 시간	14.32분	13.37분
HDD Idle 시간	45.68분	1.92분
HDD Sleep 시간	-	44.71분
Flash R/W 시간	-	6.16분
Flash Idle 시간	-	53.83분
총 사용 전력	4443W	2375W

표 2. 시뮬레이터 적용/비적용 전력 소모 비교

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 하이브리드 하드 디스크의 알고리즘 개발 및 실험을 위해서 하이브리드 하드 디스크의 시뮬레이터를 설계 및 구현하였다. 현재는 Redirection과 Flushing에 관련된 모듈만 구현 되어 있으며 하드 디스크 제어 모듈도 곧 구현 될 예정이다. 이를 기반으로 Flushing 정책, Spin-down 정책, Pinned-Unpinned 집합의 정의, Prefetch에 의한 읽기 처리 속도 향상, 부팅 속도 최적화 등의 알고리즘을 연구할 계획이다.

참고문헌

- [1] 이시윤, “하이브리드 하드디스크 : 데이터 저장 장치 특성 향상을 위한 플래시 메모리의 응용” 정보과학회지 제25권 제6호 pp. 29~34 2007년 6월
- [2] Young-Jin Kim, Sung-Jin Lee, Kangwon Zhang, and Jihong Kim, “I/O performance optimization technique for hybrid hard disk-based mobile consumer devices,” IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 53, Issue 4, November 2007