

# IPSiNS: 낸드 플래시 메모리 기반 저장 장치를 위한 입출력 성능 시뮬레이션 도구

윤경훈\*<sup>0</sup> 정호영\* 박성민\* 심효기\* 차재혁\* 강수용<sup>+</sup>

한양대학교 전자컴퓨터통신공학과<sup>+</sup>

한양대학교 컴퓨터교육과

{rumimaru<sup>0</sup>, sykang}@hanyang.ac.kr

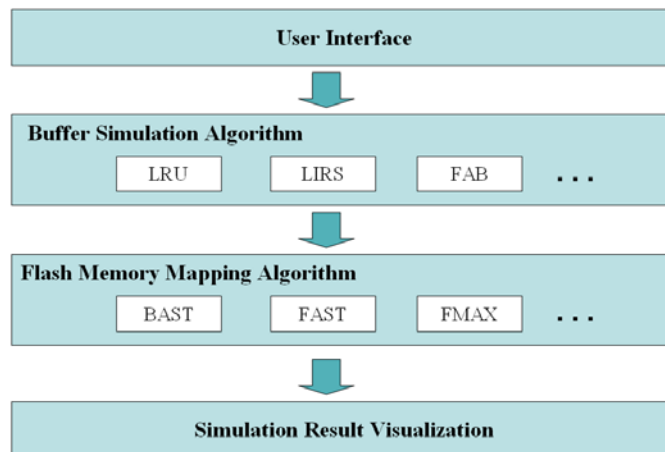
## IPSiNS: I/O Performance Simulation Tool for NAND Flash Memory – based Storage System

Kyeong-hoon Yoon\*<sup>0</sup> Hoyoung Jung\* Sung-min Park\* Hyoki Sim Jaehyuk Cha\*  
Sooyong Kang<sup>+</sup>

Dept. of \*Electronics and Computer Engineering, Hanyang University

Dept. of <sup>+</sup>Computer Science Education, Hanyang University

낸드 플래시 메모리 기반 저장 장치는 하드디스크의 특성을 반영하여 설계된 운영체제의 각 요소들에 변화를 요구하게 된다. 특히, 운영체제의 버퍼교체정책은 히트율을 최대화하는데 그 목적을 두고 설계되었기 때문에, 읽기와 쓰기 시간이 비대칭적인 낸드 플래시의 특성을 반영하지 못할 수 있다. 한편으로, 낸드 플래시 메모리 기반 저장장치를 블록 디바이스로 가상화하는데 사용되는 플래시 변환 계층(FTL)은 플래시 메모리의 특성만을 고려하여 설계되었다. 그러나 FTL에서는 운영체제의 버퍼교체정책을 거쳐 발생하는 입출력 요청을 처리하기 때문에, 버퍼교체정책과 FTL 알고리즘은 큰 연관성을 가지게 된다. 따라서, 버퍼교체정책과 FTL 알고리즘을 동시에 고려하지 않고서는 플래시메모리 기반 저장장치를 사용하는 시스템의 전체적인 입출력 성능을 평가할 수 없으므로, 그 두 요소를 동시에 고려한 버퍼교체정책 또는 FTL 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.



[그림1] IPSiNS 구조

본 연구에서는 그러한 통합연구에 사용될 수 있는 입출력 성능 평가 도구인 IPSiNS를 개발하였다. IPSiNS는 입출력 시뮬레이션 결과를 주요 그래프와 다양한 통계자료로 출력하여 버퍼교체정책과 FTL 알고리즘의 연관관계를 밝히고, 새로이 개발된 알고리즘의 통합적 성능을 평가하는데 사용될 수 있다. 또한 IPSiNS는 알고리즘의 확장성을 고려한 설계를 통해 소스코드의 수정 없이 새로운 알고리즘을 추가하거나 제거할 수 있는 플러그-인 방식으로 구현되었다. IPSiNS에서 구현된 모든 알고리즘들은 플러그-

인으로 교체 할 수 있는 동적 연결 라이브러리(DLL)로 구현되어 있다

우리는 IPSiNS를 활용한 실험의 결과를 분석하여, 낸드 플래시 메모리 기반 입출력 시스템에서 발생하는 현상 및 버퍼교체 정책과 FTL 알고리즘을 동시에 고려해야 한다는 점을 제시하였다.

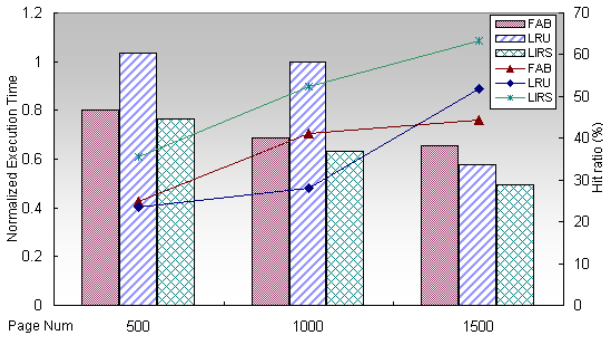


그림 2 히트율과 실행시간과의 관계

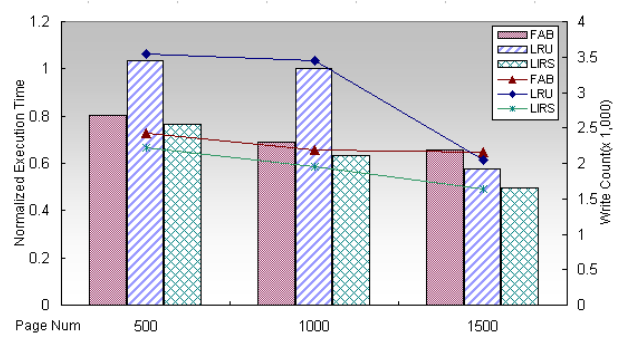


그림 3 쓰기 요청 횟수와 실행시간과의 관계

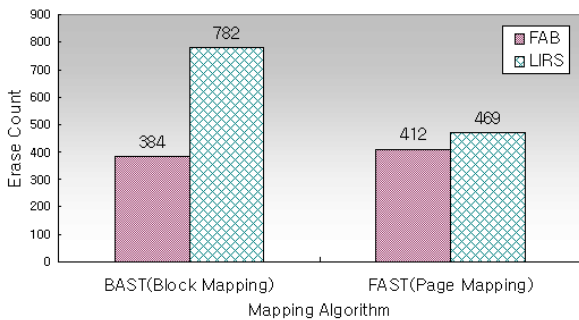


그림 4 맵핑 방식과 Erase Count와의 관계

- 버퍼 히트율과 입출력 실행시간은 비례 관계가 아니며, 히트 율을 최대화 하는 것이 시스템의 입출력 성능을 최대화하지 않을 수 있다는 사실을 확인할 수 있다. (그림 2 참조)
- 플래시 메모리 기반 저장장치를 사용하는 시스템의 입출력 성능은 쓰기 연산의 횟수에 크게 의존한다고 할 수 있다. (그림 3 참조)
- 버퍼 교체 정책과 FTL 맵핑 알고리즘을 설계할 때는 버퍼 교체 정책이 발생시키는 쓰기 연산의 패턴과 FTL 맵핑 알고리즘의 성격을 모두 고려해야 할 것이다. (그림 4 참조)

IPSiNS는 운영체제의 버퍼교체 정책과 FTL 맵핑 알고리즘을 연계하여 시뮬레이션 함으로써, 플래시 메모리를 저장장치로 사용하는 컴퓨터 시스템의 입출력 성능을 보다 정확하게 예측할 수 있으며, 그에 따라 시스템에 적합한 버퍼교체 알고리즘과 FTL 맵핑 알고리즘의 조합을 찾을 수 있다. 그러나 버퍼교체 알고리즘과 FTL 맵핑 알고리즘 이외에도 프리페칭(Prefetching) 과 같이 입출력 성능에 영향을 미치는 다른 요소들이 있으므로, 추후 그러한 요소들을 IPSiNS에 반영함으로써 보다 더 정교한 시뮬레이션이 가능하도록 할 계획이다. 또한, 지속적으로 개발되는 다양한 알고리즘들을 포함함으로써 알고리즘들 간의 다양한 비교가 가능하도록 할 계획이다.