

제2회 GEdge 플랫폼 커뮤니티 컨퍼런스



저지연 입출력 집약적 엣지 데이터 처리를 위한 스토리지 모듈 기술 개발

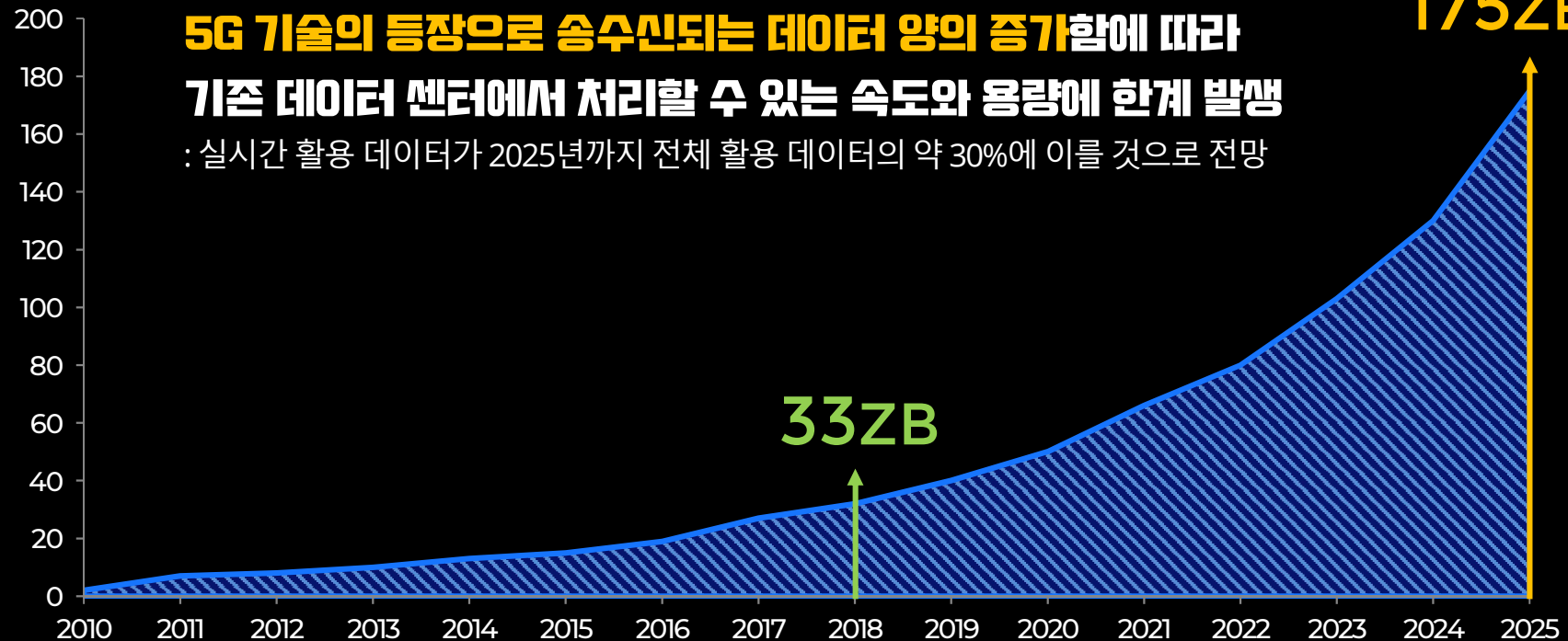
발표자

박성준 | (주)글루시스 대표이사

실시간 활용 데이터의 증가



(Zettabyte)



(Source : IDC 'Data Age 2025' whitepaper, 2018)

데이터센터는 더 이상 데이터의 중심이 아니다



2025년에는 **무려 75%의 데이터가
전통적인 데이터나 클라우드 밖에서
생성 및 처리될 것으로 전망**

(Source : Gartner 'What edge computing means for infrastructure and operations leaders', 2018)

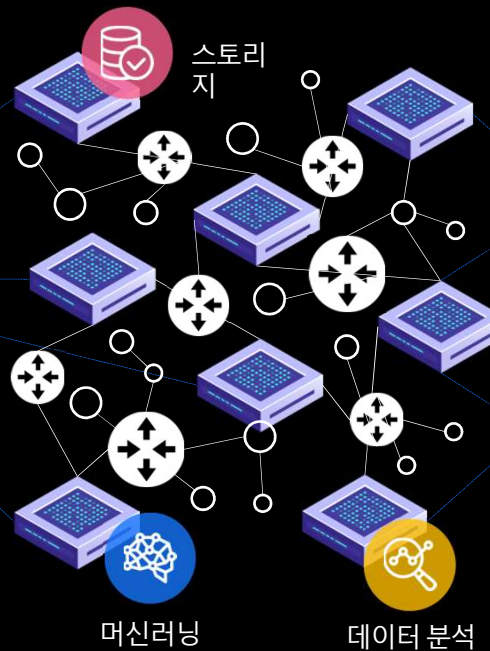
클라우드-엣지 간 데이터 흐름도



클라우드 컴퓨팅



엣지 컴퓨팅



IoT 계층

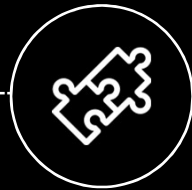


엣지 컴퓨팅의 미래



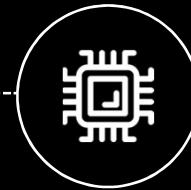
Hyperconverged

- ✓ 시스템 관리 및 네트워크 설정 복잡도의 완화
- ✓ 엣지 서버의 통합 관리로 관리 비용 최소화



Compatibility

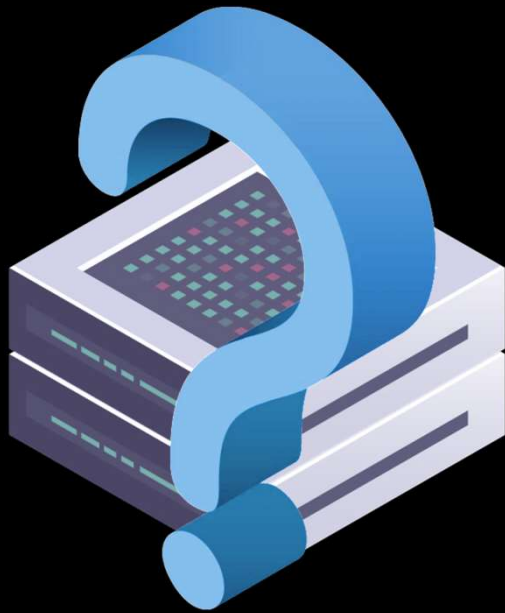
- ✓ 데이터센터와 퍼블릭 클라우드의 원활한 연동 제공
- ✓ IoT 기기로 구성된 멀티 테넌트 인프라의 오케스트레이션
- ✓ 데이터 사일로 제거를 위한 이기종 네트워크 프로토콜 지원



Rugged Hardware

- ✓ 엣지에서의 가혹한 산업 환경에 최적화된 하드웨어 설계
- ✓ 고집적/경량화된 하드웨어로 휴대성 확보
- ✓ 산업현장에 보다 가까이 컴퓨팅 능력을 제공해 새로운 비즈니스 기회 창출

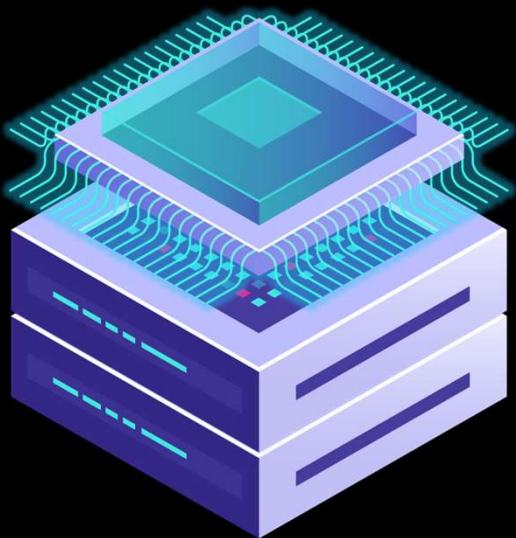
엣지 컴퓨팅 환경에서의 스토리지



엣지 스토리지의 과제

- 호스트 CPU의 과부하
- 대규모 데이터셋 요청으로 인한 스토리지 병목
- 고가의 하이엔드급 하드웨어 필요

컴퓨팅이 가능한 스토리지

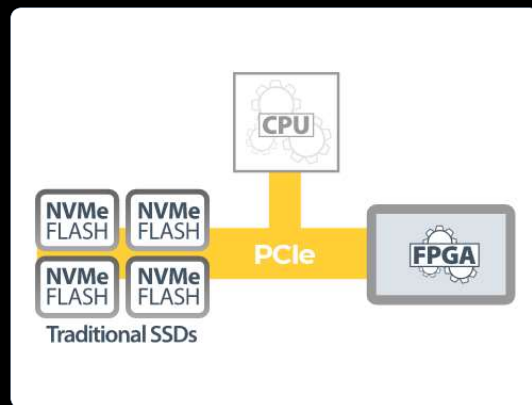


연산 스토리지 Computational Storage

: 자체적으로 컴퓨팅이 가능한 스토리지

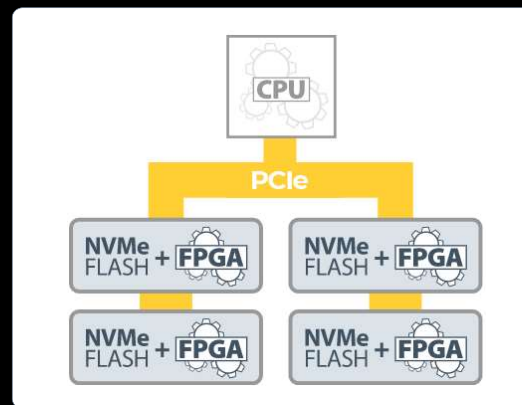
- ✓ 호스트와 스토리지 간 데이터 이동량 감소
- ✓ 호스트 CPU 워크로드 및 I/O 병목 최소화
- ✓ 비용 대비 효율성

연산 스토리지의 종류



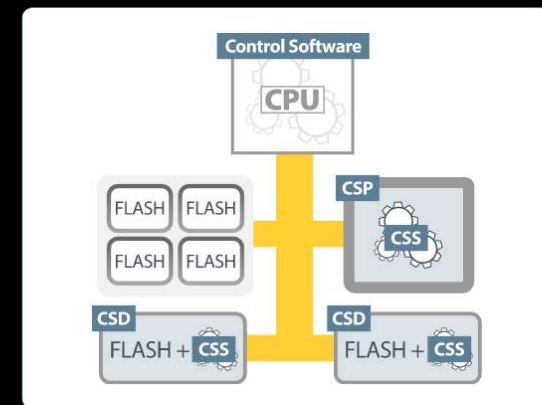
1 Computational Storage Processor (CSP)

- 연산 가속기와 SSD가 동일한 PCIe 네트워크에 연결
- PCIe 네트워크 내 P2P 전송
- PCIe 네트워크 대역폭이 속도에 영향



2 Computational Storage Drive (CSD)

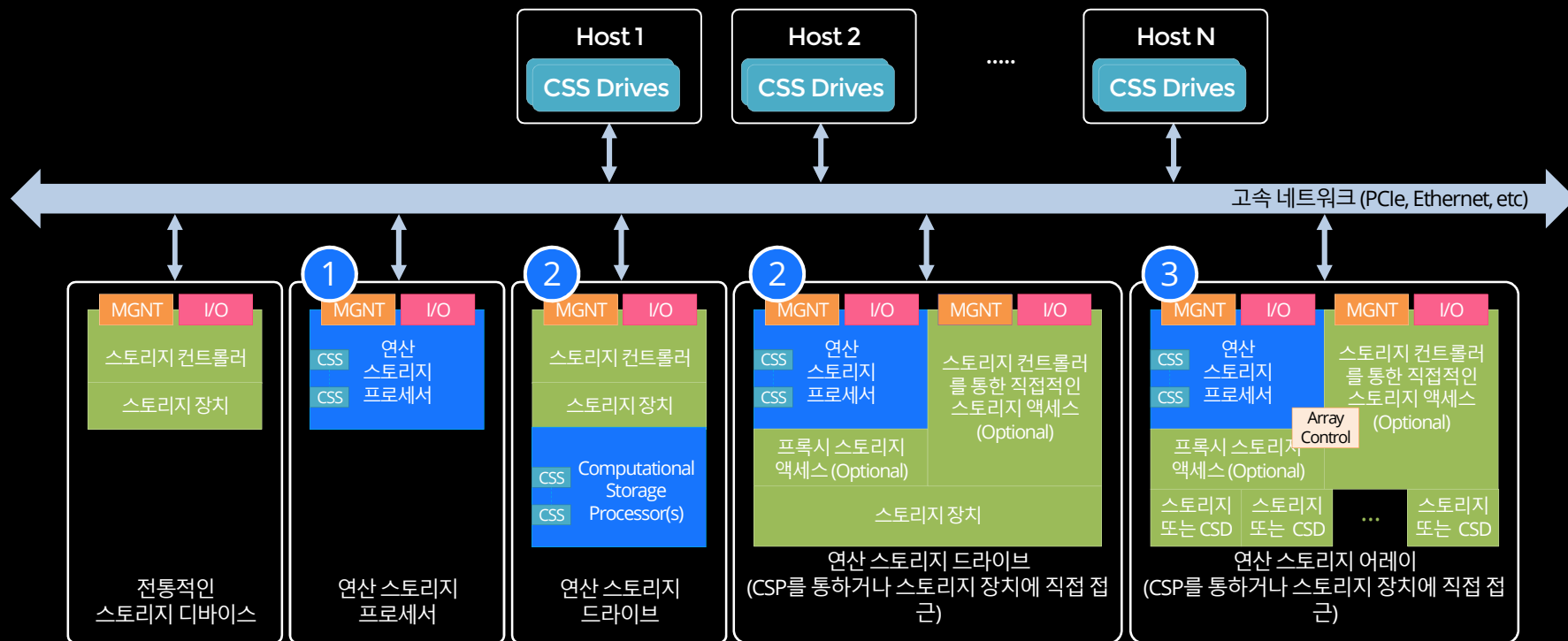
- SSD 내에 연산 가속기가 탑재
- 설치 및 관리 용이
- 성능과 용량이 동시에 확장됨



3 Computational Storage Array (CSA)

- 호스트와 PCIe 네트워크 사이에 연산 가속기 탑재
- SSD나 PCIe 네트워크와 구분됨
- 성능과 용량을 독립적으로 확장 가능

연산 스토리지 아키텍처



(Source : SNIA Computational Storage Architecture and Programming Model 0.5)

연산 스토리지에서의 키-밸류 스토어



키-밸류 스토어 기술 적용을 위한 NVM 스토리지의 연산 처리 지원

- 불필요한 키를 최소화해 원활한 컴퓨팅 지원
- 컴팩션 작업의 병렬처리
- LSM-tree를 각 노드에 배포해 해시가 불필요
- 쿼리가 각 노드에 걸쳐서 처리되어 쿼리로 인한 지연시간 감소

연산 엣지 스토리지



하드웨어 요구사항

- ✓ 가혹한 환경에 맞춘 하드웨어 설계
- ✓ 높은 내구성과 안정성
- ✓ 유연한 시스템 자원 할당
- ✓ 다양한 스토리지 매체 지원
- ✓ FPGA 및 GPU 내장
- ✓ 고집적/경량화 된 하드웨어
- ✓ 3/4/5G 모뎀 지원

연산 엣지 스토리지



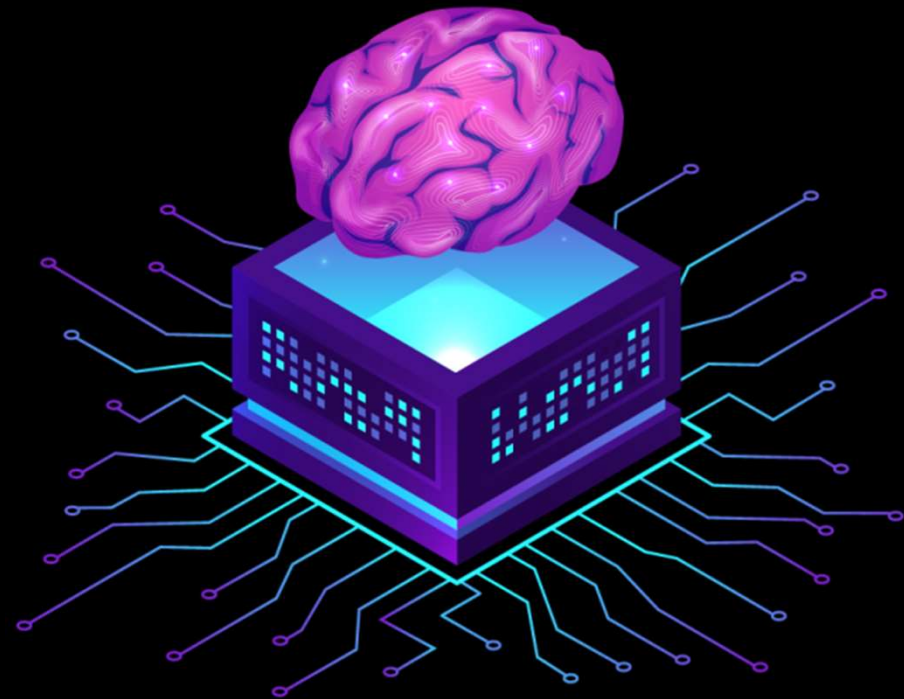
소프트웨어 요구사항

- ✓ HCI (Hyperconverged Infrastructure)
- ✓ Scale-free 파일 시스템 아키텍처
- ✓ 표준화된 NVMe-oF 및 키-밸류 인터페이스
- ✓ I/O 최적화된 가상머신 및 컨테이너 지원
- ✓ 블록 및 파일 등 레거시 스토리지 서비스 연동 및 지원
- ✓ 표준화된 스토리지 관리 API
- ✓ 키-밸류 스토어 서비스 제공

'CereBellum'



- ✓ 소프트웨어 기반 연산 엣지 스토리지
- ✓ ARM 기반 CPU 및 GPU 애드온
- ✓ Half-rack size의 휴대성 제공
(2.5" & 1.25" hot-swap disk interface)
- ✓ 미국 군사규격 (MIL-STD) 810G 준수
- ✓ NVMe 프로토콜 지원 (w/ key-value API)
- ✓ 레거시 파일 및 블록 프로토콜 지원
- ✓ Kubernetes 및 KVM 지원
- ✓ Swordfish 스토리지 관리 API 지원
- ✓ CSI (Container Storage Interface) 지원



Architecture Proposal



엣지 컴퓨팅 모듈

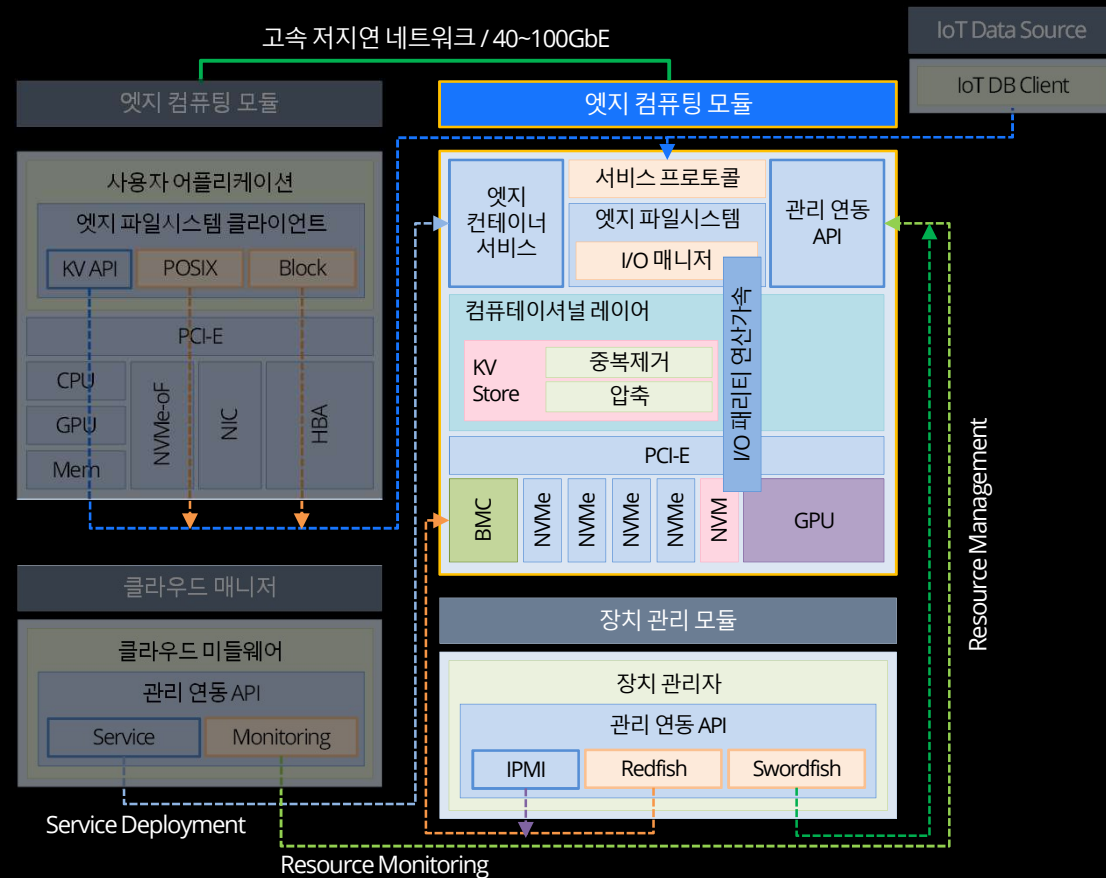
- CSI 및 레거시 스토리지 프로토콜 사용
- 키-밸류, 콘텐츠 검색, 패리티, 중복제거, 압축 등 워크로드 최소화

엣지 스토리지 모듈

- NVMe-oF 및 키-밸류 API 지원
- NVMe I/O (SPDK) 최적화
- Kubernetes 및 KVM 가상화 기술
- GPU-accelerated I/O

클라우드 및 장치 관리자

- 표준 스토리지 관리 API 제공 (Redfish / Swordfish / IPMI)



Scale-Free Software Architecture



Scale-Free 엣지 스토리지

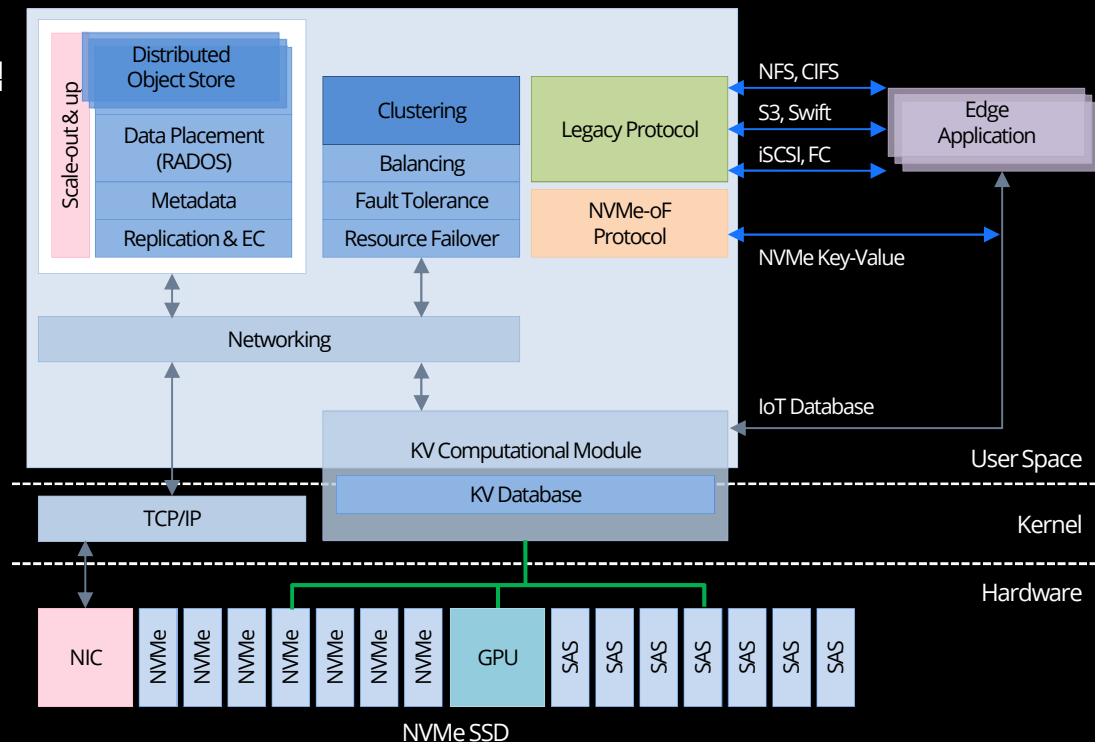
- 키-밸류 저장소 기반 스케일아웃 파일시스템
- I/O 확장 모듈 및 컨트롤러 모듈 지원
- NVMe 및 SAS 지원
- RADOS 기반 데이터 배치
- Fault-tolerant 및 failover

엣지 어플리케이션

- POSIX 및 블록 프로토콜 지원
- IoT 데이터베이스 직접 액세스

키-밸류 컴퓨테이션 모듈

- NVMe에 최적화된 LSM-tree 구조
- GPU 기반 입출력
- NVRAM 캐싱

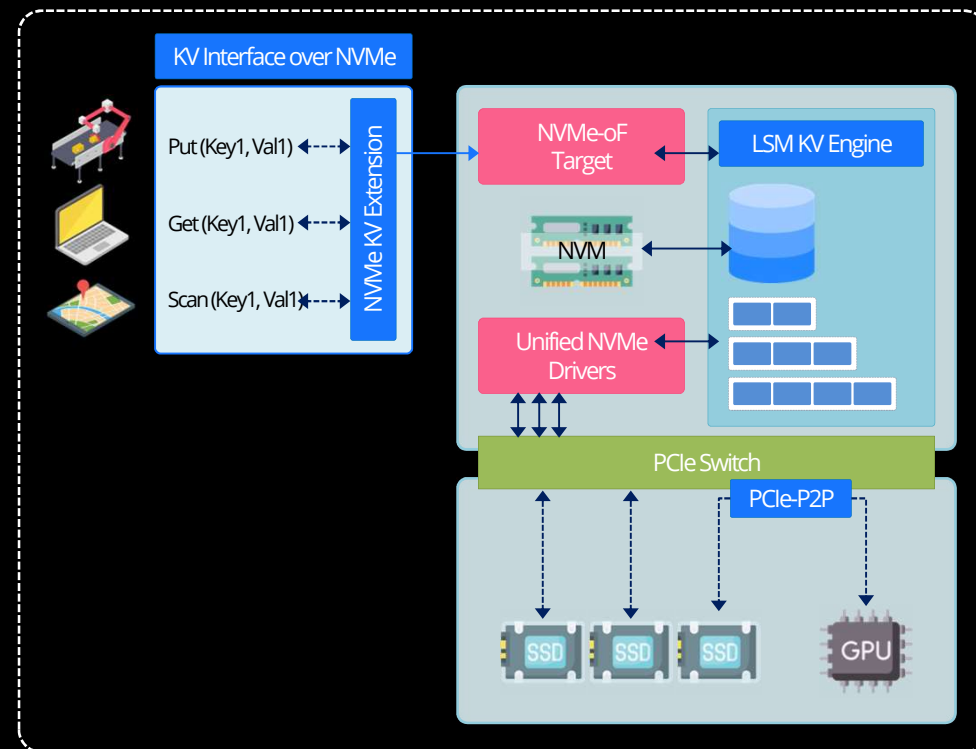


NVMe-oF Key-Value API with GPU



NVMe-oF 키-밸류 스토리지 설계

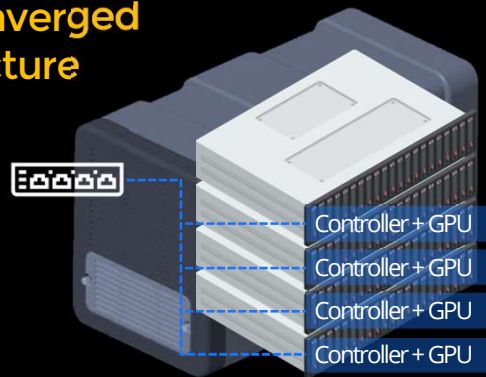
- NVMe와 GPU간 P2P 데이터 전송
- CPU 및 메모리 bypass
- I/O 스택 단순화
- NVM 기반 캐시 가속화
- 다중 사용자에게 키-밸류 저장소 제공
- 콘텐츠 검색 오프로드 기능



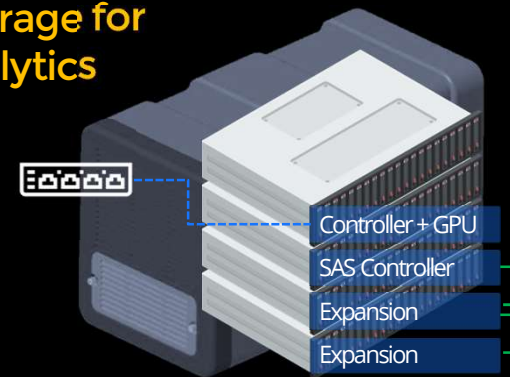
'CereBellum'_NVMe model



Hyperconverged Infrastructure for Edge



Edge Storage for Data Analytics

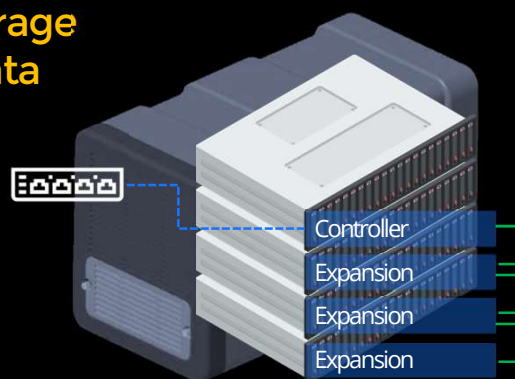


확장성	최대 성능	주요 용도
<ul style="list-style-type: none"> • 노드 최대 4대 • 디스크 최대 32개 	<ul style="list-style-type: none"> • Read : 32 GB/s • Write : 32 GB/s 	<ul style="list-style-type: none"> • IoT 데이터 수집 및 분석 • 러기드 환경에서의 컴퓨팅 • 가벼운 어플리케이션 운용

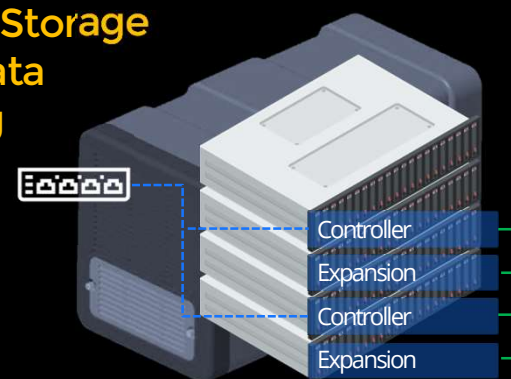


'CereBellum'_SAS model

Edge Storage for IoT Data Archiving



Edge HA Storage for IoT Data Archiving



확장성	최대 성능	주요 용도
<ul style="list-style-type: none">• 노드 최대 4대• 디스크 최대 38개 (2.5")	<ul style="list-style-type: none">• Read : 8 GB/s• Write : 8 GB/s	<ul style="list-style-type: none">• 대용량 고속 아카이빙• 대규모 IoT 데이터 및 영상 이미지 저장에 적합• 러기드 환경에서의 컴퓨팅• 가벼운 어플리케이션 운용
<ul style="list-style-type: none">• 고가용(HA) 구성 (2 노드)• 디스크 최대 28개 (2.5")	<ul style="list-style-type: none">• Read : 16 GB/s• Write : 16 GB/s	<ul style="list-style-type: none">• IoT 데이터 저장을 위한 고가용 스토리지• 러기드 환경에서의 컴퓨팅• 가벼운 어플리케이션 운용

적용 분야 _ 커넥티드 카



연산 엣지 스토리지



커넥티드 카



- ✓ 저지연 응답속도로 돌발상황 실시간 대처
- ✓ 여러 차량들의 이동 방향을 동시에 수집·분석해 피드백을 해당 지역 교통 신호에 실시간 제공
- ✓ 다수의 차량들로부터 동시에 생성되는 데이터를 저장하기 위한 페타바이트급 용량 및 확장성 제공
- ✓ 대규모 데이터의 유지관리 정책
- ✓ 재해발생, 주차공간 등 지역 현황 정보를 차량 운행

계획에 실시간으로 반영

- 센서
- 영상 데이터
- GPS
- 레이더
- 어플리케이션
- 시스템
- 하드웨어

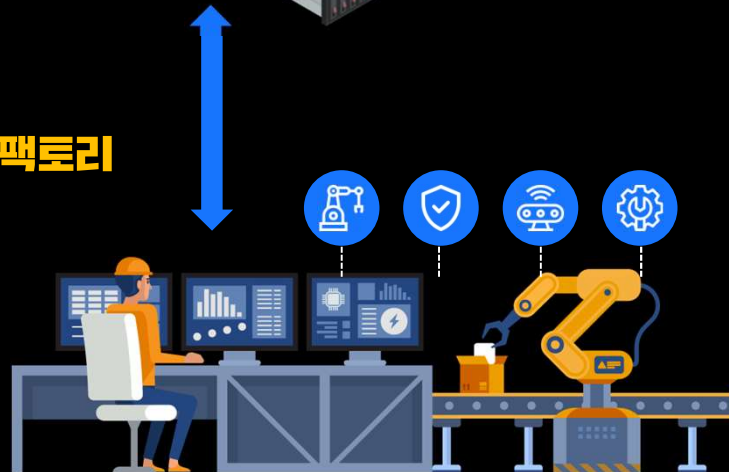
적용 분야 _ 스마트제조



연산 엣지 스토리지



스마트 팩토리



- ✓ 생산 라인 및 공장 제어 시스템의 자동화 서비스 제공
- ✓ 수집된 센서 데이터로 재해 징조를 분석해 장비 동작에 실시간 반영 및 알림 제공
- ✓ 사무실 공간에 구매되지 않고 스마트 기기, AR 장비 등을 통해 공장의 상황 오버뷰, 영상 정보, 시스템 정보 등을 실시간으로 제공

- 센서
- 영상 데이터
- 로봇
- 통합 관리
- 어플리케이션
- 시스템



**경청해 주셔서
감사합니다**