

컴퓨테이셔널 스토리지 조사 보고서

Computational Storage

이현재
2025년 5월 3일

1. 들어가며

최근 기술이 발전하면서 생성되는 데이터의 양이 엄청나게 늘어나고 있다. 그런데 기존 방식처럼 데이터를 저장 장치에서 CPU로 옮겨 처리하는 방식으로는 성능도 떨어지고 전력 소모도 크다는 문제점이 생겼다. 이런 상황에서 등장한 것이 컴퓨테이션 스토리지라는 기술이다. 이 기술은 데이터가 저장된 곳에서 직접 데이터를 처리함으로써 데이터 이동을 줄이고, 처리 성능과 전력 효율성을 동시에 높이는 기술이다. 이번 보고서에서는 컴퓨테이션 스토리지의 개념, 기술적 구성 요소, 주요 활용 분야와 장단점을 살펴보고 앞으로의 발전 가능성도 생각해 보려고 한다.

2. 컴퓨테이션 스토리지의 개념 및 기술 구성

컴퓨테이션 스토리지는 저장 장치 안에 연산 기능이 함께 들어가 있어서 데이터를 옮기지 않고 바로 처리할 수 있도록 만든 기술이다. 주요 구성 요소로는 컴퓨테이션 스토리지 드라이브(CSD)가 있는데, 이는 저장 장치 안에 연산 기능이 통합된 드라이브로 데이터를 직접 처리할 수 있게 한다. 또한 컴퓨테이션 스토리지 프로세서(CSP)는 시스템과 저장 장치 사이에서 데이터를 처리하고 병렬 처리를 수행한다. 이외에도 컴퓨테이션 스토리지 엔진(CSE)은 압축, 암호화, 필터링 같은 특정 연산을 담당하는 전용 하드웨어 엔진으로 데이터 처리를 효율적으로 지원한다.



삼성반도체이야기
samsungsemiconstory.com

컴퓨테이셔널 스토리지 드라이브(CSD)는 삼성전자에서 2020년 1세대 제품이 출시되어 IT기업들에 공급이 되었다고한다. 위 사진은 2022년 출시된 2세대 CSD의 사진이다.

삼성전자에서 출시한 스마트SSD는 데이터 저장 기능만 하는 기존 SSD와 달리 SSD 내부에 연산 기능을 탑재해 특정 데이터 처리 시 SSD 내부에서 직접 연산 기능을 수행해 CPU, GPU, RAM 사이의 데이터 이동을 최소화함으로써 시스템의 성능과 에너지 효율이 동시에 향상시켰다고 한다.

AMD 데이터센터 커뮤니케이션그룹(Data Center and Communication Group) 시나 솔타니(Sina Soltani) 부사장은 “AMD의 자일링스(Xilinx) Versal™ Adaptive SoC를 탑재한 삼성의 2세대 스마트 SSD는 기존 CPU에서 진행하던 연산 작업을 스토리지에서 처리해 데이터 이동 간 소모되는 전력을 줄이고, CPU 효율을 증대시킨다”며, “데이터 중심 시장에서 삼성의 스마트SSD가 뛰어난 성능과 높은 전력 효율로 고객 시장 확대에 기여할 것”이라고 말했는데

미래엔 퍼스널 컴퓨터에도 CSD가 장착될지도 모르겠다.

정리하면

- 컴퓨테이셔널 스토리지 드라이브(CSD): 저장 장치 안에 연산 기능이 통합된 드라이브로 데이터를 처리 가능
- 컴퓨테이셔널 스토리지 프로세서(CSP): 시스템과 저장 장치 사이에서 데이터를 처리하고 병렬 처리를 수행
- 컴퓨테이셔널 스토리지 엔진(CSE): 압축, 암호화, 필터링 같은 특정 연산을 담당하는 전용 하드웨어 엔진

컴퓨테이셔널 스토리지는 이렇게 세 가지로 나눌 수 있고, 각각이 저장 장치 내에서 직접 데이터를 처리하여 성능 향상과 에너지 효율성 증가에 기여하는 것은 모두 같다.

컴퓨테이셔널 스토리지는 다양한 분야에서 효과적으로 활용될 수 있다고 하는데 특히 고성능 컴퓨팅(HPC) 분야에서는 대규모 연산이나 시뮬레이션 작업을 저장 장치 내부에서 처리해 처리 속도를 높일 수 있다고 한다. 또한 인공지능(AI)과 머신러닝(ML) 분야에서는 학습 데이터를 저장된 곳에서 바로 전처리하여 빠르게 학습을 진행할 수 있고 사물인터넷(IoT) 분야에서는 엣지 디바이스에서 실시간으로 데이터를 분석하고 빠르게 결과를 얻어낼 수 있게 될 것이다. 클라우드와 데이터 센터 환경에서도 데이터 이동을 최소화하여 시스템 전체의 에너지 효율성을 높일 수 있다고 한다.

컴퓨테이셔널 스토리지의 장점과 단점도 알아보았는데 장점으로는 우선 데이터 이동을 줄여 성능과 에너지 효율성을 동시에 높일 수 있다는 점이 있다. 병렬 처리를 통해 빠른 연산이 가능하며, 결과적으로 시스템 운영 비용까지 절감할 수 있다. 하지만 아직 표준화가 제대로 이루어지지 않아 호환성 문제가 발생할 수 있고, 새로운 형태의 보안 위협이 나타날 가능성도 있다. 또한 기존 소프트웨어와의 호환성 부족으로 추가적인 소프트웨어 개발이 필요하다는 단점이 있다.

3. 결론

결론적으로 컴퓨테이셔널 스토리지는 빠르게 늘어나는 데이터 처리 문제를 해결할 수 있는 중요한 기술이라는 것을 알게 되었다. 앞으로 표준화와 기술 발전이 이루어지면 데이터 이동으로 인한 병목 문제를 개선하고, 더욱 효율적이고 빠른 데이터 처리를 가능하게 할 것으로 기대된다. 결국, 컴퓨테이셔널 스토리지는 데이터 중심 사회에서 핵심적인 기술로 자리 잡아 미래 컴퓨팅 환경을 변화시키는 데 큰 역할을 할 것으로 보여진다.

이번 조사를 통해 데이터가 증가할수록 이를 처리하는 기술 역시 지속적으로 진화해야 한다는 점을 깨달았다. 처음엔 저장 장치에서 연산까지 수행한다는 개념이 조금 낯설었지만, 자료를 조사할수록 이 기술이 왜 등장했으며 앞으로 얼마나 중요하게 활용될 수 있는지 이해할 수 있었다. 또한 기술 발전이 단순히 성능을 높이는 것뿐만 아니라 에너지 효율과 같은 현실적인 문제들도 함께 해결해 나간다는 점이 인상 깊었다. 앞으로도 컴퓨테이셔널 스토리지와 같이 새로운 기술이 어떻게 세상을 바꿔 나갈지 지속적으로 관심을 갖고 지켜봐야겠다는 생각이 들었다.

4. 참고 문헌

- SNIA Computational Storage Technical Work Group, Computational Storage Overview, SNIA, 2021.
- NGD Systems, Computational Storage Drives (CSDs) White Paper, NGD Systems, 2022.
- 삼성전자 반도체 웹사이트, 컴퓨테이셔널 스토리지 솔루션 기술 자료.
- Storage Networking Industry Association (SNIA), Computational Storage Architecture and Programming Model, SNIA Technical Whitepaper, 2020.
- IEEE Spectrum, Computational Storage: When Storage and Compute Converge, IEEE, 2021.