

# 프라이빗 클라우드 및 air-gapped 클러스터 환경에서의 오픈소스 패키지 배포 및 활용



신정규

래블업 주식회사 / Google Developers Expert (ML/DL)



# Lablup Inc.

Make AI Accessible

## Mission

현대 과학 연구와 응용 분야의 발전 속도차에 의한 간극 문제를  
클라우드 컴퓨팅과 AI 기술을 바탕으로  
계산 기반 연구의 새 패러다임 제시를 통해 해결한다

## Service / Product

Backend.AI (<https://www.backend.ai>)

머신러닝/AI 모델을 훈련하고 실행하는 모든 과정을  
클라우드 또는 자신의 서버에서  
엄청나게 쉽고 빠르게 돌려주는 세련된 플랫폼

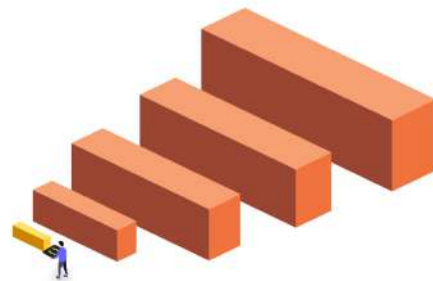
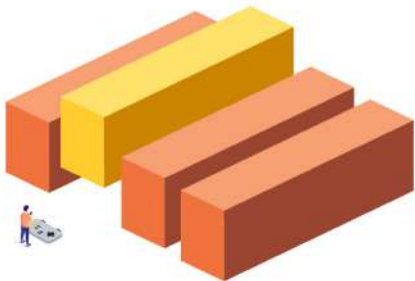
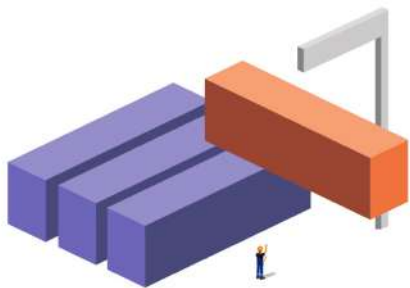
## AI 프레임워크용 엔터프라이즈 클러스터 백엔드

### 차별점 :

- 분할 GPU 자원 할당 및 공유
- 쉬운 GUI 와 강력한 CLI / SDK 제공
- 훌륭한 관리 편의성과 높은 사용률

The logo for Backend.AI features a stylized green circuit-like graphic on the left, consisting of a large 'U' shape with a smaller 'U' inside, connected to a horizontal line with two circular nodes. To the right of this graphic are two rectangular boxes, one above and one below the horizontal line. Below the graphic, the text 'BACKEND.AI' is written in a bold, dark blue, sans-serif font. The background of the slide is filled with faint, light-colored logos of various AI frameworks and tools, including 'dmlc', 'mxnet', 'PyTorch', 'TensorFlow', 'Caffe', 'Keras', 'DL4J', 'DEEPLARNING', 'micro', 'ogrive', 'talk', 'touch', and 'K'.The Keras logo consists of a pink square containing a white letter 'K', followed by the word 'Keras' in a grey, sans-serif font.

You make AI ✨



We do 🧑‍🔧 🛠️

- 프라이빗 클라우드의 시대
  - 퍼블릭 클라우드의 그늘
  - 퍼블릭 클라우드 위의 프라이빗
  - 보안
- 프라이빗 클라우드의 난제
  - 고정시킬 수 없는 컨테이너 환경
  - Backend.AI의 사례: base container + 사용자별 풍부한 패키지 요구
- 패키지 배포
  - 패키지 빌드 서비스 기반 / 패키지 저장소 제공
  - Backend.AI의 사례: Backend.AI Reservoir
- Backend.AI Reservoir
  - 개요 / 필요성
  - 상세 구조 및 서비스
  - 오픈소스 배포 파이프라인 통합
  - 사례
- 마무리



## • 개념의 변천

- 메인 프레임(1980s) - Network Computer (1990s) - 데이터 서버 (2000s)- 클라우드 (2010s)
- 필요한 만큼의 양을 필요할 때 사용
- 스토리지에서 연산 자원까지

## • 시작

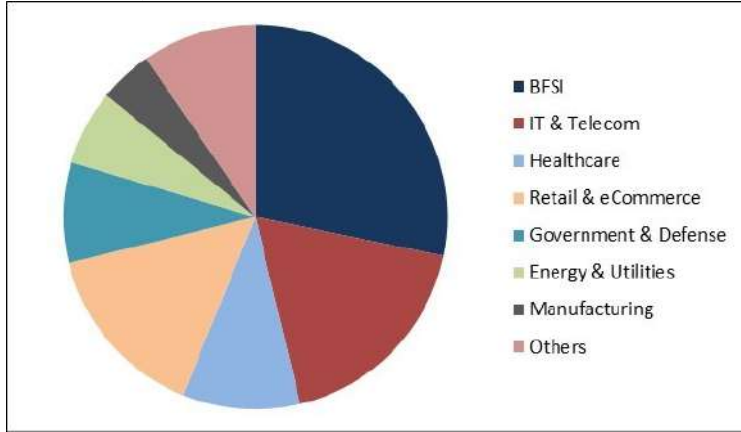
- 대규모 연산 자원 이용의 특징: 이용 패턴이 busy 함
- 그렇다면 나머지 유휴 시간에는?

## • 아마존 웹 서비스

- 자체적인 서비스 백엔드를 외부에 공개하는 서비스로 시작
- 현재는 아마존의 주요 서비스로 성장



## 5 클라우드 컴퓨팅과 산업



### 클라우드 최상위 산업분야

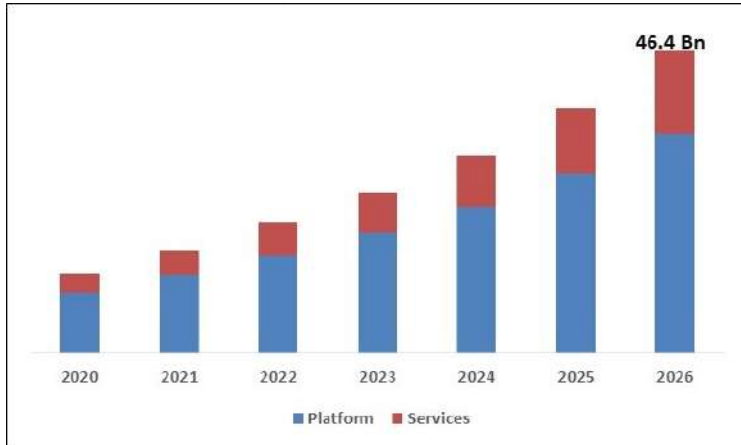
- BFSI (Banking, financial services and insurance)
- IT & Telecom
- 헬스케어
- 운송
- AI 도시 & 스마트 팩토리

### 성장 중인 개발자 생태계

### 클라우드 플랫폼 시장

- 26% CAGR, 2026년 USD 46.4 B 로 성장 예측
- 데스크탑 및 서버 기반 시장
  - 25.8%의 CAGR로 성장 예측 (2020-2026)
- 모바일 기반 시장
  - 26%의 CAGR로 성장(2020-2026)
- GPU 클라우드

- 2,000곳 이상의 기업이 GPU 클라우드 사용



- 급격한 속도로 인프라 구조의 교체 진행중
- 2021년까지의 예측

	2017	2018	2019	2020	2021
Cloud Business Process Services (BPaaS)	42.6	46.4	50.1	54.1	58.4
Cloud Application Infrastructure Services (PaaS)	11.9	15.0	18.6	22.7	27.3
Cloud Application Services (SaaS)	60.2	73.6	87.2	101.9	117.1
Cloud Management and Security Services	8.7	10.5	12.3	14.1	16.1
Cloud System Infrastructure Services (IaaS)	30.0	40.8	52.9	67.4	83.5
<b>Total Market</b>	<b>153.5</b>	<b>186.4</b>	<b>221.1</b>	<b>260.2</b>	<b>302.5</b>

Worldwide Public Cloud Service Revenue Forecast (Billions of U.S. Dollars)



## 7 GPU 클라우드 인프라의 보급

- 대부분의 인프라스트럭처가 클라우드화 됨
  - 더이상 유희자원의 재판매가 아님
  - 클라우드 전문 사업
- 머신러닝 시대의 도래
  - 유희자원 사용 이상의 자원이 요구되는 시점. 왜?
  - 기존에는 필요하지 않았던 리소스가 중요해졌음
  - GPU, special-purpose ASIC, DSP (e.g., TPU)
- GPU 클라우드 기반의 대규모 연산자원 대중화
  - 폭발적인 수요 증가 추세 (2017~)
  - 전성비 / 실사용 측면에서 기술적으로 엄청난 개선
  - 전용 ASIC / 전용 인스턴스 도입
    - ✓ AWS / GCP / MS Azure



## 8 프라이빗 클라우드의 대두

### • 퍼블릭 클라우드의 그늘

- 비용
  - ✓ 항상 감소하지는 않음. (일반적으로는 증가함)
  - ✓ 예: GPU 클라우드: ML/AI, GPU 기반 빅데이터 처리의 경우
- 퍼블릭 클라우드 위의 프라이빗 클라우드 구현
  - ✓ 동일 스택 기반의 마이그레이션: 관리 소요가 크게 줄어들지 않음
- 보안
  - ✓ 데이터를 퍼블릭 클라우드로 이전할 수 없는 경우
  - ✓ 데이터를 퍼블릭 클라우드에 내 줄 수 없는 경우

### • 프라이빗 클라우드

- 자체적으로 “클라우드같은” 온프레미스 클러스터 운영
- 온프레미스와의 차이점: “Scalability”
- 퍼블릭 클라우드들의 프라이빗 클라우드 서비스
  - ✓ AWS OutPost, Google Cloud Anthos, Azure Stack



## 9 프라이빗 클라우드의 난제

- **오픈소스의 홍수**
  - 빠른 변화 (가상화 기반 -> 컨테이너 기반 MSA)
  - 증가하는 상호 작용
  - 패키지 저장소: 온라인을 통한 배포
- **편의성과 보안의 교환**
  - 개인정보 같은 민감 정보 관리 강화 (법률, 규정, 시장 요구 등)
  - 더욱 복잡해진 네트워크 & 스토리지 요소
  - 보안을 강화할 수록 "인터넷이 안돼요"
- **복잡해진 시장 요구와 아키텍처**
  - 데이터 중심의 IT 서비스 변화로 다양한 클라우드 요구사항 대두
  - 빅데이터 분석과 같은 대규모 DB에 대한 분석
  - 인공지능 맞춤형 서비스



## VM

공용 VM 이미지 빌드 및 제공  
프라이빗 저장소 운영과 연계  
패키지 설치 지원

KVM  
Xen  
Oz  
DiskImage-Builder

## Container

필요한 패키지들을 담은  
컨테이너 이미지 빌드 및 배포  
컨테이너 빌더 솔루션

Docker  
Buildah / Podman  
Buildkit  
Img  
Bazel  
Makisu

## Repository

오픈소스 및 자체 패키지  
설치 및 업데이트 지원을 위한  
내부 서빙용 저장소 서비스

Docker Enterprise  
Artifactory  
ProGet  
Cloudsmith Package  
Helm  
Apache Archiva



## 11 컨테이너 기반의 클라우드 런타임 / 장점

- 장점

- 재현 가능한 환경을 구축하기에 용이함
  - ✓ 운영체제 커널만 공유하고 사용자레벨의 모든 라이브러리와 패키지를 별도로 패키징 및 실행
  - ✓ VM에 비해 가벼운 이미지 용량 및 레이어 기반의 파일시스템으로 빠른 배포
- 빠른 성능
  - ✓ 가상 하드웨어를 프로비저닝하지 않고 운영체제 커널 내부의 namespace만 구분하므로 cold start 지연시간 적음
  - ✓ 가상 하드웨어 계층이 없으므로 연산 실행할 때 시스템 하드웨어를 native 성능 그대로 활용 (HPC/AI 워크로드에서 특히 중요)



### • 단점

- 사용자의 개념 이해 및 적응 필요 (높은 재현 가능성이라는 장점과 대응하는 불편 사항)
  - ✓ 컨테이너 내부의 변경사항은 기본적으로 volatile 특성을 가짐 (종료 후 사라짐)
  - ✓ 데이터 보존을 위해서는 스토리지 볼륨에 대한 사용자의 이해 필요
  - ✓ VM은 원하는 환경 구성 후 그 자체를 통째 이미지로 쓰지만, 컨테이너는 별도의 recipe 파일을 작성하여 이미지를 만들고 관리
- 호스트의 연산 자원 노출
  - ✓ /proc/cpuinfo, /proc/meminfo 및 /sys/cgroup 등의 가상화가 되지 않음
  - ✓ 경우에 따라 연산라이브러리의 과도한 멀티쓰레딩 이슈 발생
  - ✓ lxcfs 등 이를 보완해주는 패키지들이 존재하지만 호환성 문제가 있음
- 드라이버 호환 이슈
  - ✓ RDMA, GPU 등 특정 가속 하드웨어들을 활용하기 위해서는 드라이버 및 런타임 차원의 지원이 필요함



## 13 프라이빗 클라우드 + 컨테이너 + AI

- 모델 훈련 파이프라인: 고정시킬 수 없는 컨테이너 환경
  - 너무 높은 소프트웨어 구성 복잡도
  - 딥 러닝 프레임워크: TensorFlow 1.X, 2.X, PyTorch 1.0~1.9, JAX, Haiku...
    - ✓ 사용하는 라이브러리 구성이 천차만별임
    - ✓ 충돌하지 않는 라이브러리 구성이 숙제
  - 개발환경 통일 불가 → 공통 컨테이너 이미지만으로 다양한 개발자·연구자 요구사항 충족 어려움
    - ✓ 결국 직접 그때그때 필요한 패키지를 직접 설치해볼 수 있어야 함
- 모델 배포 파이프라인: 컨테이너 용량과 자유도 사이의 균형
  - 고전적 시도: 모델마다 컨테이너 이미지 하나씩 빌드 및 배포
  - 컨테이너 이미지 용량 문제
    - ✓ 한 노드에 동시 배치하는 이미지의 가짓수·다양성 제한 발생
    - ✓ Auto-scaling 과정에서 cold start 지연시간 증가



## 14 해결책: Backend.AI 의 사례

- **공통 이미지 + 상황에 따른 라이브러리 / 프레임워크 레이어의 결합**
  - 컨테이너 실행 후 상황에 따라 자유로운 패키지 설치 허용 필요
- **오픈소스 저장소 기반 패키지 설치 자유도 확보**
  - 사용자 홈디렉토리에 탑재한 스토리지 볼륨에 오픈소스 패키지 설치  
(예: ~/.local, ~/.config)
  - 사용자별로 이미지와 별개인 자신만의 custom 패키지 집합을 보유 및 관리할 수 있음
- **문젯점**
  - Air-gapped 환경에서 오픈소스 패키지를 어떻게 설치할 것인가?
- **대안**
  - 오픈소스 솔루션 + 엔터프라이즈 서비스를 하나 만들자!





## ■ Backend.AI Reservoir

---

처음부터 이렇게 커질 줄 알았던 프로젝트는 아니었습니다;

## 16 Backend.AI Reservoir : 요약

- Backend.AI 용의 로컬 패키지 저장소 서비스<sup>BETA</sup>
  - Lablup 저장소 허브 서비스와 로컬 패키지 서버로 구성
  - Backend.AI Enterprise 의 추가 컴포넌트 형태로 제공
- 프라이빗 클라우드, 폐쇄 환경, 오프라인 사이트에 최적 솔루션
  - 보안 체크를 거친 패키지만 제공
  - 오픈소스 라이선스 확인 파이프라인
- 지원 패키지 저장소 (Backend.AI 20.09)
  - 언어: PyPI, CRAN (R)<sup>BETA</sup>
  - 운영체제
    - ✓ Ubuntu (18.04 / 20.04)
    - ✓ DGX OS (4 / 5)
    - ✓ CentOS (7 / 8) 패키지
- 제공
  - Backend.AI 클러스터 내부 / 외부 (옵션) 를 대상으로 하는 독립 패키지 저장소 서비스

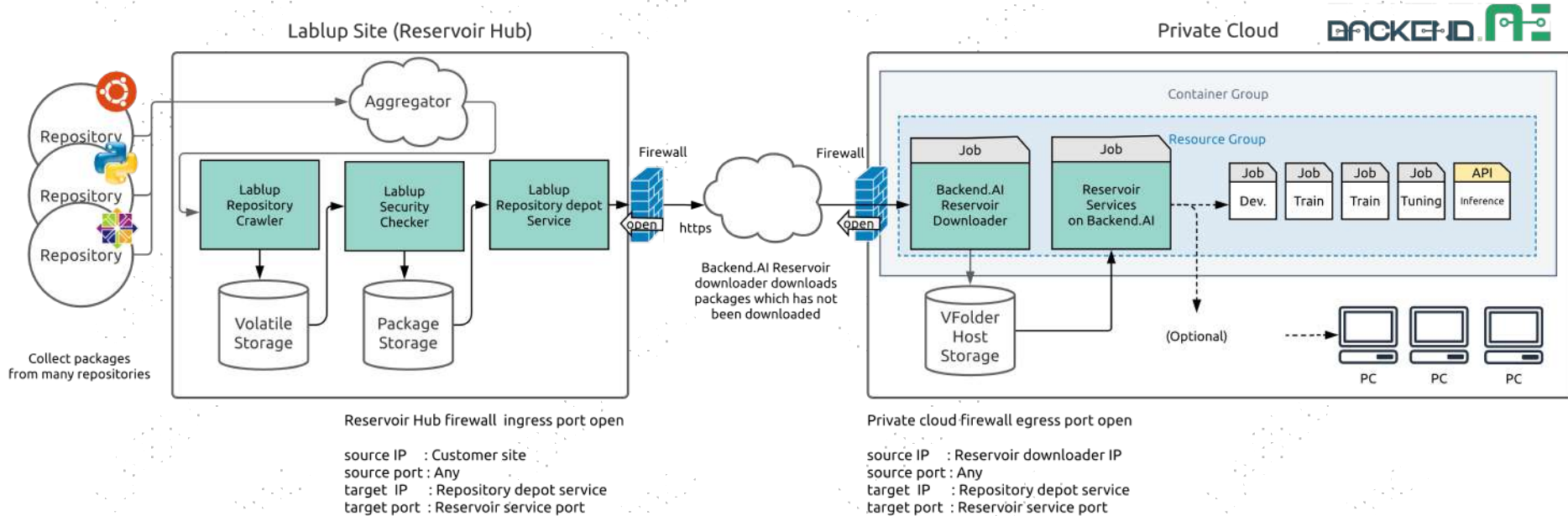


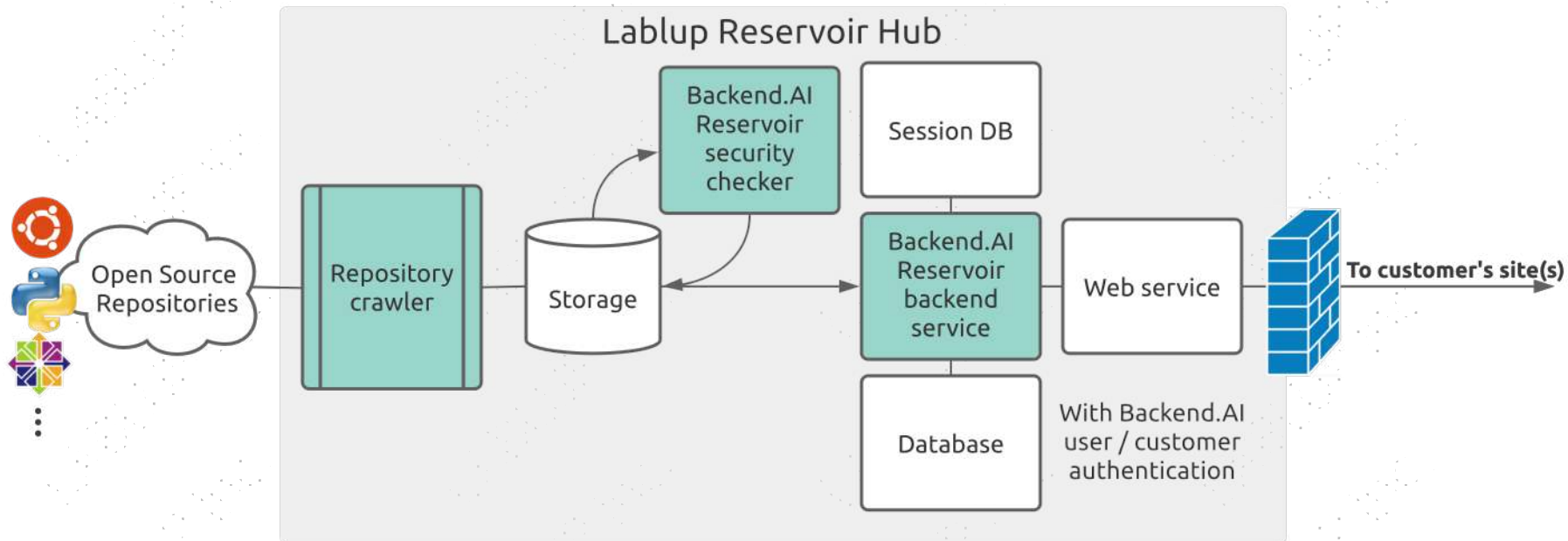
## 17 Backend.AI Reservoir : 기능

- 프로그래밍 언어 / 운영체제를 대상으로 한 패키지 저장소
- Backend.AI 서비스 세션 형태 제공
  - 패키지 저장소를 위한 자원 관리
  - 재시작 및 연산자원 추가 할당을 통한 쉬운 스케일업/다운
- Backend.AI 및 다른 서비스/플랫폼과의 통합
  - Backend.AI 클러스터와의 즉각적인 통합
  - Backend.AI 클러스터 외부 대상의 패키지 저장소 서비스 제공
- 최신 상태 유지
  - Lablup 저장소 허브와의 주기적 동기화를 통한 패키지 최신화 (필요시)



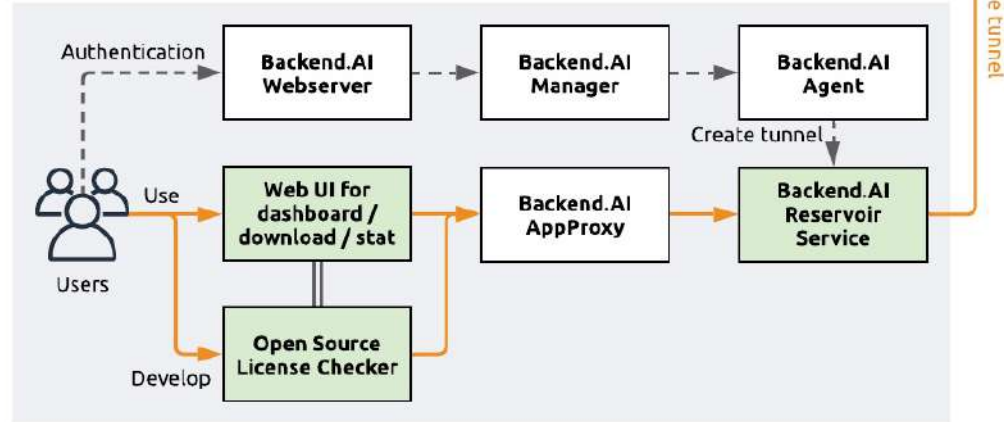
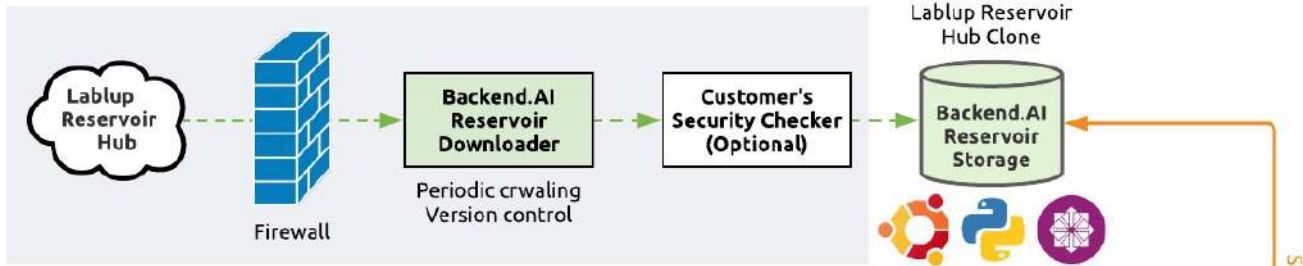
# 18 Backend.AI Reservoir : 전체 설계





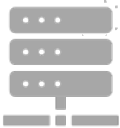
# Backend.AI Reservoir : 상세 구조 (프라이빗 클라우드)

## Reservoir Update



Using the Backend.AI Reservoir with Authentication





### • 올인원 오프라인 사이트 구축

- 고객 사이트의 PC 및 서버는 외부 네트워크가 아닌 내부 네트워크에 있는 패키지 저장소에 액세스 할 수 있음
  - ✓ Python, Ubuntu 및 CentOS
- 오픈소스 패키지 다운로드를 위해 방화벽 예외 추가가 필요 없어짐
  - ✓ Lablup 사이트의 Repository Hub가 인터넷에서 다양한 패키지 세트를 수집 및 보안 확인
  - ✓ 프라이빗 클라우드 사이트의 경우 저장소 동기화를 위해서만 Lablup 사이트에 액세스함
- 오픈소스 라이선스 체크 과정의 일원화
  - ✓ 패키지 반입 과정에서의 사전 체크 파이프라인
  - ✓ 내부에서 개발한 소프트웨어의 오픈소스 라이선스 체크 지원



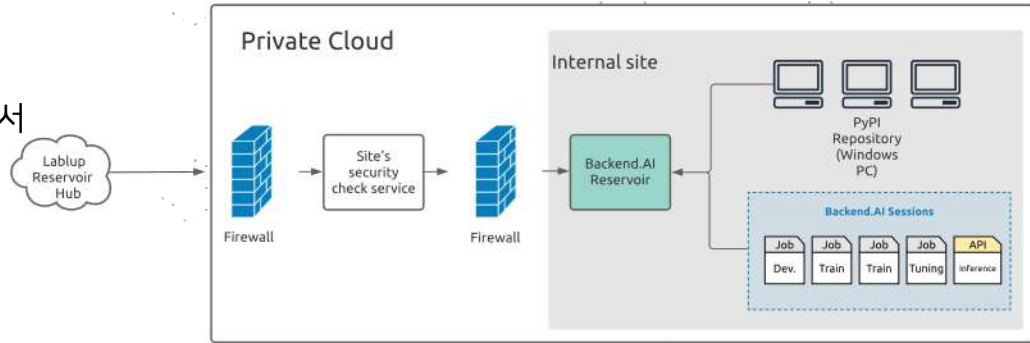
### • 패키지 저장소 캐시 서비스

- 패키지 요청 및 다운로드시의 트래픽 감소
- 외부 연결이 불가능하거나 대역폭이 제한된 경우에도 안정적으로 사용할 수 있는 패키지 저장소 서비스 제공

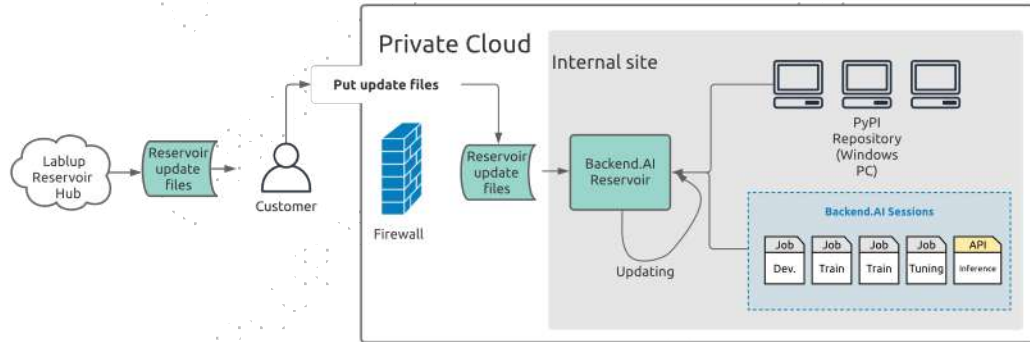


## 22 Backend.AI Reservoir : 사례

- 사용자의 요구사항에 따른 구축 / 업데이트 패턴
- 자동 업데이트 파이프라인 (국내)
  - 자체 보유한 보안 기술을 사용하여 고객 사이트에서 추가 보안 검토가 이루어 져야 Site내로 반입 가능하도록 구축
  - 고객 사 내 Backend.AI session 및 Windows 개발 PC에서 Reservoir 저장소 사용



- 완전 차단망 업데이트 (해외)
  - 외부망과의 직접 연결 지양: 자동 업데이트 불가
  - Update file 공유 후 내부 반입은 고객사 인력에 의해 진행
  - 지정한 특정 위치에 해당 업데이트 파일들을 두면 Reservoir가 업데이트를 수행
  - 고객 사 내 Backend.AI session 및 Windows 개발 PC에서 Reservoir 저장소 사용



# 23 Backend.AI Reservoir : 로드맵

## Alpha

2020.03

### 프로젝트 시작

- 내부 개발 및 테스트
- 저장소 캐시 서비스

2020.07

### v0.1

- 초기 프로토타입
- PyPI 저장소 클론

## Beta

2020.6

### v0.2 릴리즈

- 코드 안정화
- 수동 설치 지원
- Diff 알고리즘 기반 패키지 동기화 지원

2020.10

### v0.3 릴리즈

- Ubuntu 저장소 지원
- CentOS 저장소 지원
- 프로젝트 베타 런칭

## Production

2021.1

### v0.4 릴리즈

- 자동 패키지 수집 Watcher
- DGX OS 저장소 지원
- OS 버전별 패키지 저장소 지원

2021.05

### v21.05 / Enterprise R2

- Downloader / Transferer / Restorer (w/ watcher) 전체 파이프라인 지원
- Downloader에서 향상된 diff 알고리즘

2021.11

### v21.11 / Enterprise R2

- 공식 공개 (예정)
- 클라이언트 측 패키지 버저닝 관리 지원
- 향상된 PyPI 인덱스 캐싱

## Expansion

2022.3

### v22.03 릴리즈

- Backend.AI Control-Panel을 통한 통합 대시보드 지원 (beta)
- 패키지 서버 자원 오토스케일
- Backend.AI Storage-Proxy 서비스 통합



# 감사합니다!



[jshin@lablup.com](mailto:jshin@lablup.com)



<http://facebook.com/jeongkyu.shin>

Lablup Inc.

<https://www.lablup.com>

Backend.AI

<https://www.backend.ai>

Backend.AI GitHub

<https://github.com/lablup/backend.ai>

Backend.AI Cloud

<https://cloud.backend.ai>



## ■ Appendix

---

프라이빗 클라우드 및 air-gapped 클러스터 환경에서의 오픈소스 패키지 배포 및 활용



# Lablup Inc.

Make AI Accessible

## 개요

- 회사 설립일: 2015년 4월 20일
- 투자 유치: 카카오벤처스/스톤브릿지캐피탈 (20억원)

## 독자 기술 및 플랫폼

- 자체 컨테이너 오케스트레이터
- 리눅스 커널 시스템콜 호출 가상화 기술
- 드라이버 레벨의 GPU 분할 가상화 기술
- 하이브리드 클라우드 플랫폼 기술
- 연산 노드간 직결 보안 계층 기술
- 컨테이너 내 실시간 애플리케이션 레이어 조합 기술
- Backend.AI 오픈소스 머신러닝 분산처리 플랫폼 개발
- Python, TensorFlow, aiodocker 및 FreeBSD등 20종 이상의 오픈소스 기여 및 생태계 참여

## 논문 및 특허

- [Biology분야] Park et al., Cell Chemical Biology 25, 57-66 (2018) 외 2편
- [신경과학및딥러닝분야] Hwang et al., Scientific Data 7, 288 (2020) 외 5편 (+1편 심사중)
- [특허] 컨테이너 기반의 GPU 가상화 방법 및 시스템 (10-2032521) (2019) 외 2건

## 대표 레퍼런스



# Lablup Inc. : 연혁

## 연혁

- 2015. 04 창업 / 2015년 6월 엔젤 투자
- 2015. 08 Sorna (연구데이터 처리 및 머신러닝 모델 개발 프레임워크) 초기버전 발표 (PyCon KR 2015)
- 2015. 11 Backend.AI Alpha 및 CodeOnWeb 서비스 베타테스트 시작
- 2016. 03 D.Camp 주최 D.Day 우승 (CodeOnWeb 플랫폼)
- 2016. 12 네이버 D2Startup 지원 스타트업 선정 (기계학습 / 빅데이터 분야)
- 2017. 05 구글 캠퍼스 서울 입주기업 선정 (기계학습 분야)
- 2017. 06 시드 / 시리즈 A 투자 유치 (카카오벤처스 / 스톤브릿지 캐피탈)
- 2017. 11 Backend.AI 정식 버전 공개 / 국가 오픈소스 프로젝트로 소개됨 (한중일 공개SW 포럼)
- 2017. 11 Microsoft Azure Hackfest 공동작업 (Backend.AI + Microsoft R)
- 2018. 01 Google Campus Featured Startup (2017) 선정
- 2018. 03 KEB하나은행 1Q Agile Lab 스타트업 선정
- 2018. 05 NVIDIA Inception Program 가입
- 2018. 06 AWS Partner Network 추천 (Select Tier / Technology Partner)
- 2018. 11 NVIDIA AI Conference Inception Award 우승
- 2019. 01 "Just Model It" 머신러닝 모델링 이벤트 개최 (NVIDIA 지원)
- 2019. 03 NVIDIA GTC 2019 기술 세션 발표
- 2019. 12 대한민국 인터넷 대상 기술혁신부문 과기정통부장관상 수상 / 공개SW 산업발전 유공자 과기정통부장관 표창 수상
- 2020. 10 NVIDIA GTC 2020 기술 세션 발표 (머신러닝 자원 할당 최적화 연구 / Featured Speaker in Korea)
- 2020. 11 과기정통부 부최 대한민국 SW 품질대상 우수상 수상
- 2021. 04 NVIDIA DGX-Ready Software partner (First in Asia Pacific)



# Backend.AI : 제품 포트폴리오

## Cloud

Fits with your needs  
instantly

계산 기반 과학 및 딥러닝  
모델링을 위한  
On-demand GPU  
개발환경 서비스

## Open Source

Get the most out of  
your hardware

자신만의 Backend.AI  
서버팜을 설치하고  
개발할 수 있는  
오픈소스 버전

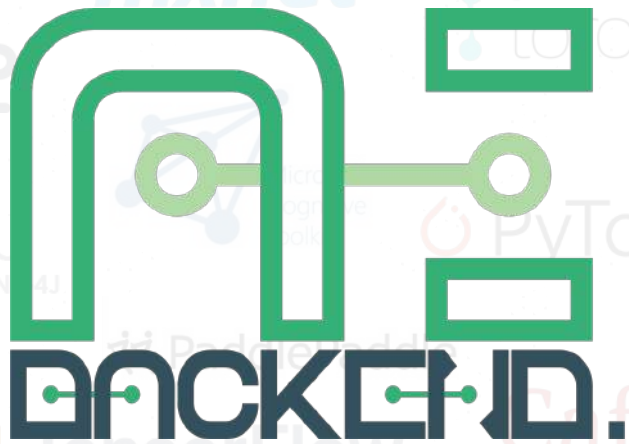
## Enterprise

End-to-end  
ML Infra Manager

대규모 및 고급 기업·  
기관 사용자를 위한  
전용 GPU 클라우드  
구축 솔루션



## AI 프레임워크용 엔터프라이즈 클러스터 백엔드

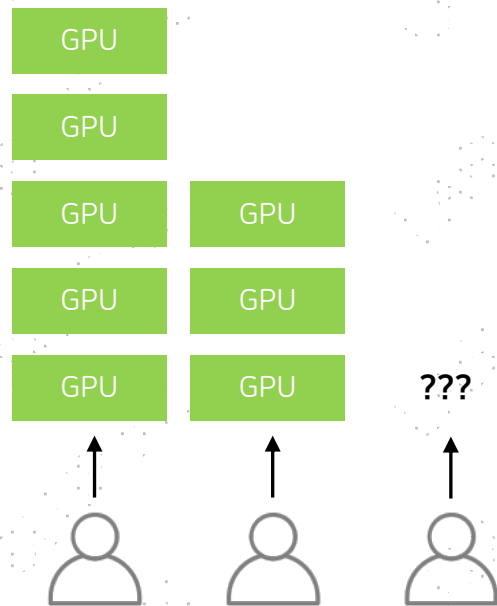


### 차별점 :

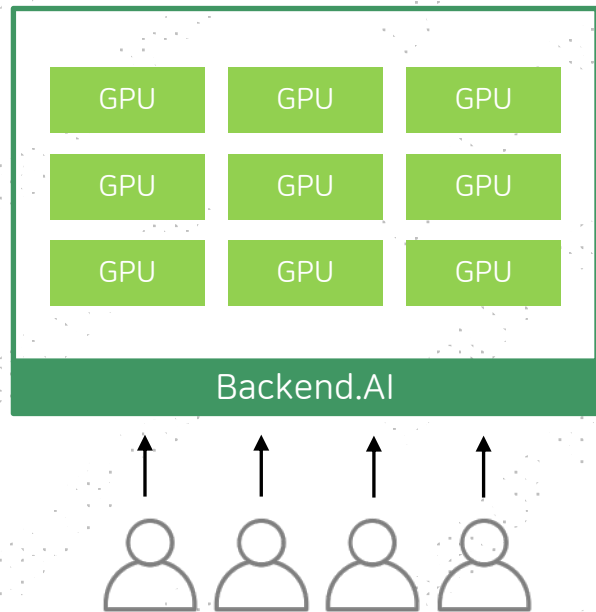
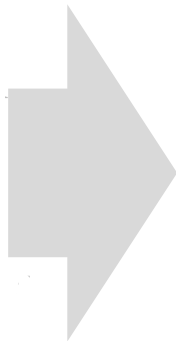
- 분할 GPU 자원 할당 및 공유
- 쉬운 GUI 와 강력한 CLI / SDK 제공
- 훌륭한 관리 편의성과 높은 사용률



# Backend.AI : 개발 목표



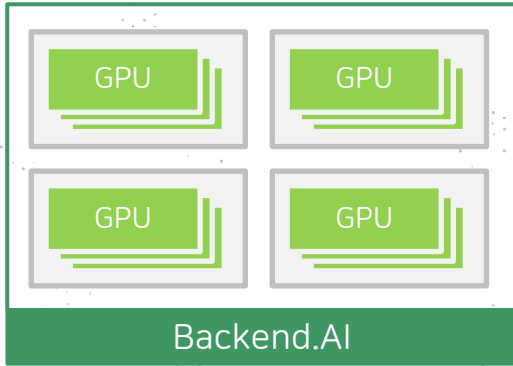
- 관리자가 사용자별로 GPU 할당
- 놀거나 부족한 자원 발생
- SW 유지관리 어려움



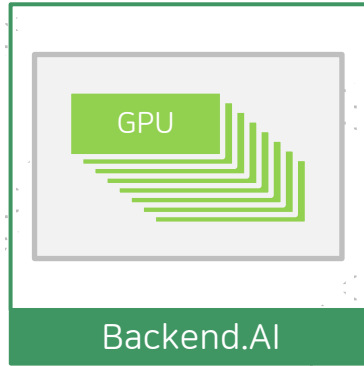
- Backend.AI가 GPU 통합 관리
- 동적으로 그때그때 필요한 만큼만 사용
- 컨테이너 기반으로 표준화된 SW 생태계



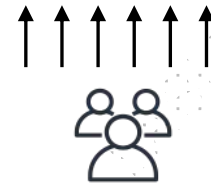
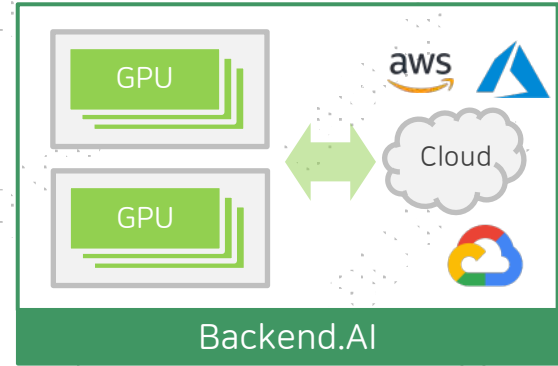
# Backend.AI : 사용 시나리오



GPU 클러스터 구축



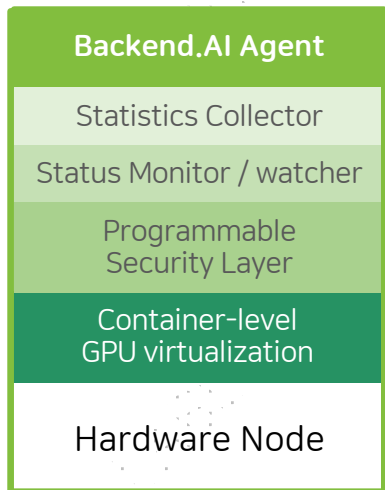
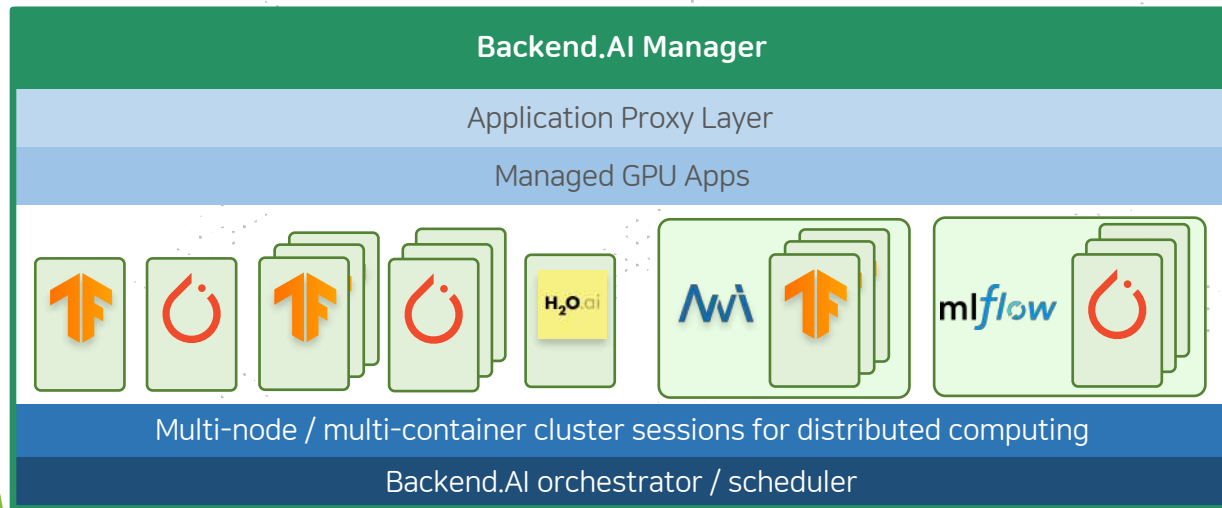
고성능 GPU 공유



클라우드로의 동적 용량 확장

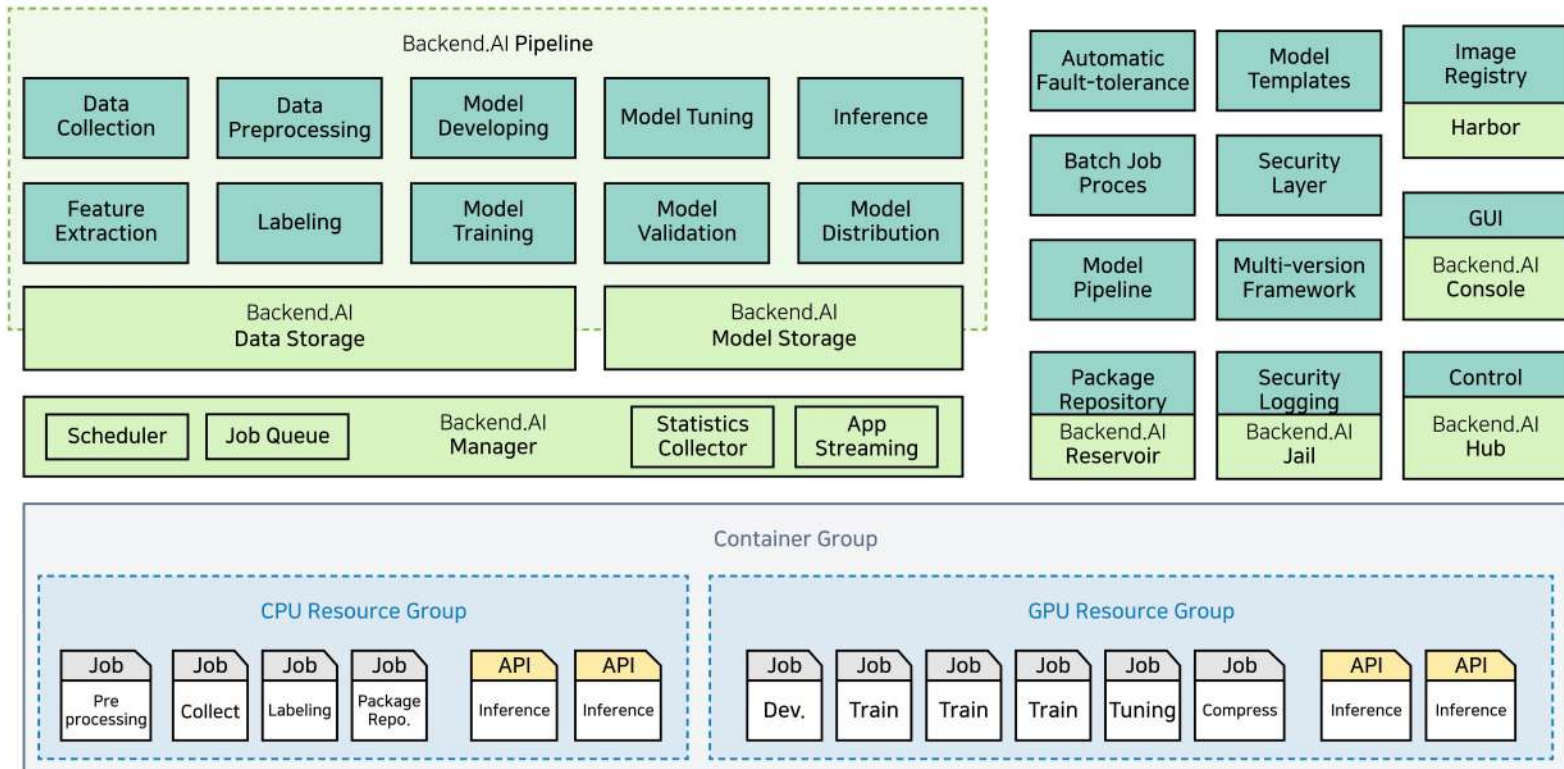


# Backend.AI : 플랫폼



# Backend.AI: 프로덕션 시스템 셋업

## Backend.AI : System Summary



# Backend.AI : 장점

## 성능

- VM 및 Kubernetes 기반 솔루션들 대비 동일 하드웨어로 고성능 달성
- AI, ML, HPC, 수치해석 등 연구 개발에 최적화
- 고성능 컴퓨팅에 특화된 다양한 배치, 자원 할당 및 병목 제거 구현

## 편의성

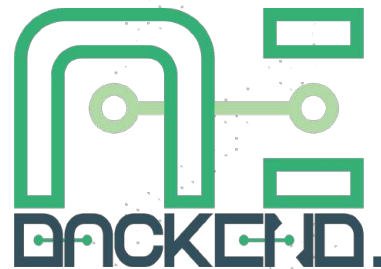
- ML / HPC 전문가들이 직접 만든 플랫폼
- 일관된 플랫폼 GUI (웹 및 데스크탑 앱) / 관리 동작 및 스크립팅을 위한 CLI
- 시스템 관리 컨트롤 패널을 통한 상세한 관리자 제어 기능

## 확장성

- 완전 문서화된 API 및 SDK (Python, Node.js) 제공
- 다양한 GPU 및 머신러닝 가속 H/W 지원<sup>[1]</sup>
- On-Prem에서 Public Cloud, Hybrid 클라우드까지 쉬운 확장

## 비용 절감

- GPU 분할 가상화(Fractional GPU™) 를 통한 고가 GPU의 활용성 증대 및 고가용성 달성
- 더 적은 하드웨어로 동일한 성능, 동일한 하드웨어로 더 높은 성능 제공
- 강력한 장애 대응 (연속성 Fail Over, 쉬운 장애 원인 분석 및 로그 API / 로그 솔루션 통합)



AI / ML / HPC 를

R&D 부터  
Business Service,  
AI Service 추론 및 제공까지

하나의 일관된 플랫폼을 통해

효과적으로 관리

[1] Nvidia CUDA, Nvidia Jetson, AMD ROCm, Google TPU, Google Coral

# Backend.AI : 엔터프라이즈 (Enterprise R2)

	Essential	Pro	Reservoir <span>BETA</span>
대상	교육 기관 및 비영리단체	기업 및 공공기관, 연구소	폐쇄망 운영 기업 / 기관
기능	<ul style="list-style-type: none"><li>ML/AI 개발환경</li><li>웹 UI 및 데스크탑 앱</li><li>개발환경 허브</li><li>관리자 전용 허브</li><li>GPU 분할 가상화™</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Essential 포함</li><li>AutoML 라이브러리 지원</li><li>모델 서비스 <span>BETA</span></li><li>MLOps 파이프라인 <span>BETA</span></li><li>모델/데이터 저장소</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>PyPI 저장소</li><li>APT (Ubuntu, Debian)</li><li>RPM / Yum (CentOS)</li><li>패키지 보안 체크</li><li>패키지 동기화 서비스</li></ul>

