

NVMeVirt 다중 인스턴스 지원 및 성능 모델 개선 연구

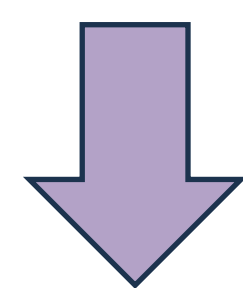
이름 성민석, 이승윤

지도교수 김상훈 교수님

NVMeVirt 다중 인스턴스 지원(성민석)

연구배경

- NVMeVirt는 NVMe 디바이스 가상화를 지원하는 소프트웨어
- 설정에 따라 유저 스페이스 내 다양한 NVMe 디바이스 가상화 가능
- 현재 NVMeVirt는 단일 인스턴스에 대해서만 가상화 지원
 - 여러 NVMe 디바이스를 동시에 가상화 및 관리에 제한
 - 동시에 테스트하거나 시뮬레이션 하는 환경 제공 X
 - 다수의 디바이스가 연결된 복잡한 상황을 모델링하는데 어려움

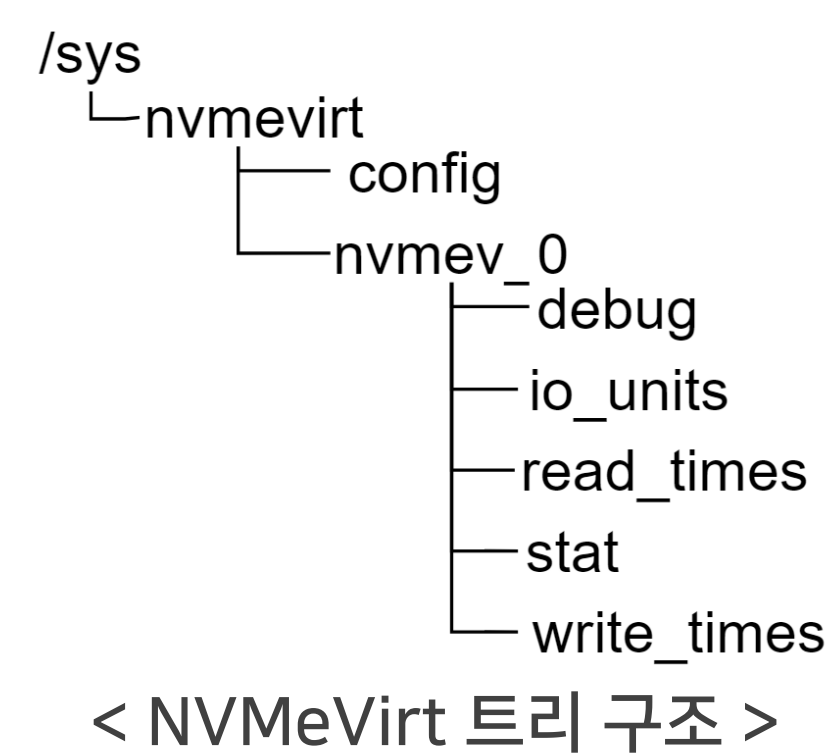


- 여러 NVMe 인스턴스를 가상화 하고 관리할 수 있는 기능 필요

연구진행과정

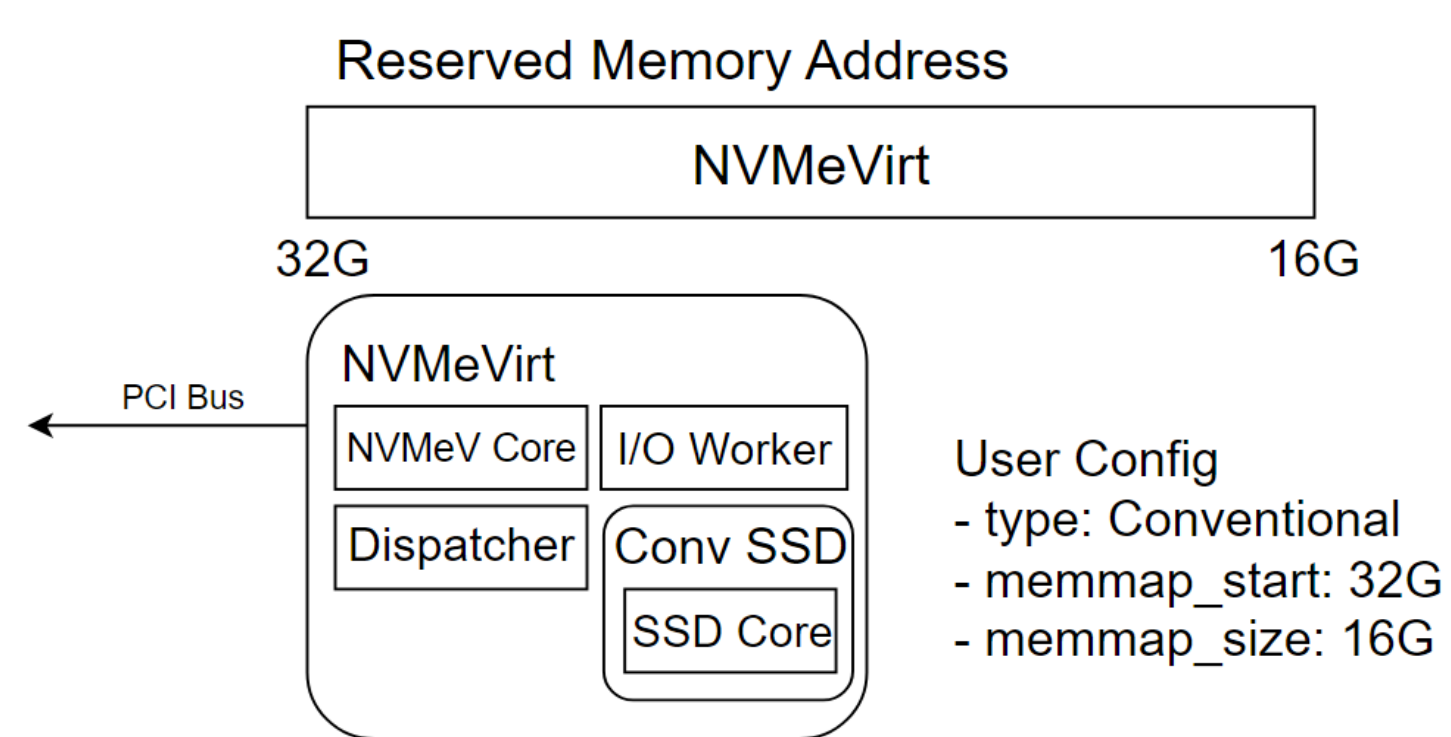
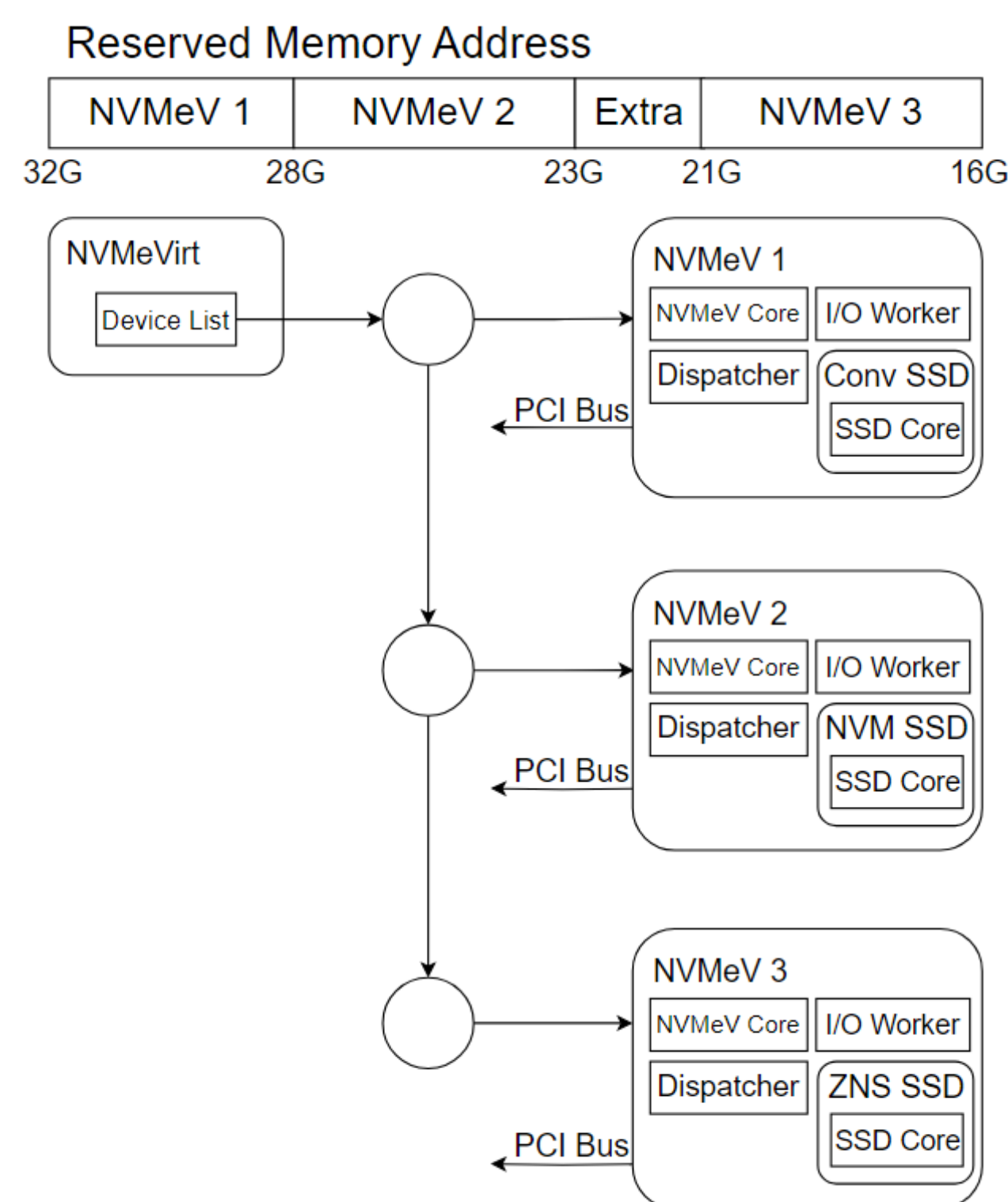
1. 사용자 인터페이스

- 기존 프로그램은 procfs 이용
- 각 디바이스의 관리를 용이하게 하기 위해 sysfs로 구현
- 사용자와 소프트웨어 간 인터랙션은 /sys/nvmevirt 아래 config 파일을 통해 진행



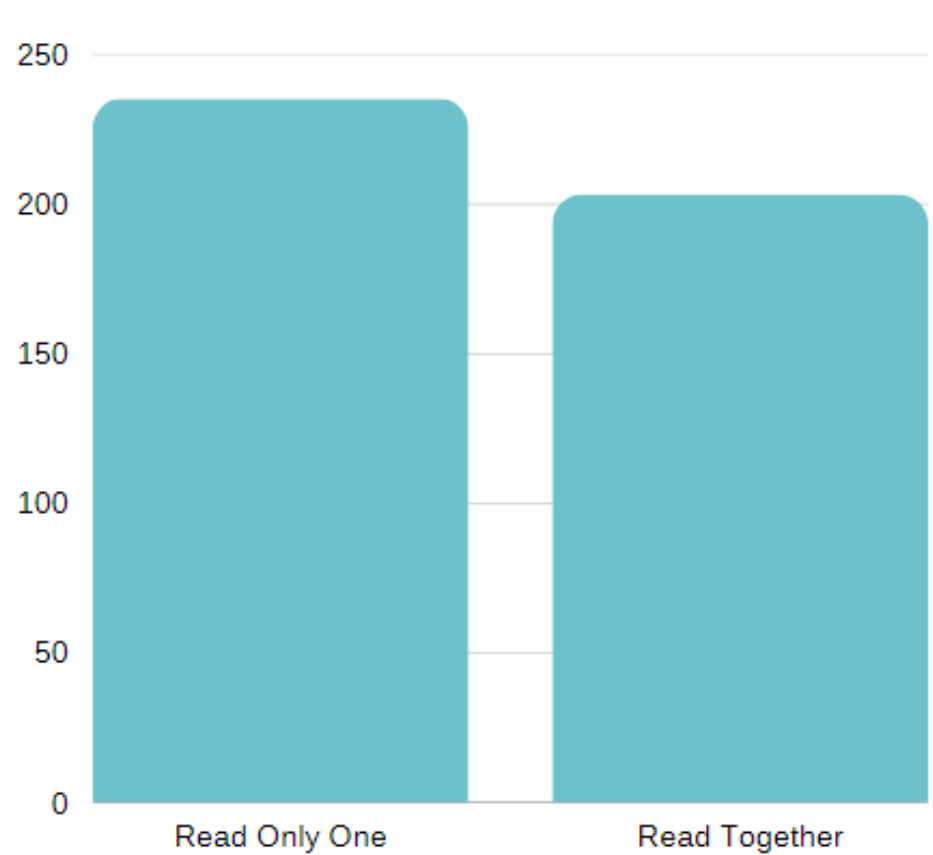
2. Static 리소스 분할

- 전역 변수 -> 로컬 변수
- 각 디바이스별 리소스 모듈화
- 기존 프로그램은 사용자 설정에 따라 컴파일 되는 코드가 다름
 - 모든 코드를 컴파일, 설정은 디바이스 생성 과정에서 처리



결과 및 분석

Random read speed(KiB/S)



- 리눅스 5.15.37, x86-64 아키텍처
- NVM, Conv 두 타입에 대해서 fio를 이용하여 random read 테스트
- Random read task를 정상 수행
- 다중 디바이스가 동시에 동작하더라도 성능 하락폭이 낮음
 - 각 디바이스가 독립적으로 동작

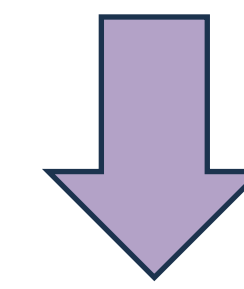
오픈소스 URL

<https://github.com/snu-csl/nvmevirt.git> (NVMeVirt)

NVMeVirt 성능 모델 개선(이승윤)

연구배경

- NVMeVirt는 SSD의 time latency를 통해 read, write 모델링
- 얼마 latency가 부여되는지는 SSD 세부사항에 따라 달라짐
- NVMeVirt에서 지원하는 SSD 중 ZNS 타입의 모델링에 문제
 - 실제 ZNS SSD와 다른 현상이 발생
- ZNS SSD에서 사용하는 append와 reset 연산이 실제와 차이 발생

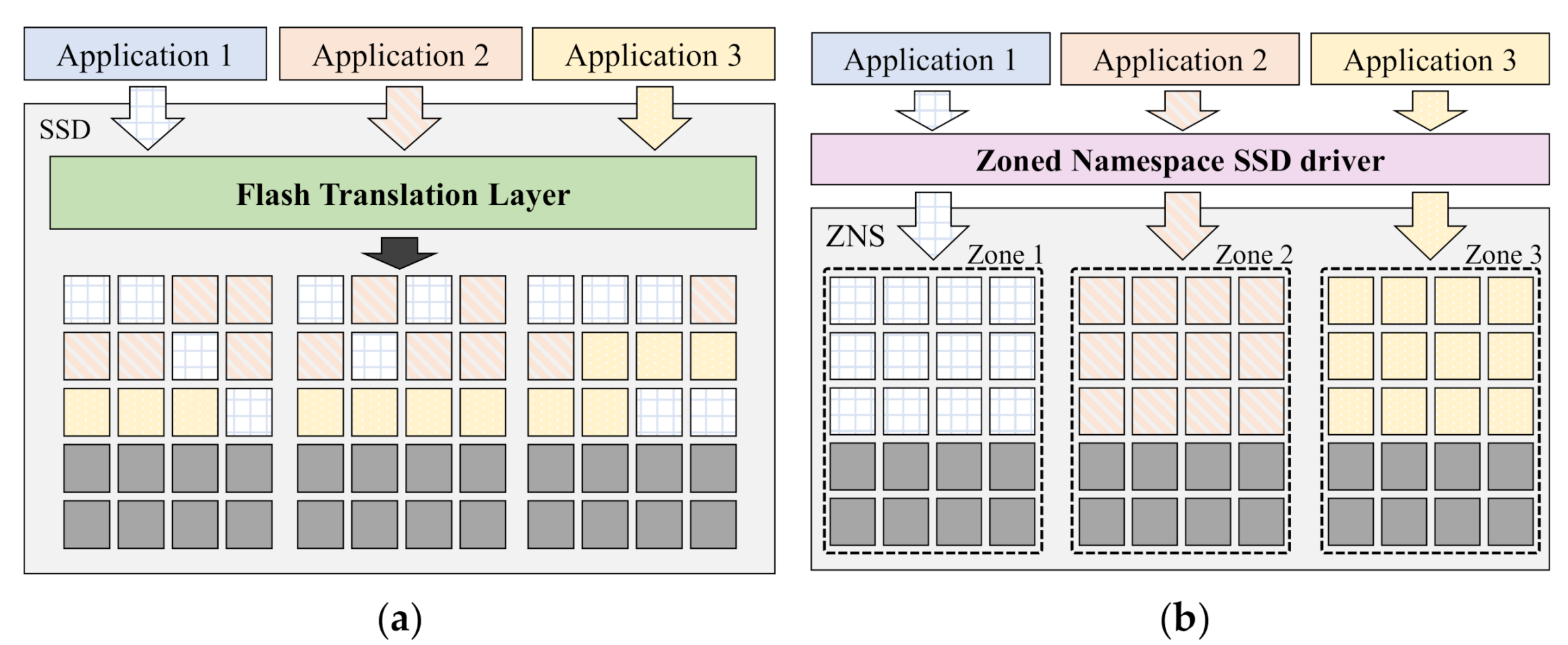


- append와 reset의 latency 모델을 수정, 실제 ZNS와 유사하도록

연구진행과정

1. Zoned namespace (ZNS) SSD

- 기존 FTL이 HDD에 최적화된 형태로 발전하며 생겨난 오버헤드를 줄이기 위해 제안된 NAND Flash에 최적화된 방식
- Zone당 하나의 sequential write만 가능 → 데이터의 연속성 보장
- Zone은 implicit open, explicit open, close, empty, full 5가지 상태로 관리, open, close, finish, reset 명령어로 상태 변환



2. append operation

- 실제 ZNS 디바이스: append latency > write latency
- NVMeVirt에서는 두 latency가 동일 → Zone 확장성 문제
- append latency를 증가

3. reset operation

- erase time = (1 * erase latency) + (N * program latency)
- NVMeVirt는 erase latency를 고려하지 않음
 - reset의 latency도 고려 X
- Zone occupancy가 reset performance에 영향 X,
- reset operation은 read, write, append에 의해 latency 결정
- Samsung 980 pro의 erase latency에 기반하여 추가
- reset의 실행 시간을 측정하여 더해 줌으로써 reset latency 구현

결과 및 분석

	IOPS	Latency	BW
latency 수정	2293	13924	287KiB
기존	2038	15651	255KiB

- Latency에 변화를 주었을 시 IOPS와 BW면에서 소폭 증가
- append와 reset의 latency를 재설계하여 해결

