

## Hot Data 검출기를 이용한 적응형 플래시 전환 계층의 설계 및 구현

윤현식<sup>0\*</sup> 주영도<sup>\*\*</sup> 이동호<sup>\*</sup>

한양대학교 컴퓨터 공학과<sup>\*</sup>

강남대학교 컴퓨터미디어공학부<sup>\*\*</sup>

{hsyoon<sup>0</sup>, dhlee72}@cse.hanyang.ac.kr<sup>\*</sup>

ydjoo@kangnam.ac.kr<sup>\*\*</sup>

### Design and Implementation of an Adaptive Flash Translation Layer using Hot Data Identifier

Hyun-Sik Yun<sup>0\*</sup> Young Do Joo<sup>\*\*</sup> Dong-Ho Lee<sup>\*</sup>

Dept. of Computer Science and Engineering, Hanyang University<sup>\*</sup>

Division of Computer and Media Engineering, Kangnam University<sup>\*\*</sup>

최근 NAND플래시 메모리는 빠른 접근속도, 저전력 소모, 높은 내구성, 작은 부피, 가벼운 무게 등으로 차세대 대용량 저장 매체로 주목 받고 있다. 그러나 이런 플래시 메모리는 데이터를 기록하기 전에 기존의 데이터 영역이 지워져 있어야 한다는 제약이 있으며, 비대칭적인 읽기, 쓰기, 삭제 연산의 처리 속도, 각 블록 당 최대 소거 횟수 제한과 같은 특성을 가지고 있다. 이러한 특성들로 인하여 기존에 디스크용으로 개발되어있는 시스템을 그대로 적용할 수 없으며, 이 문제를 해결하기 위해서 플래시 전환 계층이 제안되어 사용되고 있다. 그러나 기존의 플래시 전환 계층들은 잦은 겹쳐쓰기(Overwrite) 요구 발생 시 급격한 성능 저하를 가져오게 된다. 또한, 빈번하게 접근되는 크기가 매우 작은 데이터인 Hot Data에 대한 고려가 없기 때문에 Hot Data에 의한 잦은 Copy-back연산이 발생하게 된다. 따라서 본 논문에서는 일반적으로 잦은 접근이 일어나지 않는 Cold Data와 Hot Data를 구분하여 저장하고, 사상태 이블의 크기 문제로 실제 시스템에 적용하기 어려웠던 이상적인 형태의 주소사상 기법인 섹터사상 기법을 크기가 작은 Hot Data에 적용하고, Cold Data는 블록 사상기법을 적용하는 새로운 사상기법을 통하여 쓰기와 삭제 연산을 최소화한 효율적인 플래시 전환 계층을 설계하여 제안한다.

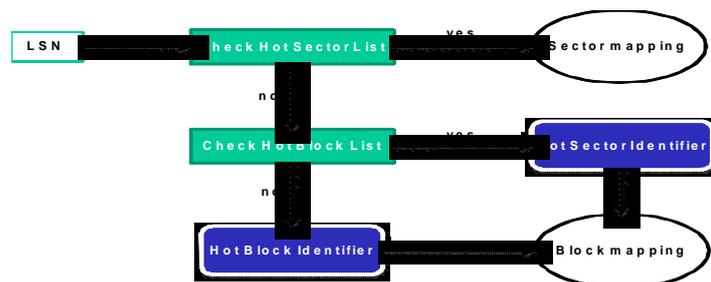


그림 1 프레임워크

제안하는 시스템의 전체적인 구조는 그림 1과 같다. 시스템은 크게 Hot Data 검사와 Hot Data 검출기, 섹터사상과 블록사상으로 구성되어 있다. 본 시스템에서는 Hot Data추출기를 통하여 추출된 Hot Data는 섹터사상을 하게 되고, 그 밖의 모든 데이터는 로그 기반의 블록 사상 기법을 적용하는 적응형 사상 기법을 사용하게 된다. Hot Data 검사기에서는 입력 값을 각각 Hot 섹터 목록과 Hot 블록 목록과 비교하는 과정을 통해서 기존에 Hot 섹터와 Hot 블록으로 판별되었는지 여부를 확인한다. Hot Data 검출기는 Hot Data를 추출하기 위해서 K개의 독립적인 해시함수를 사용하는 Multihash-Framework[1]의 기본 방식을 유지하되, 기존의 Hot Data검출기들이 Hot 블록만을 추출하

\*본 논문은 정통부 및 정보통신연구진흥원의 정보통신선도기반기술개발사업의 연구결과로 수행되었습니다.

여 Hot Data로 정의하였던 것에 반해, Hot 블록 내에도 지역성이 존재한다는 판단 하에 Hot 섹터를 추출하기 위해서 2번의 검출 과정을 거치게 된다. 블록사상 단계에서는 로그 기반의 블록사상 기법을 사용하게 되는데, 이는 FAST(Fully Associative Sector Translation)[2]의 블록 사상기법을 이용한다. 이미 Hot 섹터로 인식된 섹터들이 입력으로 들어오게 되는 섹터사상 단계에서는 이 단계로 넘어오는 모든 LSN(Logical sector number)에 대한 PSN(Physical sector number)를 LSN-to-PSN 테이블에서 유지하게 되고, 모든 사상은 LSN-to-PSN 테이블을 통하여 이루어지게 된다. 이 LSN-to-PSN 테이블의 크기는 Hot data의 많고 적은에 따라서 결정되게 되는데, 앞서 언급한 바와 같이 Hot data는 그 양이 매우 적기 때문에 충분히 수용할 수 있는 크기로 결정되어진다.

제안된 시스템을 평가하기 위하여 FAST기법과 비교를 수행하였으며, 각각의 기법을 시뮬레이터로 구현하여 다양한 트레이스 파일을 적용함으로써 성능을 평가하였다. 각각의 트레이스 파일마다 읽기, 쓰기, 삭제 연산이 수행된 횟수와 함께 각각의 연산에 필요한 시간을 계산적으로 구해낸 총 소모시간을 산출하여 비교하였으며, 이는 제안된 시스템의 성능을 충분히 보여준다. 사용된 트레이스 파일은 FAST에서 성능평가를 위하여 사용되었던 파일로서, 각 Linux, Sybian OS, 2종의 디지털 카메라를 통하여 수집되었고, 서로 다른 섹터 범위와 쓰기 횟수를 가지고 있으며 Hot data의 비율과 Hot data가 일으킨 쓰기연산의 횟수 또한 0.18%~0.4%, 2.8%~54%로 다양한 범위를 지니고 있다. 또한, Symbian OS의 트레이스 데이터가 가장 높은 지역성을 보이고, Linux를 통해 얻은 트레이스 데이터가 가장 균등한 지역성을 지닌 쓰기연산을 보인다.

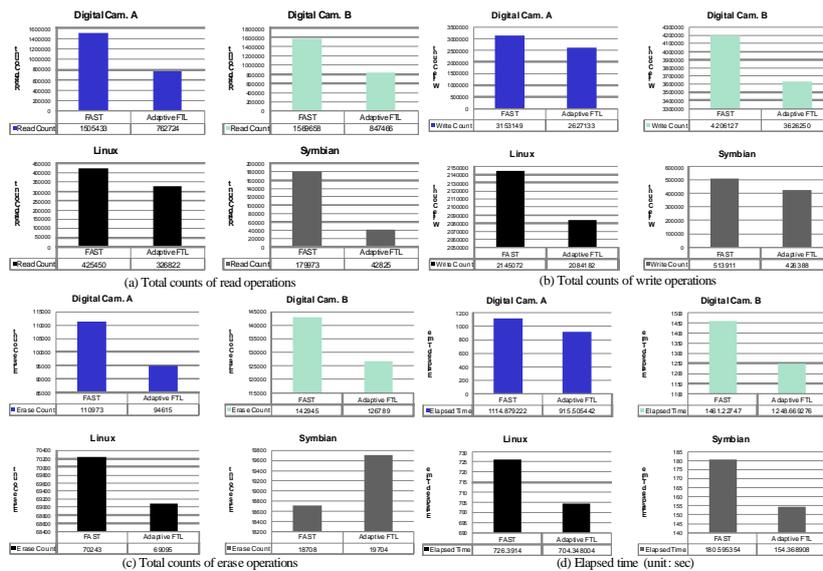


그림 2 성능평가

성능 평가의 결과는 그림 2를 통해서 확인 할 수 있다. 예상한 바와 같이 데이터의 지역성이 높을 수록 더 좋은 성능을 보여주며, 평균 15%정도의 성능 향상을 가져온다.

본 논문에서는 기존에 이미 우수한 성능으로 알려져 있던 FAST기법보다 뛰어난 성능의 플래시 전환 계층을 제안하였다. 이는 Hot Data를 이용하여 효과적인 섹터사상 기법을 이용하였기 때문이다. 제안된 시스템은 Hot Data와 Cold Data를 구분하여 저장함으로써 불필요하게 발생되었던 Copy-Back연산과 삭제 연산을 줄일 수 있게 되었고, 기존의 연구들 보다 넓은 범위의 입력값을 보다 작은 크기의 사상 정보를 이용하여 섹터사상을 수행함으로써 읽기와 쓰기 연산 또한 대폭 감소시켜주는 성능을 보여준다.

[1] Jen-Wei Hsieh and Tei-Wei Kuo, "Efficient identification of Hot Data for Flash Memory Storage Systems", ACM Transactions on Storage, Vol. 2, No. 1, pp. 22-40, 2006.

[2] Sang-Won Lee, Dong-Joo Park, Tae-Sun Chung, Dong-Ho Lee, Sang-Won Park and Ha-Joo Song, "FAST: A Log Buffer based Flash Translation Layer using Fully Associative Sector Translation", The 2005 US-Korea Conference on Science, Technology, & Entrepreneurship, 2005.