

하이브리드 플래시 메모리를 위한 성능 및 수명 모델링 기법

*조경수, 임수준, 신동균
성균관대학교 정보통신공학부

e-mail : kisschks@hotmail.com, lang33@skku.edu, dongkun@skku.edu

A Performance and Lifetime Modeling Technique for Hybrid Flash Memory

*Kyungsoo Cho, Soojun Im, Dongkun Shin
School of Information and Communication Engineering
Sungkyunkwan University

Abstract

Hybrid flash memories are recently introduced to provide flexible and cost-efficient embedded storage systems. The performance and lifetime of these flash memories are decided by the portions of SLC and MLC blocks. We propose the modeling technique to predict the performance and lifetime of SLC/MLC combined memory with workload characteristics.

I. 서론

플래시 메모리는 비휘발성 메모리로 높은 직접도, 낮은 소비 전력, 온도 및 충격에 강한 내구성, 시스템에서 쓰기 삭제 가능, 비교적 빠른 읽기 시간이라는 장점을 가지고 있다. 그래서 임베디드 시스템인 PDA, 휴대폰과 같은 제품에서 데이터 저장장치로 많이 사용되고 있다.

플래시 메모리는 셀에 저장하는 비트 수에 따라 두 가지 종류로 나눌 수 있다. SLC(Single Level Cell)은 하나의 셀에 1비트의 정보를 저장하는 반면, MLC(Multi Level Cell)는 2비트 이상의 정보를 저장한다. 때문에 SLC는 MLC에 비하여 쓰기 연산의 속도가 빠르고 하나의 셀에 기록할 수 있는 횟수가 많아 안정성이 높다는 장점이 있다. 반면에 MLC는 SLC에 비해 느리지만 같은 웨이퍼 크기에 다수의 수량을 양산할

수 있어 가격이 저렴하다는 장점이 있다.

또한 이러한 SLC와 MLC의 특성과 장점을 살린 하이브리드 플래시 메모리가 있다.[1][2] 하이브리드 플래시 메모리는 일부 블록은 SLC로 나머지 블록은 MLC로 사용 가능하다. 이러한 하이브리드 플래시 메모리를 적절하게 사용하면 SLC와 MLC의 장점을 활용하여 좋은 성능과 높은 안정성을 확보하는 한편 많은 용량을 사용할 수 있다.[3][4]

그러나 하이브리드 플래시 메모리를 사용하는데 있어서 SLC와 MLC로 할당하는 블록의 개수에 따라 성능, 수명 및 용량이 변화하므로 사용자의 요구 사항에 부합하게 블록을 할당하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 하이브리드 플래시 메모리에서 사용자 프로그램의 특성과 요구사항에 따른 적합한 SLC/MLC 크기를 찾아낼 수 있는 모델링 기법을 제시한다.

II. 본론

2.1 하이브리드 플래시 메모리 관리 기법

본 논문에서 대상으로 하는 하이브리드 플래시 메모리 관리 기법은 다음과 같다. 호스트로부터 쓰기 요청이 들어오면 하이브리드 플래시 메모리의 특성에 따라 자주 기록되고 갱신되는 hot data는 SLC에 용량이 크고 갱신되지 않는 cold data는 MLC에 기록한다. SLC 블록들은 원형 버퍼로 관리하며 MLC는 메모리 크기를 고려하여 일부 블록의 맵핑 정보만 메모리에 상주시키는 유닛기반 페이지 맵핑을 사용한다.

2.2 성능 및 블록 삭제 회수 모델링 기법

워크로드 X 는 각각 쓰기 요청의 크기와 각 페이지의 갱신 빈도에 따라 페이지가 어떤 특징을 가질 것인지에 대한 확률 값을 갖는 3×8 의 배열로 표현하였다.

성능 및 삭제 회수는 각 워크로드에 따른 1단계 모델링 산출과 SLC/MLC 크기에 따른 2단계 모델링으로 나누어지며 다음과 같이 구성된다.

$$1^{st} \text{ Level: } perf(SLC, MLC, x_{i,j}) = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^7 c_{i,j} x_{i,j}$$

$$2^{nd} \text{ Level: } c_{i,j} = f(SLC, MLC)$$

SLC와 MLC는 각각 SLC와 MLC의 크기를 나타낸다. 1단계 모델링에서 워크로드 X 에 따른 $c_{i,j}$ 값을 찾아낸 다음에 2단계 모델링에서 SLC와 MLC 크기를 입력으로 하는 $c_{i,j}$ 값의 함수를 찾아낸다.

III. 검증 및 결과

시뮬레이션을 수행하여 얻은 결과 값과 모델링을 통하여 얻은 값을 비교하였다. 플래시 메모리의 전체 블록 수는 4096개로 고정하고 SLC의 크기를 증가시켜가며 결과를 비교 하였다. 그림 1과 같이 성능은 SLC 크기가 커질수록 향상되었다. 그림 2에서 볼 수 있는 것처럼 SLC 삭제 회수는 SLC 크기가 커질수록 감소하다가 점점 수렴하는 형태로 나타나며 MLC 삭제 회수는 SLC가 증가하면 MLC 블록의 개수가 줄어들어 점차 증가한다. 전체적으로 실제 수행한 결과와 모델링의 결과가 유사하게 나타남을 볼 수 있다. 성능의 경우 약 3% 이내의 오차를 보였으며 SLC 삭제 회수의 경우에는 2%, MLC 삭제 회수에서는 6% 이내의 오차가 나타났다.

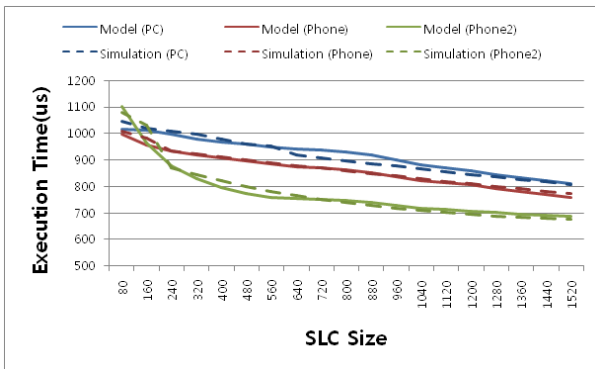


그림 1. 성능에 대한 모델링 결과

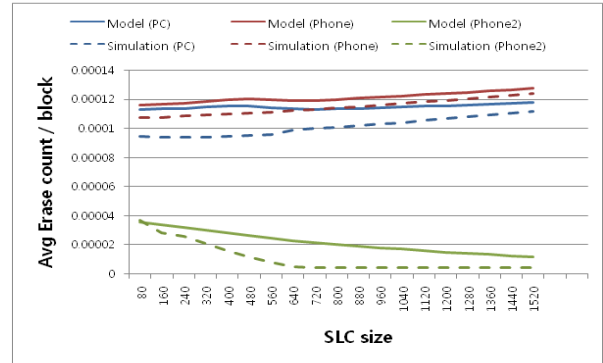
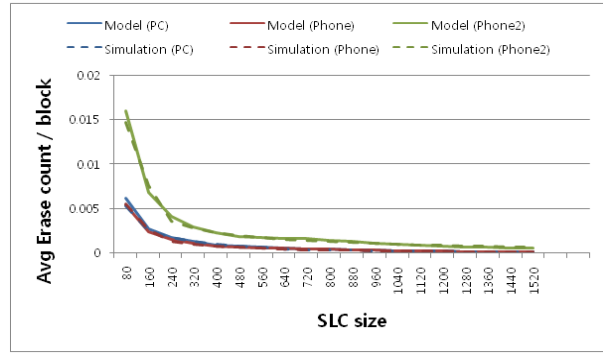


그림 2. 삭제 회수에 대한 모델링 결과

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 하이브리드 플래시 메모리를 대상으로 사용 분야와 요구사항에 적합한 SLC와 MLC 크기를 선정할 수 있도록 하는 모델링 기법을 제시하였다. 실험을 통하여 제시한 기법이 비교적 정확한 결과를 보여주는 것을 확인하였다. 향후에는 다양한 플래시 관리 기법에 대한 모델링 작업을 수행할 계획이다.

참고문헌

[1] Samsung Electronics, 4Gb Flex-OneNAND M-die, http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/products/fusionmemory/Products_FlexOneNAND.html.
 [2] Toshiba America Electronic Components, Inc., mobileLBA-NAND, <http://www.toshiba.com/taec>.
 [3] S. J. Im and D. K. Shin "Storage Architecture and Software Support for SLC/MLC Combined Flash Memory" Proc. of 24th ACM Symposium on Applied Computing (SAC'09), Honolulu, Hawaii, Mar. 2009.
 [4] S. H. Park, J. W. Park, J. M. Jeong, J. H. Kim and S. D. Kim. "A mixed flash translation layer structure for SLC-MLC combined flash memory system," Proc. of SPEED'08, Salt Lake City, Utah, Feb. 2008.