

Key-Value SSD를 위한 호스트와 협업 중복 제거 효율성 연구

KiHyun Kim, Youngjae Kim

Department of Computer Science and Engineering, Sogang University, Seoul, Korea

로그 구조 병합 트리(Log-Structured Merge Tree) 기반의 인덱싱 구조를 갖는 Key-Value SSD(KV-SSD) [1], [2]는 Key-Value 스토어의 데이터베이스 엔진을 디바이스 내부에서 동작시키는 SSD 이다. KV-SSD 는 기존 SSD 와 달리 Block 기반의 Interface 가 아닌 Key-Value 기반의 Interface 를 지원한다. 또한 KV-SSD 는 데이터 저장과 변경 시 덮어 쓰기가 아닌 로깅 방식의 순차쓰기를 수행하기 때문에 방대한 양의 비정형 데이터를 저장하는데 용이하다.

본 연구에서는 KV-SSD 환경에서 호스트 디바이스의 가용 가능한 CPU 자원을 활용한 호스트와 디바이스 간의 협업 방식의 중복데이터 제거 시스템을 제안한다(그림 1). 중복 데이터 제거 기술은 저장 데이터의 중복된 부분을 제거하고 고유한 데이터만 스토리지에 저장하는 기술이다. 중복 데이터 제거 기술은 먼저 데이터를 Chunk 단위로 분할하고 SHA-1 과 같은 암호화 해시 함수를 사용하여 각 Chunk 마다의 Fingerprint (FP) 값을 계산한다. 그리고 계산된 FP 값을 통해 각 Chunk 들을 구분한다. 여기서 FP 값을 계산하는 과정은 중복 제거 과정 중 컴퓨팅 자원을 가장 많이 요구하는 과정이다. 이러한 CPU Burst 가 큰 FP 계산 과정을 스토리지 내부의 임베디드 프로세서에 의존하여 처리하는 경우 상당한 오버헤드가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 Host 는 유저의 요청된 K-V 쌍 데이터를 임시 버퍼에 저장 후 가용 가능한 호스트 CPU 자원을 사용하여 FP 를 계산하고, 추후에 SSD 에 FP 값들을 전달하여 중복제거를 수행하도록 하는 협업 방식의 중복제거 메커니즘을 제안한다. 제안하는 방식의 효율성을 평가하기 위해 호스트와 디바이스 간의 협업방식의 중복데이터 제거 시스템을 Cosmos Plus 보드 기반의 KV-SSD 에 프로토타입 하였고, 성능 평가 결과 기존 SSD 의 컴퓨팅 자원을 사용한 중복제거 방식에 비해 호스트와 협업을 통한 중복제거방식이 중복제거처리율에 대해 상당한 증가가 있음을 확인 할 수 있다(그림 2).

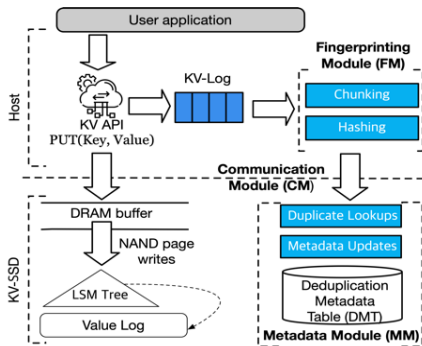


Figure1. Proposed Approach

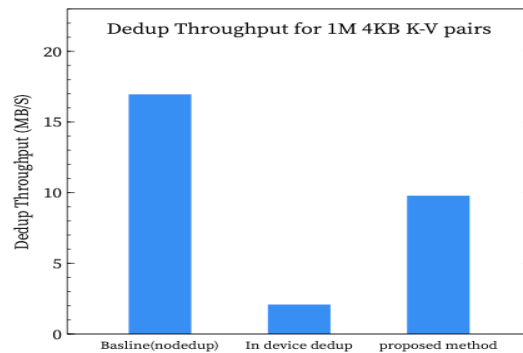


Figure 2. Deduplication Throughput Comparison

Acknowledgments 이 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2020-0-00104, 저지연 입출력 집약적 엷지 데이터 처리를 위한 스토리지 모듈 기술 개발)

References

- [1] C.-G. Lee, H. Kang, D. Park, S. Park, Y. Kim, J. Noh, W. Chung, and K. Park, "iLSM-SSD: An Intelligent LSM- Tree Based Key-Value SSD for Data Analytics," in *Proceedings of the 27th International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS)*, pp. 384–395, IEEE, 2019.
- [2] J. Im, J. Bae, C. Chung, Arvind, and S. Lee, "PinK: High- speed In-storage Key-value Store with Bounded Tails," in *Proceedings of the USENIX Annual Technical Conference (ATC)*, pp. 173–187, USENIX, 2020.