

플래시 메모리 상에서 효율적인 가비지 컬렉션을 위한 라이브 페이지 캐시

이지원[○] 노홍찬 박상현

연세대학교 컴퓨터과학과

{spong[○], fallsmal, sanghyun}@cs.yonsei.ac.kr

Live Page Cache for Efficient Garbage Collection on the Flash-Memory Storage System

Jiwon Lee[○] Hongchan Roh Sanghyun Park

Department of Computer Science, Yonsei University

요약

최근 플래시 메모리는 빠른 용량의 증가와 가격 하락으로 인하여 새로운 저장 매체로서 그 사용이 널리 퍼지고 있다. 하지만 읽기 속도에 비해 쓰기 속도와 지우기 속도가 느리고 사용할 수 있는 횟수가 제한되어 있으며 내부공간 업데이트(in-place update)가 불가능하다는 단점이 있어 플래시 메모리의 쓰기가 가능한 공간이 부족할 때 공간 확보를 위한 가비지 컬렉션(garbage collection)을 따로 수행하여야 한다. 이러한 가비지 컬렉션 작업으로 인하여 진행중인 프로세스가 지연될 수 있기 때문에 그 지연 시간을 최소화하기 위한 방법이 필요하다. 이를 위하여 본 논문은 메인 메모리의 일부분을 사용하여 플래시 메모리의 정보를 저장함으로써 그 지연 시간을 단축할 수 있는 방법을 제안한다.

1. 서론

플래시 메모리는 비활성 저장 매체로서 모바일에서부터 시작해서 최근에는 하드디스크를 대체해 가며 빠른 속도로 계속 발전하고 있다. 최근에는 용량이 크게 늘어나고 가격이 많이 내려가면서 더욱 널리 퍼지고 있는 추세이다. 특히 플래시 메모리는 충격에 강하고 전력 손실이 적기 때문에 노트북과 같은 휴대용 컴퓨터에서 많이 사용되고 있다.

하지만 플래시 메모리는 몇 가지의 단점을 갖고 있다. 그에 앞서 플래시 메모리의 구조를 간단히 설명하면 플래시 메모리는 여러 개의 블록(block)으로 이루어지며 각각의 블록은 일반적으로 64개 또는 128개의 페이지(page)로 구성되며 페이지는 데이터 저장의 최소 단위이다. 플래시 메모리의 첫 번째 단점은 읽기, 쓰기와 지우기의 단위가 다르다는 점이다. 즉, 읽기와 쓰기는 페이지 단위로 발생하지만, 지우기는 블록 단위로 발생한다. 이러한 특징은 플래시 메모리의 내부공간 업데이트(in-place update)가 불가능하다는 특징 때문에 단점으로 작용한다[8]. 내부공간 업데이트란 기존의 하드디스크와 같이 데이터의 덮어쓰기를 하는 것이다. 하지만 플래시 메모리는 내부공간 업데이트가 불가능하기 때문에 데이터가 업데이트가 될 때 해당 데이터를 지우고 다시 쓰거나, 아니면 다른 새로운 공간에 데이터를 저장해야 한다. 그러나 해당 데이터를 지우고 쓰는 것은 지우기 작업이 블록 단위로 일어난다는 특징 때문에 업데이트가 발생한 해당 데이터 이외의 다른 데이터도 함께 지워질 수 있다. 플래시 메모리의 또 다른 단점은 지우기

표 1. 낸드(NAND) 플래시 메모리의 페이지 읽기, 쓰기,
블록 지우기 시간[1]

페이지 읽기 시간	페이지 쓰기 시간	블록 지우기 시간
77.8μs(2KB)	252.8μs(2KB)	1500μs(128KB)

표 2. 논문에서 사용되는 플래시 메모리 용어 정리[4]

용어	설명
프리 페이지 (free page)	블록 내 쓰기 가능한 공간
라이브 페이지 (live page)	업데이트 이후의 최신 데이터가 저장된 공간
데드 페이지 (dead page)	업데이트 이후의 삭제되지 않은 데이터가 저장된 공간

횟수가 한정되어 있다는 것이다. 일반적으로 블록의 지우기 횟수가 만 번에서 백만 번을 넘게 되면 오류가 발생하여 해당 블록은 사용할 수 없다[7]. 또한 표 1에서 확인할 수 있듯이 플래시 메모리는 읽기 속도에 비해 느린 쓰기 속도를 갖고 있다.

기존의 많은 파일 시스템들은 이러한 단점들을 보완하기 위해서 많은 방법들을 제시하였고 그 중에 중요한 부분을 차지하는 것이 가비지 컬렉션(garbage collection)이다. 플래시 메모리는 내부공간 업데이트가