|  |
| --- |
| skku |
| 인턴십 종합 보고서 |
| Sector Level Mapping FTL 구현 |
|  |
| **오기환, 한규화, 홍경환** |
| **2012-01-28** |

|  |
| --- |
| 동계 방학 중 해외 인턴십의 일환으로 미국 캘리포니아 산호세에 위치한 OCZ Technology내의 인디링스 팀에서 Open-SSD 프로젝트의 자스민 보드(Jasmine board)를 활용하여 섹터 단계 매핑 FTL(Sector Level Mapping FTL)을 구현하였다. |

Index

[그림 및 표 목차 2](#_Toc315165262)

[프로젝트 진행 일정 및 역할 4](#_Toc315165263)

[구현 상세 설명 5](#_Toc315165264)

[용어 정의 5](#_Toc315165265)

[구현 목표 5](#_Toc315165266)

[상세 설명 5](#_Toc315165267)

[구현 이슈 6](#_Toc315165268)

[성능 평가 7](#_Toc315165269)

[결론 8](#_Toc315165270)

[인턴십 소감 9](#_Toc315165271)

[참고 문헌 10](#_Toc315165272)

그림 및 표 목차

그림 목차 항목을 찾을 수 없습니다.프로젝트 개요

본 프로젝트는 성균관대학교 정보통신공학부 컴퓨터공학과 학생들의 2011년도 동계 방학 해외 인턴십의 일환으로, 미국 캘리포니아 샌 호세(San Jose)에 위치한 컴퓨터 하드웨어 업체 오씨젯 테크놀로지(OCZ Technology)에서 진행 되었다. 이 해외 인턴십은 정보통신산업진흥원(NIPA; National IT Industry Promotion Agency)의 지원을 받았다.

본 프로젝트에서는 인디링스(Indilinx)에서 공개한 [OpenSSD 플랫폼](http://www.openssd-project.org)을 이용하여 섹터 단계 매핑 FTL(Sector Level Mapping FTL)을 구현하였고, 기존에 공개된 튜토리얼 FTL(Tutorial FTL)과의 성능을 비교하였다. 또한 튜토리얼 FTL 에는 구현되어 있지 않은 POR(Power OFF Recovery)과 가비지 컬렉션(Garbage Collection)을 구현하여 실제 SSD(Solid State Drive) 장치로 사용할 수 있도록 하였다.

프로젝트 진행 일정 및 역할



구현 상세 설명

## 기본 용어 정의

본 보고서에서 사용할 기본적인 용어들에 대한 정의는 다음과 같으며 자세한 내용은 [자스민 OpenSSD 프로젝트 위키 페이지](http://www.openssd-project.org)를 참고하도록 한다.

SSD - Solid State Drive의 준말로, 반도체를 이용하여 정보를 저장하는 장치를 일컫는다. 본 보고서에서 언급하는 SSD는 NAND 플래시 메모리를 사용하는 SSD를 의미한다.

FTL - Flash Translation Level의 준말로, SSD를 사용하는 호스트 PC와 실제 데이터가 저장되는 NAND 플래시 메모리 사이를 연결하는 컨트롤러에서 동작하는 소프트웨어의 핵심 로직을 의미한다. 이 소프트웨어는 주소 번역, POR, 가비지 컬렉션 등 많은 기능을 제공한다.

NAND – NAND 플래시 메모리(NAND Flash Memory)를 일컫는다. 본 보고서에서 언급하는 플래시 메모리는 모두 이 NAND 플래시 메모리를 의미한다.

블럭 - 플래시 메모리에서 데이터를 지우는 최소 단위로서 수십 개의 page들로 구성되어 있다. NAND의 종류에 따라 다르지만, 대개 2~4MB의 단위를 의미한다.

페이지 - SATA 호스트와 펌웨어 사이의 기본 통신 단위로서 수십 개의 sector들로 구성되어 있다. NAND의 종류에 따라 다르지만, 대개 32KB의 단위를 의미한다.

섹터 - I/O 요청(request)의 최소 단위로서 자스민 보드에서의 크기는 512Bytes다.

DRAM - 자스민 보드 상의 DRAM을 의미한다.

SRAM - 자스민 보드 상의 SRAM을 의미한다.

## 구현 목표

* FTL의 주소 번역 알고리즘(address translation algorithm)으로 널리 쓰이는 페이지 단계 번역 대신, 더 작은 섹터 단계로 번역을 사용한다.
* 기존 튜토리얼 FTL에 없었던 POR 기능을 추가하여, 갑작스런 강제 전원 종료에 대응할 수 있도록 한다.
* 기존 튜토리얼 FTL에 없었던 가비지 컬렉션 기능을 추가하여, NAND 플래시 메모리 관리를 완전하게 한다.
* 이 FTL과 기존의 튜토리얼 FTL의 성능을 비교하는 실험을 할 수 있도록 실험 관련 코드도 내장한다.

## 상세 설명

SSD는 크게 컨트롤러, NAND 플래시 메모리 두 부분으로 나뉜다. 이 중 컨트롤러가 호스트 PC와 NAND 사이에서 교량 역할을 한다. 그만큼 컨트롤러에서 작동하는 소프트웨어인 FTL의 역할은 SSD에서 굉장히 중요하다. FTL의 기능으로는 주소 번역, 가비지 컬렉션, POR 등 여러 가지가 있는데, 이번 프로젝트에서는 주소 번역에 초점을 맞추었다.

기존 FTL의 주소 번역 알고리즘에서는 대부분 페이지 단계로 주소를 번역했다. 페이지는 대개 32KB 정도의 용량을 가리키는 단위다. 그러나 윈도 7, 윈도 XP 등 윈도 NT계열 운영체제에서 널리 사용하는 파일 시스템인 NTFS에서는 4KB 단위로 파일을 읽고 쓴다. 이 차이점 때문에 SSD에서 NTFS를 사용하면 성능이 떨어진다는 지적이 있었다.

이러한 비효율을 극복하기 위해, 본 프로젝트에서는 섹터 단계 주소 번역 알고리즘을 개발하고자 한다. 섹터는 512Bytes의 용량을 가리키는 단위로, 페이지보다 더 적고 NTFS의 파일 입출력 단위보다 더 적은 단위다.

SSD는 주소 번역, POR과 가비지 컬렉션 중 하나라도 빠지면 완전히 동작할 수 없다. OpenSSD 프로젝트의 튜토리얼 FTL에는 주소 번역 기능은 있었지만 POR, 가비지 컬렉션 기능은 없어서 실제 SSD 장치로 사용하는 것이 불가능헀다. 이 때문에 기존 핵심 목표보다 더 나아가 POR과 가비지 컬렉션 기능을 추가하기로 하였다.

갑자기 호스트 PC 등에 이상이 생겨서 갑자기 SSD의 전원이 꺼졌을 경우, NAND에 저장된 데이터는 무사하지만 SRAM과 DRAM에 저장된 데이터는 소멸된다. 특히 SSD의 핵심 데이터인 메타데이터(metadata)는 SRAM과 DRAM에 저장되기 때문에 이 데이터를 보호하는 것은 굉장히 중요하다. 이러한 메타데이터들을 수시로 NAND에 저장하여 갑작스런 강제 전원 종료에도 대응할 수 있도록 하는 기능을 POR이라고 한다.

NAND에는 HDD(Hard Disk Drive; 하드 디스크 드라이브)와는 달리 덮어 쓰기를 할 수 없어, 페이지 별로 계속 데이터를 쓰고 블럭 별로 지운다. 데이터를 지울 때는 모든 페이지가 유효하지 않은 블럭을 지워야 하는데, 실제 상황에서는 그러한 블럭이 자주 있는 것이 아니다. 거의 모든 블럭이 일부 페이지만 유효하지 않다. 따라서 유효하지 않은 페이지들을 한 블럭으로 모아서 지우는 과정이 필요한데, 이 과정을 가비지 컬렉션이라 한다. SSD가 이 과정을 거치지 않으면 NAND를 전부 활용할 수 없게 되기 때문에 실제 사용 시 FTL에서 가비지 컬렉션은 반드시 필요하다.

구현 이슈

## 개요

본 프로젝트에서 FTL을 구현하는 데 여러가지 이슈를 고려하여야 했다. 다음은 주요 구현 이슈들이며, 각 이슈와 그에 대한 구현 사항을 자세히 설명한다.

* Address Mapping
* Caching of Mapping Table
* POR
* Garbage Collection

## Address Mapping

OpenSSD에서는 쓰기 명령이 SATA 이벤트 큐로 무작위하게 들어오고, 큐에 들어온 쓰기 명령들을 차례로 FTL에서 처리해주는 구조를 지니고 있다.

## Caching of Mapping Table

## POR

## Garbage Collection

성능 평가

결론

인턴십 소감

참고 문헌