



SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 기법

Unified De-duplication Method of Data and Parity Disks in SSD-based RAID Storage

저자 (Authors)	김주경, 조정흙, 메히디, 김덕환 Ju-Kyeong Kim, Jeong-Heum Jo, Pirahandeh Mehdi, Deok-Hwan Kim
출처 (Source)	대한전자공학회 학술대회 , 2013.7, 1543-1546 (4 pages)
발행처 (Publisher)	대한전자공학회 THE INSTITUTE OF ELECTRONICS ENGINEERS OF KOREA
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE02242759
APA Style	김주경, 조정흙, 메히디, 김덕환 (2013). SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 기법. 대한전자공학회 학술대회, 1543-1546.
이용정보 (Accessed)	성균관대학교 자연과학캠퍼스 115.***.171.76 2018/03/29 16:24 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독 계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 기법

*김주경, 조정흙, 메히디, **김덕환

인하대학교 전자공학과

e-mail : {jkkim86, jojh85, mehdi}@iesl.inha.ac.kr, deokhwan@inha.ac.kr

Unified De-duplication Method of Data and Parity Disks in SSD-based RAID Storage

*Ju-Kyeong Kim, Jeong-Heum Jo, Pirahandeh Mehdi, **Deok-Hwan Kim
Dept. of Electronic Engineering, Inha University

Abstract

In this paper, we propose a unified de-duplication method of data and parity disks in the SSD-based RAID storage. The proposed method perform encoding and parity disk de-duplication process, if only data disk is not duplicated with the input data. Hence, the number of parity operations is reduced and parity disk I/O performance is improved. Experimental result in the RAID-5 environment show that the proposed method improve overall storage efficiency and I/O performance for parity disk .

* 학생회원, ** 정회원, 교신저자

※ 이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2013R1A1A2006912)

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2012-0001773)

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-H0401-13-1006)

I. 서론

최근 수년간 모바일 기기의 발전과 사용자의 증가로 인하여 인터넷을 기반으로 한 클라우드 서비스가 점차 활성화되고 있다. 이러한 클라우드 서비스를 지원하기 위해서는 고성능, 대용량의 스토리지가 필요하다. 이에, 여러 기업과 대학에서 클라우드 스토리지의 성능 향상을 위한 연구가 진행되고 있다[1].

클라우드 스토리지의 입출력 성능 향상을 위해서는 RAID 기술이 필수적이다. RAID(Redundant Array of Independent Disks)는 두개 이상의 디스크를 동시에 병렬적으로 접근함으로써 입출력 속도를 향상시키는 방법이며 그 종류도 다양하다[2].

클라우드 서비스의 활성화로 인하여 폭발적으로 증가하는 데이터를 저장할 스토리지의 부족이 문제가 되고 있다. 지속적으로 증가하는 데이터에 따라 스토리지도 더 많이 필요하기 때문이다. 스토리지의 용량 부족 문제를 감소시키기 위해서 중복제거 기술이 적용될수 있다. 중복제거 기술은 동일한 데이터를 저장하지 않으므로써 저장공간 효율성을 향상시키는 방법이다[3].

본 논문에서는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 중복제거를 실행함으로써 저장공간 효율성을 향상하고 동시에 RAID의 입출력 성능과 신뢰성을 얻을 수 있는 기법을 연구했다.

II. 본론

2.1 SSD(Solid State Disk)

SSD는 NAND 플래시 메모리가 병렬로 결합하여 구성된 저장장치이다. SSD는 제자리 덮어쓰기가 안되고 각 셀마다 쓰기 및 삭제 횟수에 제한이 있다. 따라서 갱신이 빈번한 환경에서 마모도가 급격히 높아지게 된다. 이를 보완하기 위해 중복제거를 한다면 마모도를 낮추어 수명을 향상할 수 있다.

2.2 데이터 중복제거 기법

데이터 중복제거 기법은 입력데이터가 이미 스토리지에 저장되어 있는지를 검사하고 중복된 저장을 피하여 저장공간의 효율성을 향상하는 방법이다[3]. 그림1과 같이 입력 파일을 청크 단위로 분할하는 청킹과정을 거쳐서 청크를 생성한다. 그 다음, 각각의 청크에 대해 중복성 검사를 위한 고유의 값인 핑거프린트를 해시함수로 계산한다. 입력데이터의 핑거프린트와 일치하는 값이 있는지 해쉬 테이블에서 검사함으로써 중복제거 검사를 수행한다.

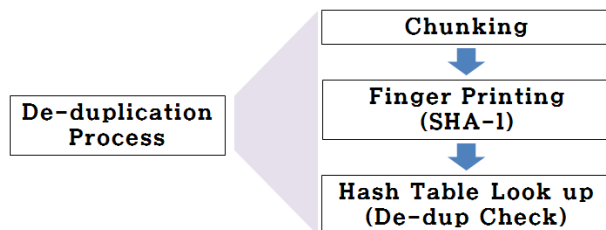


그림 1. 데이터 중복제거 기법

2.3 RAID-5 시스템

RAID-5 시스템은 최소 두 개 이상의 데이터 디스크와 하나의 패리티 디스크로 구성된다. 그림2 처럼, RAID-5는 한 개의 패리티 디스크로 데이터 손실시 이를 복구한다.

RAID-5 시스템에서 입력데이터는 청킹 과정을 거친 후 XOR 연산으로 패리티 정보를 생성한다. 데이터 청크와 패리티 청크는 스트라이프 방식으로 각각의 디스크에 저장된다. 이때 청크 크기의 범위는 32~128KB이다.

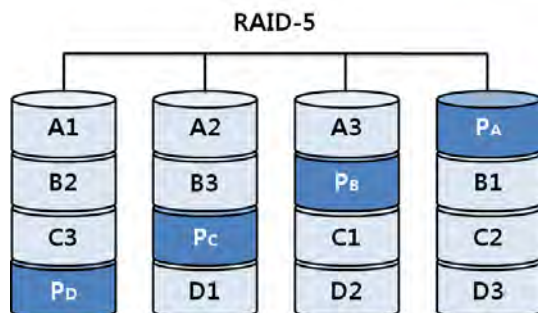


그림 2. RAID-5 시스템

2.4 RAID 시스템에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거

RAID 시스템에서 데이터 및 패리티 디스크의 중복제거 기법의 구조는 그림3과 같다. OS 계층으로부터 데이터 I/O가 발생하면 그 정보는 File System으로 전달된다. File System에서는 데이터 처리를 위해 RAID 시스템으로 해당 I/O 요청을 전송한다. 본 논문에서의 RAID 시스템은 내부에 데이터 및 패리티 디스크 De-duplication 계층으로 중복제거를 실행한다. RAID 시스템에서 중복제거를 거친후 데이터는 Storage로 전달되어 저장된다.

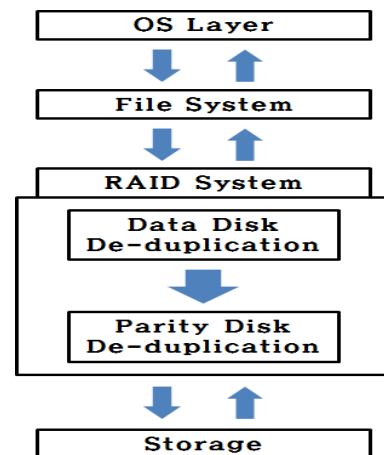


그림 3. 제안한 기법의 구조

RAID 시스템 내부의 중복제거 계층에서의 세부적인 동작은 그림4와 같다. 우선, 입력데이터를 데이터 디스크에서 중복제거 과정을 거친다. 중복제거 방법은 2.2 절에서 설명한 방법과 같이 실행한다. 이때, 청크의 크기는 RAID에서의 청크 크기인 32~128KB 범위 내에서 정한다. 데이터가 중복되었다면 입력데이터는 저장되어 있는 중복된 데이터를 참조하도록 메타데이터를 수정한다. 또한, XOR 연산 결과인 패리티 정보 또한 같을 것이므로 패리티도 참조한다. 그로인해 패리티 연산이 발생하지 않아 연산 횟수를 감소시킬 수 있다.

데이터 디스크에서 중복이 발생하지 않았다면 입력데이터의 저장을 위해서 패리티 연산과정을 거친다. RAID에서의 패리티 생성 방법인 R-M-W (Read-Modify-Write) 과정을 거쳐서 새로운 패리티 정보를 생성한다. 이때, RAID에서 인코딩 부분의 오버헤드인 패리티 연산이 발생하게 된다. 제안한 기법은 데이터 디스크 중복제거 과정을 패리티 생성 전에 실시함으로써 패리티 연산을 줄이게 된다.

패리티 정보 생성 후, 패리티 디스크에서 중복제거 과정을 거친다[4]. 중복제거 방법은 데이터 디스크의 중복제거

방법과 같다. 하지만, 청크 크기가 RAID에서의 청크 크기보다 작은 4KB로 청킹한다. R-M-W 과정으로 인해 패리티의 변경된 부분이 작을 경우 기존에 저장되어 있는 패리티와 중복을 검출하기 위해서이다.

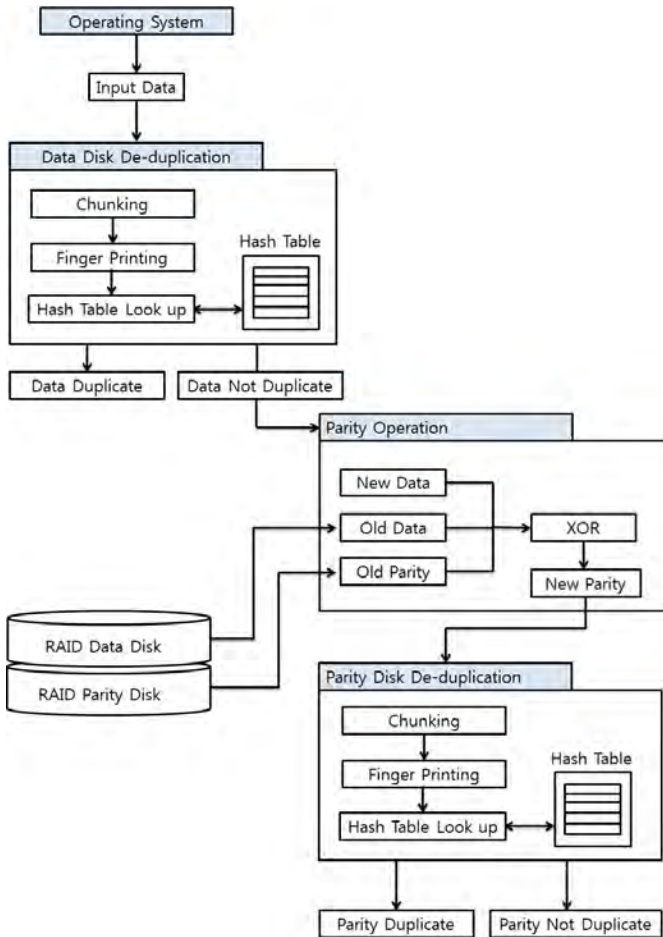


그림 4. RAID 시스템에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 기법

III. 실험결과

성능 평가를 위해 제안한 기법을 RAID-5에서 적용하였다. 실험을 통하여 기존의 중복제거를 하지 않는 RAID 시스템과 입출력 성능 및 저장공간 효율성을 비교하였다.

실험환경에 사용된 시스템은 Intel I5-3570 3.40GHz, 8GB 메모리, 리눅스 커널 2.6.29이다. Jersasure 시뮬레이터를 사용하여 RAID-5를 구현하였고 64GB SSD Samsung 830 Series 4개를 사용하였다.

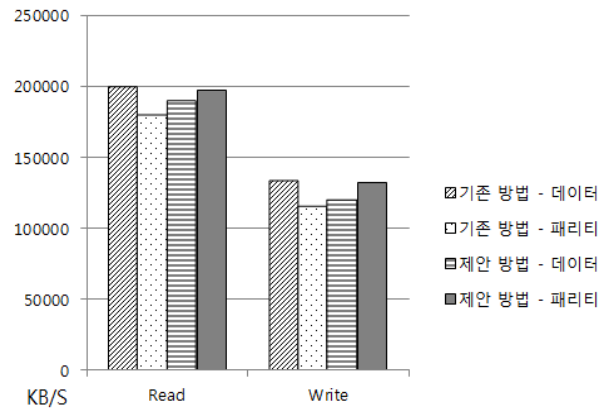


그림 5. RAID-5에서 제안한 기법의 입출력 성능 비교

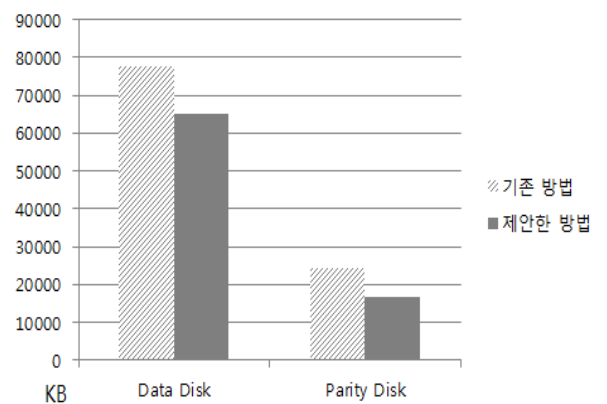


그림 6. RAID-5에서 제안한 기법의 저장공간 효율성 비교

Synthetic 워크로드를 사용하여 기존의 데이터 및 패리티 디스크에서 중복제거를 하지 않는 RAID-5 시스템과 제안한 기법의 입출력 성능과 저장공간 효율성을 비교하였다. 그림5를 보면 기존 RAID-5 데이터 디스크와 비교하여 제안한 기법의 데이터 디스크에서는 중복제거로 인한 오버헤드로 약 읽기 5%, 쓰기는 10% 정도 낮은 성능을 보였다. 제안한 기법의 패리티 디스크는 약 읽기 10%, 쓰기 14% 성능이 향상 되었다. 데이터 디스크에서 중복이 발생할 경우 패리티 연산 및 생성을 거치지 않기 때문이다. 그림6에서 제안한 방법이 중복제거를 통해 저장공간 사용량을 줄여서 데이터 디스크에서 16%, 패리티 디스크에서 32% 저장공간 효율성의 향상을 보였다.

IV. 결론

본 논문에서는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 기법을 제안하였다. 데이터 디스크에서 먼저 중복제거 과정을 거

친후 패리티 디스크의 중복제거를 하기 때문에 데이터 디스크에서 중복이 발생하면 패리티 연산을 줄일 수 있었다. 실험결과 제안한 기법은 RAID의 데이터 및 패리티 디스크에서 저장공간 효율성을 향상 시켰으며, 또한 패리티 디스크의 입출력 성능이 향상되었음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] A. Bessani, M. Correia, B. Quaresma, F. Andre, P. Sousa, "DEPSKY: Dependable and Secure Storage in a Cloud-of-Clouds", ACM Eurosys'11, pp.31-45, April 2011.
- [2] A. Kadav, M. Balakrishnan, V. Prabhakaran, D. Malkhi, "Differential RAID: Rethinking RAID for SSD Reliability", Workshop on Hot Topics in Storage and File Systems(HotStorage'09), pp.55-59, October 2009.
- [3] J.-K. Kim, S.-K. Lee, D.-H. Kim, "Data De-duplication and Recycling Technique in SSD-based Storage System for Increasing De-duplication Rate and I/O Performance", IEEK CI, Vol.49, No.12, pp.149-155, 2012.
- [4] Y.-S. Yang, S.-K. Lee, D.-H. Kim, "De-duplication of Parity Disk in SSD-Based RAID System", IEEK CI, Vol.50, No.1, pp.105-113, 2013.