

BlueZIP: 고성능 솔리드 스테이트 드라이브를 위한 압축 모듈

(BlueZIP: A Compressor/Decompressor Module for High-Performance Solid-State Drives)

박지훈*, 김지홍
서울대학교 전기·컴퓨터 공학부
(Ji-Hoon Park, Jihong Kim)

(School of Computer Science and Engineering, Seoul National University)

Abstract : The performance and reliability of SSDs are becoming important design issues. In this paper, we present BlueZIP, a hardware compressor/decompressor module for high-performance SSDs. BlueZIP is based on the LZRW3 algorithm. By compressing data before writing to flash chips, BlueZIP reduces the amount of data written, thus improving effectively both the write speed and the reliability of a SSD.

Keywords : SSD, Compressor, Decompressor, Write Speed, Reliability

1. 서론

최근 낸드 플래시 메모리 기반의 솔리드 스테이트 드라이브(이하 SSD)에 대한 연구가 많은 주목을 받고 있다. SSD는 하드 디스크와 달리 기계적인 구성요소를 필요로 하지 않으며, 고성능/저전력의 장점을 지니고 있고 또한 충격, 진동, 온도 변화에 강하기 때문에 HDD를 대체할 새로운 저장 매체로서 주목받게 되었다.

SSD가 대중화 되면서 SSD의 성능과 신뢰성은 중요한 이슈가 되어가고 있다. SSD의 동작에서 쓰기 및 지우는 많은 시간을 소비하는 작업으로 이를 줄일수록 높은 성능을 얻을 수 있다. 또한 지우기 횟수를 줄일수록 SSD의 신뢰성은 증가된다. 다

라서 효율적인 쓰기 작업을 수행하여 쓰기 및 지우기의 수행 수를 줄이면 SSD의 성능과 신뢰성을 증대시키는 것이 가능하다.

이 논문에서는 BlueZIP이라 명명한 하드웨어 압축 모듈을 이용하여 고성능 SSD를 구현하는 방법을 소개한다. 플래시 칩에 데이터를 쓰기 전에 압축 모듈을 통하여 압축을 수행함으로써 실질적으로 기록되는 데이터의 양을 줄이고 데이터의 쓰기 속도를 향상시킨다. 또한 기록되는 데이터의 양이 줄어들므로써 지우기 작업의 수가 감소하여 SSD의 수명과 신뢰성을 높일 수 있다.

문서 파일, 웹 캐시 파일과 랜덤으로 생성된 데이터의 쓰기를 수행했을 때 BlueZIP을 이용할 경우 기존 SSD와 비교하여 실제 쓰기량을 평균 26% 줄일 수 있었으며, 평균 15%의 쓰기 속도 향상을 얻을 수 있었다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 제 II장에서 전반적인 시스템 구조와 BlueZIP의 동작 방식을 설명한다. 제 III장에서는 BlueZIP을 구현하는데 소비되는 비용과 실험을 통한 BlueZIP의 성능 증대 효과를 소개한다. 마지막으로 제 IV장에서는 요약 및 결론을 내리도록 한다.

* 교신저자

김지홍 : 서울대학교 전기·컴퓨터 공학부

※ 본 논문은 BK21사업에 의하여 지원되었으며, 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단(No. 20100018873, No. R33-2008-000-10095-0)의 지원을 받아 수행되었습니다.

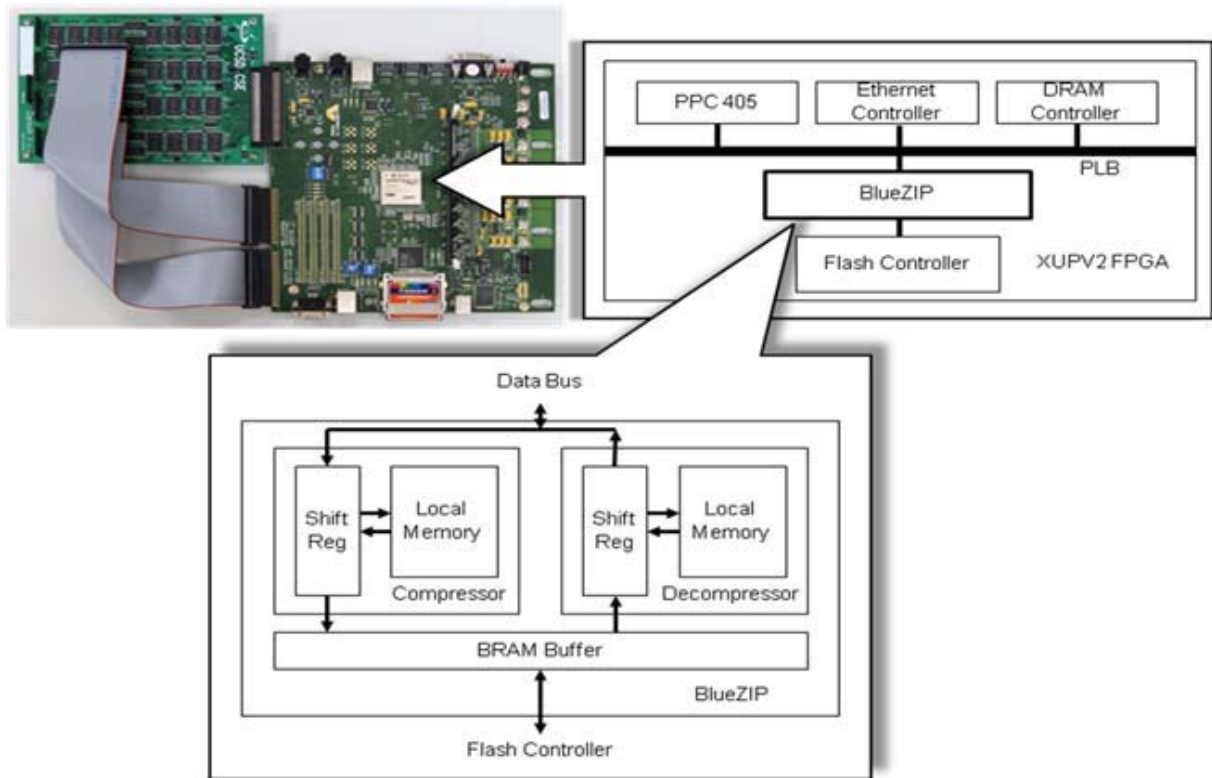


그림 1 BlueZIP을 사용하는 BlueSSD의 전체 구조

II. BlueZIP

1. 시스템 구조

그림 1은 전체 SSD의 구조를 보이고 있다.

BlueZIP은 하나의 하드웨어 모듈로 낸드 플래시 메모리 기반의 SSD를 연구하기 위한 플랫폼인 BlueSSD[1]에 추가되었다. BlueZIP은 PLB 데이터 버스와 플래시 컨트롤러 사이에 위치하며, 플래시 보드로 전송되거나 플래시 보드로부터 들어오는 데이터를 압축하거나 해제한다.

2. BlueZIP

BlueZIP은 LZRW3 알고리즘[2]을 이용하여 압축을 수행한다. 쓰기 작업을 수행할 때 BlueZIP은 데이터를 압축하여 이를 BRAM 버퍼에 임시로 저장하게 된다. BlueZIP은 로컬 메모리를 가지고 있으며, 이것은 압축을 하거나 해제할 경우에 해시 테이블을 유지하기 위해서 이용하게 된다. 플래시 컨트롤러는 BRAM 버퍼에 기록된 압축된 데이터를 다시 읽어서 실제 플래시 보드에

기록을 수행한다. 읽기 작업을 수행할 때에는 이와 반대의 작업을 수행하며, 플래시 보드로부터 압축된 데이터를 읽어 BRAM 버퍼에 기록하고 이를 다시 BlueZIP을 통하여 압축을 해제하고 PLB 데이터 버스를 통해 메모리로 전송하게 된다.

III. 실험 결과

1. 구현 방식과 비용

BlueZIP은 하드웨어 구현 언어인 Bluespec[3]을 이용하여 개발되었으며 실제 동작의 테스트는 FPGA 보드에 이를 구동시킴으로써 수행되었다.

표 1에는 BlueZIP의 사양과 구현하기 위한 비용이 나와 있다.

Compressor	슬라이스 사용량	782	슬라이스 플립-플롭	1039
------------	----------	-----	------------	------

	4 Input LUI 사용량	1247	BRAM 사용량s	17
Decompressor	슬라이스 사용량	1063	슬라이스 플롭-플롭 사용량	881
	4 Input LUI 사용량	1927	BRAM 사용량s	20
FPGA 보드	Xilinx XUPV2P			
DRAM	256 MB, DDR PC2100			
동작 주파수	100 MHz			

표 1 BlueZIP의 사양과 구현 비용

2. 실험 설정

BlueZIP을 테스트하기 위해서 총 3가지의 타입의 데이터를 이용하였다. 첫 번째는 Text라 칭해진 데이터로 실제 텍스트 파일과 동일한 형태의 데이터를 보유하고 있다. 두 번째는 Web이라 칭해진 데이터로 이는 웹 캐시파일의 특성을 지니고 있다. 마지막은 Rand라 칭해진 데이터타입으로 다량의 임의의 값을 보유하고 있다.

실험에서는 이 3가지 데이터의 쓰기를 수행하되 BlueZIP을 사용할 때의 결과를 사용하지 않을 때의 결과와 비교하였다.

3. 실험 결과

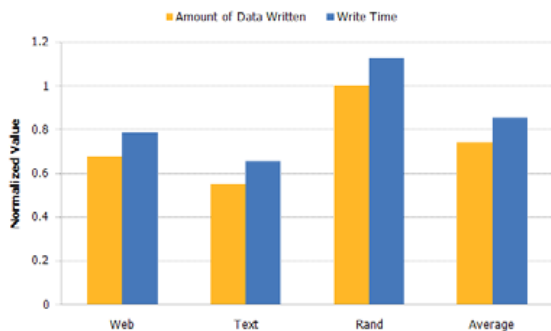


그림 2 실험 결과

그림 2는 BlueZIP을 사용하였을 때의 결과를 사

용하지 않았을 때의 결과에 정규화한 것이다. 압축이 잘되는 텍스트와 웹 캐시파일의 특성을 지닌 Text와 Web의 경우 기록된 데이터와 기록하는데 필요한 시간이 감소함을 볼 수 있다. 그리고 Rand의 경우 압축이 잘 되지 않기 때문에 기록되는 데이터의 크기는 변함이 없지만 압축의 부하로 기록되는 시간에서 약간의 지연이 발생함을 알 수 있다. 총 3개의 테스트 데이터에 대해서 BlueZIP은 평균 15%의 쓰기 시간을 감소시켰으며, 실제 쓰기량을 26% 감소시키는 효과를 얻을 수 있었다.

일반적으로 SSD의 수명은 SSD에 기록되는 양과 밀접한 관계가 있기 때문에[4], 이를 줄임으로서 SSD의 수명과 신뢰성을 높일 수 있다.

IV. 결 론

현재 SSD의 사용량은 계속 증가할 것으로 보인다. SSD의 사용량의 증가는 SSD의 성능과 신뢰성을 더욱 중요한 요소로 만들어 줄 것이다. 반면에 SSD의 MLC 사용으로 인해서 성능 감소가, 낸드 플래시의 집적도 상승으로 인해서 SSD의 신뢰성과 내구성의 감소가 예상된다. 따라서 SSD의 성능과 신뢰성을 강화시키는 일은 매우 중요해 질 것이다.

본 논문에서는 SSD의 성능과 신뢰성을 증가시킬 수 있는 방법으로 하드웨어 압축 모듈인 BlueZIP을 제시하였다. BlueZIP은 데이터의 압축을 통해서 데이터의 쓰기량을 감소시켰으며, 이를 통해서 SSD의 성능과 신뢰성을 높일 수 있다.

참 고 문 헌

[1] S. Lee et al., "BlueSSD: An Open Platform for Cross-layer Experiments for NAND Flash-based SSDs," in *Proceedings of the International Workshop on Architectural research Prototyping*, 2010.
 [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/LZRW>.
 [3] Bluespec Inc., <http://www.bluespec.com>.
 [4] X. Hu et al., "Write Amplification Analysis in Flash-based Solid State Drives," in *Proceedings of the Israeli Experimental Systems Conference*, 2009.