



# **MLOps용 Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP**

NetApp Solutions

NetApp  
December 19, 2024

# 목차

MLOps용 Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP) .....	1
MLOps용 Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP) .....	1
1부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)를 프라이빗 S3 버킷으로 AWS SageMaker에 통합 .....	1
2부 - AWS Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)을 SageMaker에서 모델 훈련을 위한 데이터 소스로 활용 .....	15
3부 - 간소화된 MLOps 파이프라인 구축(CI/CT/CD) .....	24

# MLOps용 Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)

## MLOps용 Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)

이 섹션에서는 FSx ONTAP를 사용하여 MLOps 파이프라인을 구축하는 방법에 대한 포괄적인 단계별 안내를 제공하여 AI 인프라 개발의 실제 적용 사례를 알아봅니다. 세 가지 포괄적인 예시로 구성된 이 강력한 데이터 관리 플랫폼을 통해 MLOps 요구 사항을 충족할 수 있습니다.

- 작성자: \*  
Jian Jian(Ken), NetApp 수석 데이터 및 응용 과학자

이 문서에서는 다음 사항에 중점을 둡니다.

1. "[1부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP\(FSx ONTAP\)를 프라이빗 S3 버킷으로 AWS SageMaker에 통합](#)"
2. "[2부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP\(FSx ONTAP\)을 SageMaker에서 모델 훈련을 위한 데이터 소스로 활용](#)"
3. "[3부 - 간소화된 MLOps 파이프라인 구축\(CI/CT/CD\)](#)"

이 섹션을 마치면 FSx ONTAP를 사용하여 MLOps 프로세스를 간소화하는 방법을 심층적으로 이해하게 될 것입니다.

## 1부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)를 프라이빗 S3 버킷으로 AWS SageMaker에 통합

이 섹션에서는 AWS SageMaker를 사용하여 FSx ONTAP를 프라이빗 S3 버킷으로 구성하는 방법에 대해 설명합니다.

- 작성자: \*  
Jian Jian(Ken), NetApp 수석 데이터 및 응용 과학자

### 소개

SageMaker를 예로 들어 보겠습니다. 이 페이지에서는 FSx ONTAP을 프라이빗 S3 버킷으로 구성하는 방법에 대한 지침을 제공합니다.

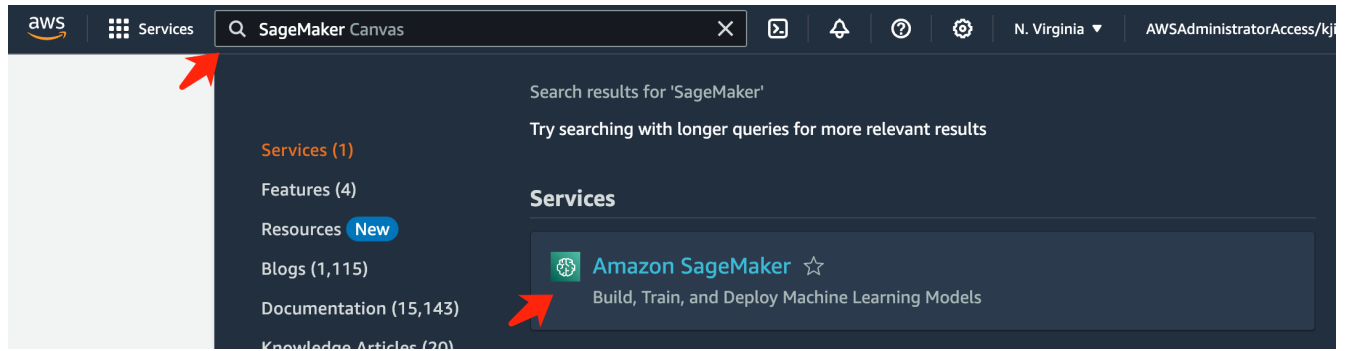
FSx ONTAP에 대한 자세한 내용은 이 프레젠테이션()을 참조하십시오"[비디오 링크](#)".

### 사용 설명서

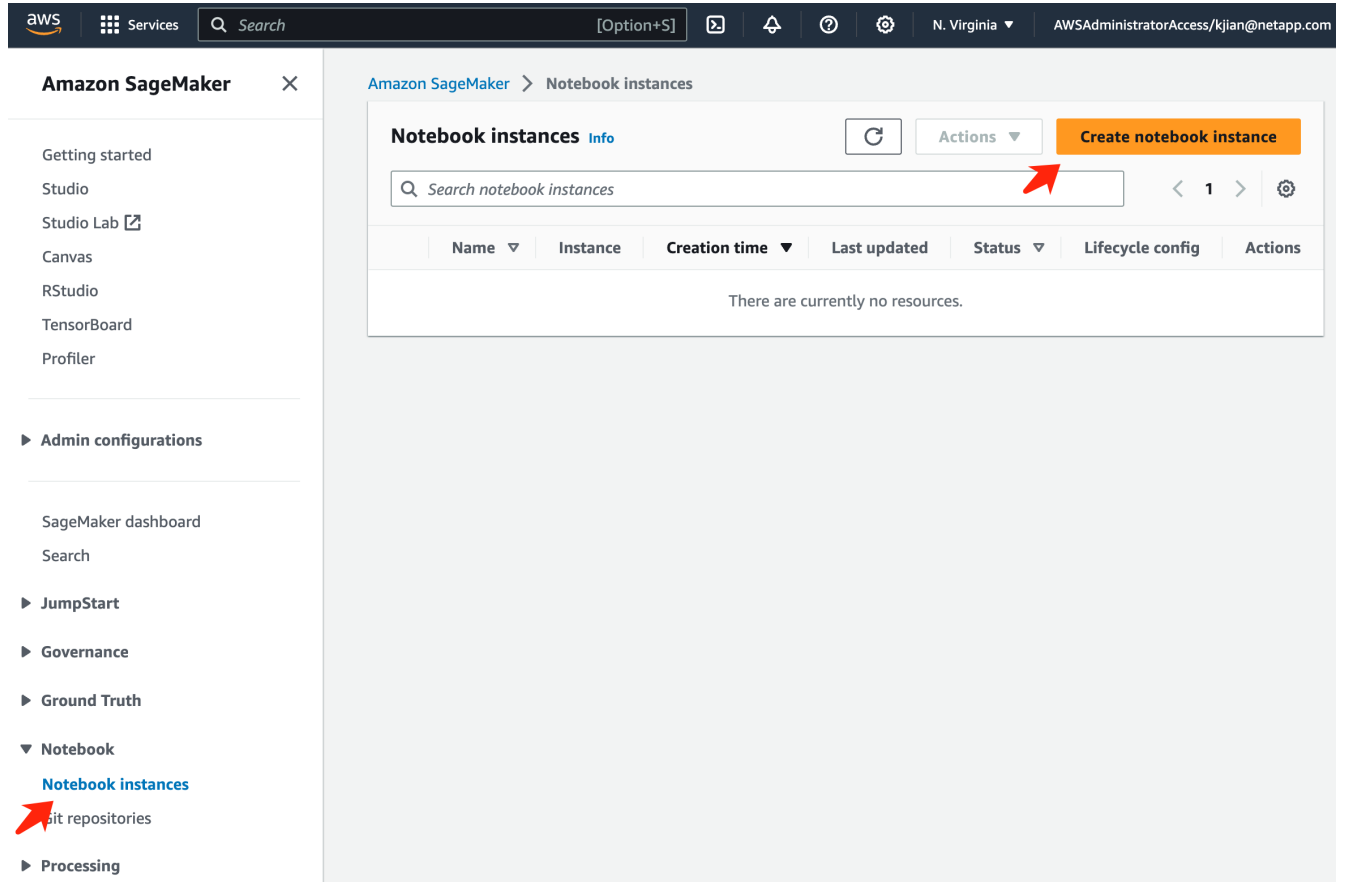
#### 서버 생성

**SageMaker** 전자 필기장 인스턴스를 만듭니다

1. AWS 콘솔을 엽니다. 검색 패널에서 SageMaker를 검색하고 서비스 \* Amazon SageMaker \* 를 클릭합니다.



2. 노트북 탭에서 \* 노트북 인스턴스 \* 를 열고 주황색 버튼 \* 노트북 인스턴스 만들기 \* 를 클릭합니다.



3. 생성 페이지에서 \* Notebook instance name \* 을 입력합니다. \* Network \* 패널을 확장하면 다른 항목은 기본값으로 두고 \* VPC \* , \* Subnet \* 및 \* Security group(s) \* 을 선택합니다. (이 \* VPC \* 및 \* 서브넷 \* 은 나중에 FSx ONTAP 파일 시스템을 생성하는 데 사용됩니다.) 오른쪽 하단에 있는 주황색 버튼 \* 노트북 인스턴스 생성 \* 을 클릭합니다.

Amazon SageMaker > Notebook instances > Create notebook instance

## Create notebook instance

Amazon SageMaker provides pre-built fully managed notebook instances that run Jupyter notebooks. The notebook instances include example code for common model training and hosting exercises. [Learn more](#)

### Notebook instance settings

Notebook instance name  
fsxn-demo  
Maximum of 63 alphanumeric characters. Can include hyphens (-), but not spaces. Must be unique within your account in an AWS Region.

Notebook instance type  
ml.t3.medium

Elastic Inference [Learn more](#)  
none

Platform identifier [Learn more](#)  
Amazon Linux 2, Jupyter Lab 3

▶ Additional configuration

### Permissions and encryption

IAM role  
Notebook instances require permissions to call other services including SageMaker and S3. Choose a role or let us create a role with the [AmazonSageMakerFullAccess](#) IAM policy attached.  
AmazonSageMakerServiceCatalogProductsUseRole

Create role using the role creation wizard

Root access - optional  
 Enable - Give users root access to the notebook  
 Disable - Don't give users root access to the notebook  
Lifecycle configurations always have root access

Encryption key - optional  
Encrypt your notebook data. Choose an existing KMS key or enter a key's ARN.  
No Custom Encryption

### Network - optional

VPC - optional  
Default vpc-0df3956ab1fca2ec9 (172.31.0.0/16)

Subnet  
Choose a subnet in an availability zone supported by Amazon SageMaker.  
subnet-00060df0d0f562672 (172.31.16.0/20) | us-east-1a

Security group(s)  
sg-0a39b3985770e9256 (default) X

Direct internet access  
 Enable — Access the internet directly through Amazon SageMaker  
 Disable — Access the internet through a VPC  
To train or host models from a notebook, you need internet access. To enable internet access, make sure that your VPC has a NAT gateway and your security group allows outbound connections. [Learn more](#)

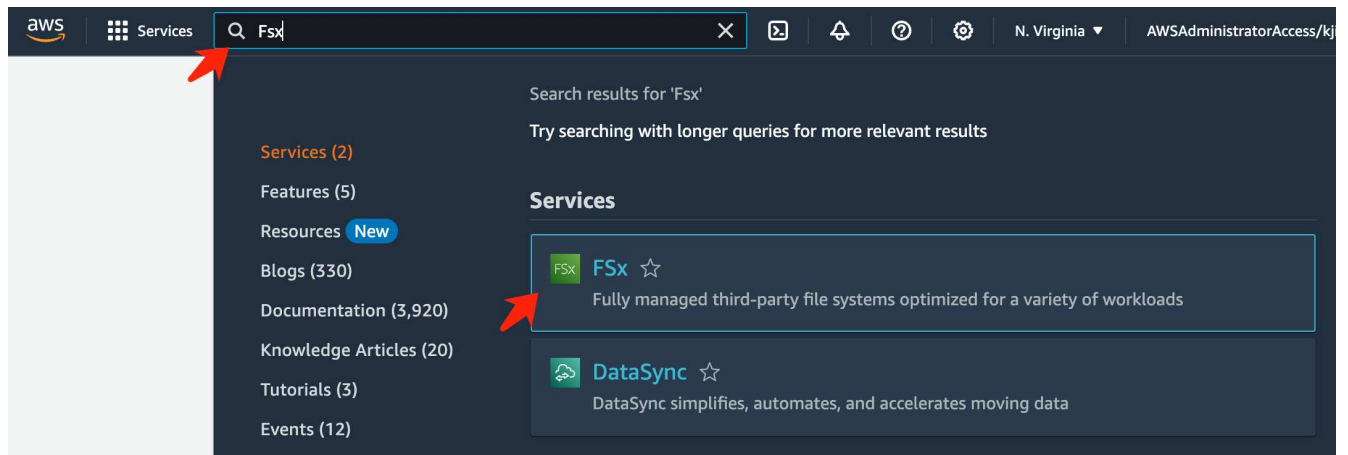
▶ Git repositories - optional

▶ Tags - optional

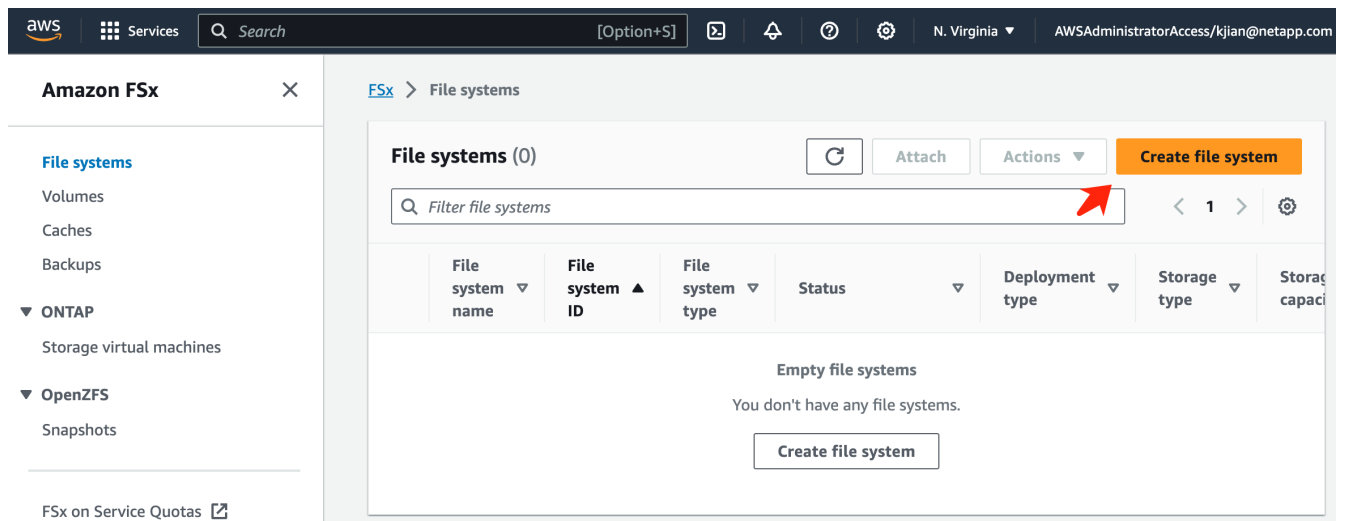
Cancel Create notebook instance

FSx ONTAP 파일 시스템을 생성합니다

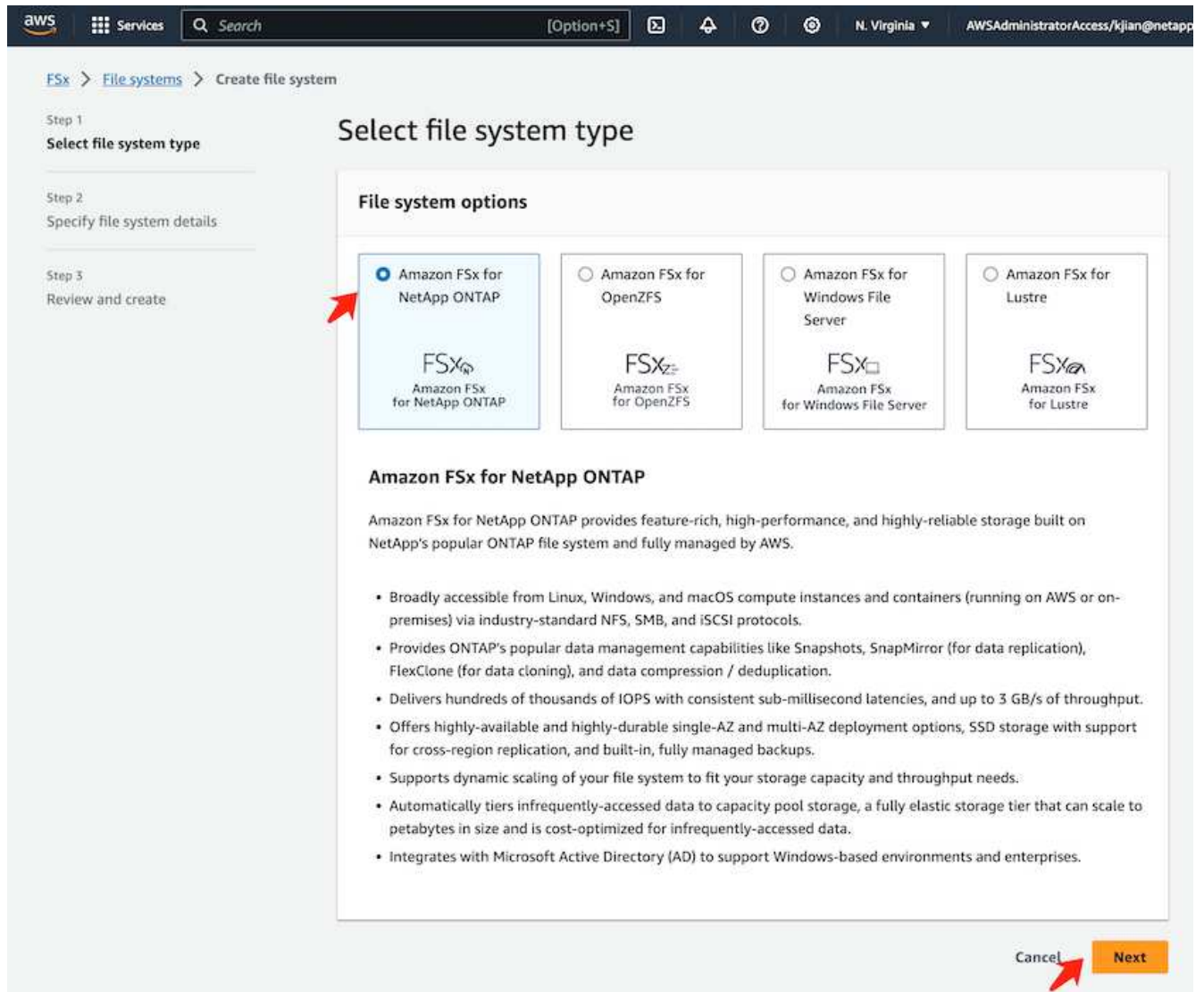
1. AWS 콘솔을 엽니다. 검색 패널에서 FSX를 검색하고 서비스 \* FSx \* 를 클릭합니다.



2. Create file system \* 을 클릭합니다.

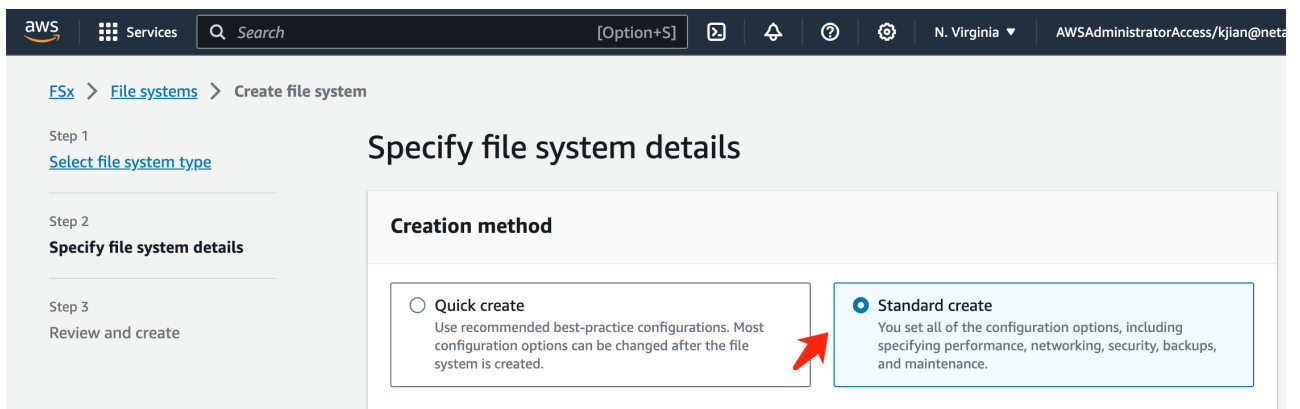


3. 첫 번째 카드 \* FSx ONTAP \* 를 선택하고 \* Next \* 를 클릭합니다.



#### 4. 세부 정보 구성 페이지

a. 표준 생성 \* 옵션을 선택합니다.



b. 파일 시스템 이름 \* 과 \* SSD 스토리지 용량 \* 을 입력합니다.

## File system details

File system name - optional [Info](#)

fsxn-demo

Maximum of 256 Unicode letters, whitespace, and numbers, plus + - = . \_ : /

Deployment type [Info](#)

- Multi-AZ  
 Single-AZ

SSD storage capacity [Info](#)

1024 GiB

Minimum 1024 GiB; Maximum 192 TiB.

Provisioned SSD IOPS

Amazon FSx provides 3 IOPS per GiB of storage capacity. You can also provision additional SSD IOPS as needed.

- Automatic (3 IOPS per GiB of SSD storage)  
 User-provisioned

Throughput capacity [Info](#)

The sustained speed at which the file server hosting your file system can serve data. The file server can also burst to higher speeds for periods of time.

- Recommended throughput capacity  
128 MB/s  
 Specify throughput capacity

c. SageMaker Notebook \* 인스턴스와 동일한 \* VPC \* 및 \* 서브넷 \* 을 사용해야 합니다.



## Network & security

**Virtual Private Cloud (VPC)** | [Info](#)  
Specify the VPC from which your file system is accessible.

vpc-0df3956ab1fca2ec9 (CIDR: 172.31.0.0/16) ▼

**VPC Security Groups** | [Info](#)  
Specify VPC Security Groups to associate with your file system's network interfaces.

Choose VPC security group(s) ▼

sg-0a39b3985770e9256 (default) ✕

**Preferred subnet** | [Info](#)  
Specify the preferred subnet for your file system.

subnet-00060df0d0f562672 (us-east-1a | use1-az4) ▼

**Standby subnet**

subnet-02b029f24d03a4af2 (us-east-1b | use1-az6) ▼

**VPC route tables** | [Info](#)  
Specify the VPC route tables to associate with your file system.

VPC's main route table

Select one or more VPC route tables

**Endpoint IP address range** | [Info](#)  
Specify the IP address range in which the endpoints to access your file system will be created

Unallocated IP address range from your VPC  
Simplest option for access from other AWS services or peered / on-premises networks

Floating IP address range outside your VPC

Enter an IP address range

d. 스토리지 가상 머신 \* 이름을 입력하고 \* SVM(스토리지 가상 머신)에 대한 암호 \* 를 지정합니다.

### Default storage virtual machine configuration

Storage virtual machine name [Info](#)

fsxn-svm-demo

**SVM administrative password**  
 Password for this SVM's "vsadmin" user, which you can use to access the ONTAP CLI or REST API. You can provide a password later if you don't provide one now.

Don't specify a password

Specify a password

**Password**

.....

**Confirm password**

.....

**Volume security style**  
 The security style of the volume determines whether preference is given to NTFS or UNIX ACLs for multi-protocol access. The MIXED mode is not required for multi-protocol access and is only recommended for advanced users.

Unix (Linux) ▼

**Active Directory**  
 Joining an Active Directory enables access from Windows and MacOS clients over the SMB protocol.

Do not join an Active Directory

Join an Active Directory

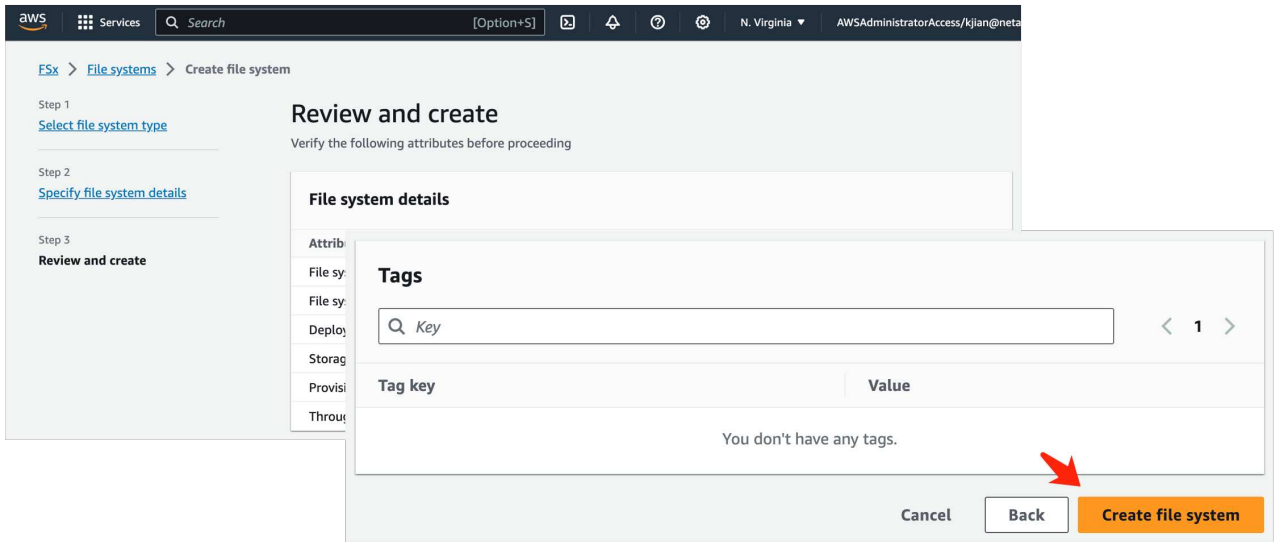
e. 다른 항목은 기본값으로 두고 오른쪽 하단에 있는 주황색 버튼 \* Next \* 를 클릭합니다.

▶ **Backup and maintenance - optional**

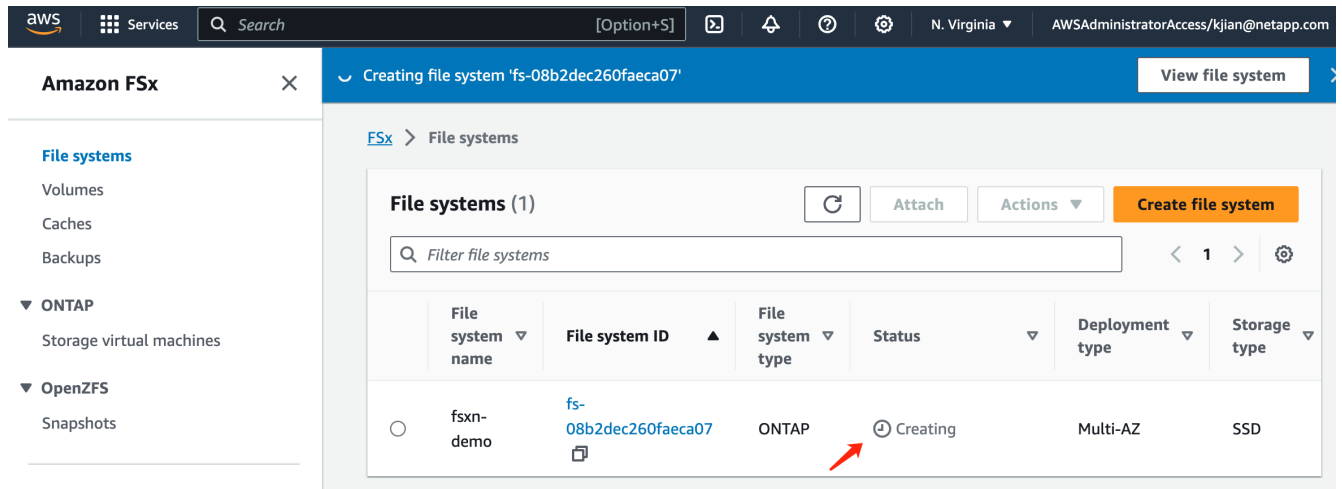
▶ **Tags - optional**

Cancel **Back** **Next**

f. 검토 페이지 오른쪽 아래에 있는 주황색 버튼 \* 파일 시스템 생성 \* 을 클릭합니다.



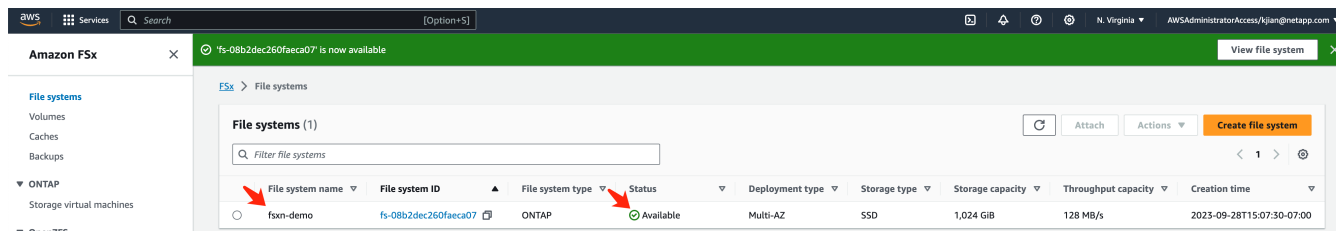
5. FSx 파일 시스템을 구동하는 데 약 \* 20-40분 \* 정도 걸릴 수 있습니다.



서버 구성

ONTAP 구성

1. 생성된 FSx 파일 시스템을 엽니다. 상태가 \* 사용 가능 \* 인지 확인하십시오.



2. 관리 \* 탭을 선택하고 \* 관리 끝점 - IP 주소 \* 및 \* ONTAP 관리자 사용자 이름 \* 을 유지합니다.

**fsxn-demo (fs-08b2dec260faeca07)** Attach Actions

**Summary**

File system ID fs-08b2dec260faeca07	SSD storage capacity 1024 GiB <span>Update</span>	Availability Zones us-east-1a (Preferred) <span>Copy</span> us-east-1b (Standby) <span>Copy</span>
Lifecycle state Creating	Throughput capacity 128 MB/s <span>Update</span>	Creation time 2023-09-28T14:41:50-07:00
File system type ONTAP	Provisioned IOPS 3072 <span>Update</span>	
Deployment type Multi-AZ		

**ONTAP administration**

Management endpoint - DNS name management.fs-08b2dec260faeca07.fsx.us-east-1.amazonaws.com <span>Copy</span>	Management endpoint - IP address 172.31.255.250 <span>Copy</span>	ONTAP administrator username fsxadmin <span>Copy</span>
Inter-cluster endpoint - DNS name intercluster.fs-08b2dec260faeca07.fsx.us-east-1.amazonaws.com <span>Copy</span>	Inter-cluster endpoint - IP address 172.31.31.157 <span>Copy</span>	ONTAP administrator password <span>Update</span>

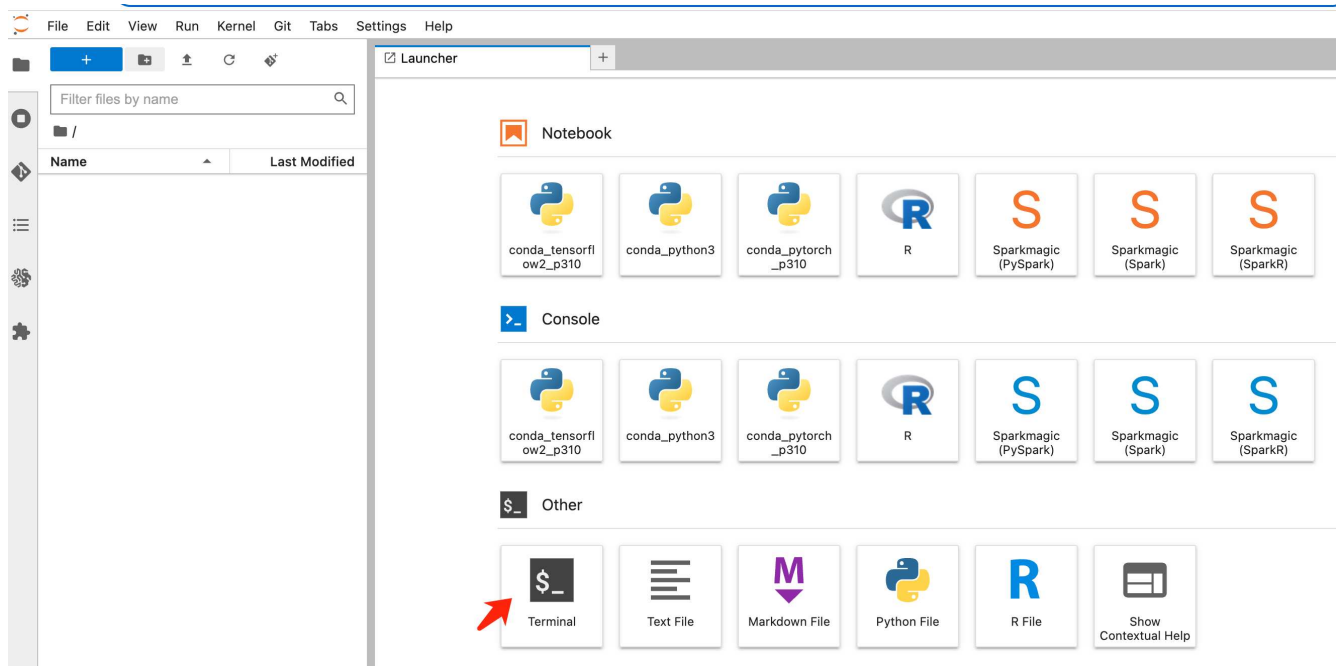
3. 생성된 \* SageMaker Notebook Instance \* 를 열고 \* Open JupyterLab \* 을 클릭합니다.

**Amazon SageMaker** > Notebook instances

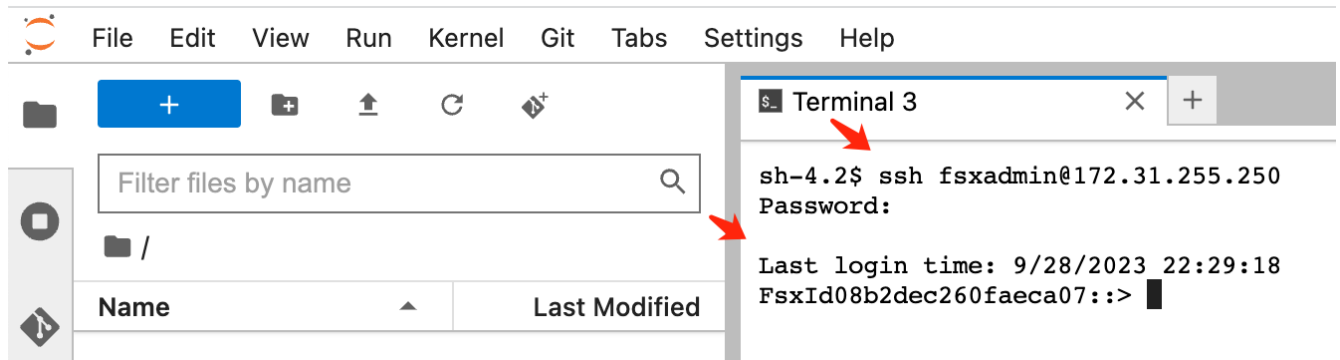
**Notebook instances** Info Refresh Actions Create notebook instance

Name	Instance	Creation time	Last updated	Status	Lifecycle config	Actions
fsxn-demo	ml.t3.medium	9/28/2023, 1:47:27 PM	9/28/2023, 1:50:28 PM	InService		<a href="#">Open Jupyter</a>   <a href="#">Open JupyterLab</a>

4. Jupyter Lab 페이지에서 새 \* Terminal \* 을 엽니다.



- ssh 명령 `ssh <admin 사용자 이름> @ <ONTAP server IP>` 를 입력하여 FSx ONTAP 파일 시스템에 로그인합니다. (사용자 이름 및 IP 주소는 2단계에서 검색됨) \* 스토리지 가상 시스템 \* 을 생성할 때 사용한 암호를 사용하십시오.



- 명령을 다음 순서로 실행합니다. FSx ONTAP 전용 S3 버킷 이름 \* 의 이름으로 \* fsxn-ONTAP \* 을 사용합니다. vserver \* 인수에 \* 스토리지 가상 머신 이름 \* 을 사용하십시오.

```

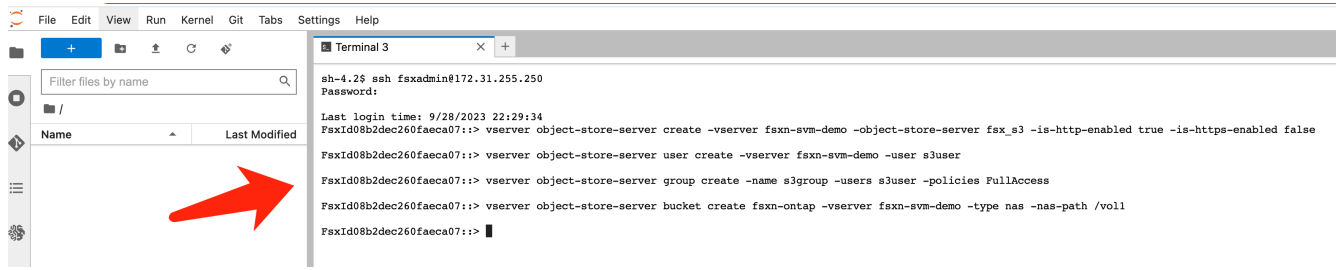
vserver object-store-server create -vserver fsxn-svm-demo -object-store
-server fsx_s3 -is-http-enabled true -is-https-enabled false

vserver object-store-server user create -vserver fsxn-svm-demo -user
s3user

vserver object-store-server group create -name s3group -users s3user
-policies FullAccess

vserver object-store-server bucket create fsxn-ontap -vserver fsxn-svm-
demo -type nas -nas-path /vol1

```



7. 아래 명령을 실행하여 FSx ONTAP 프라이빗 S3에 대한 엔드포인트 IP 및 자격 증명을 검색합니다.

```

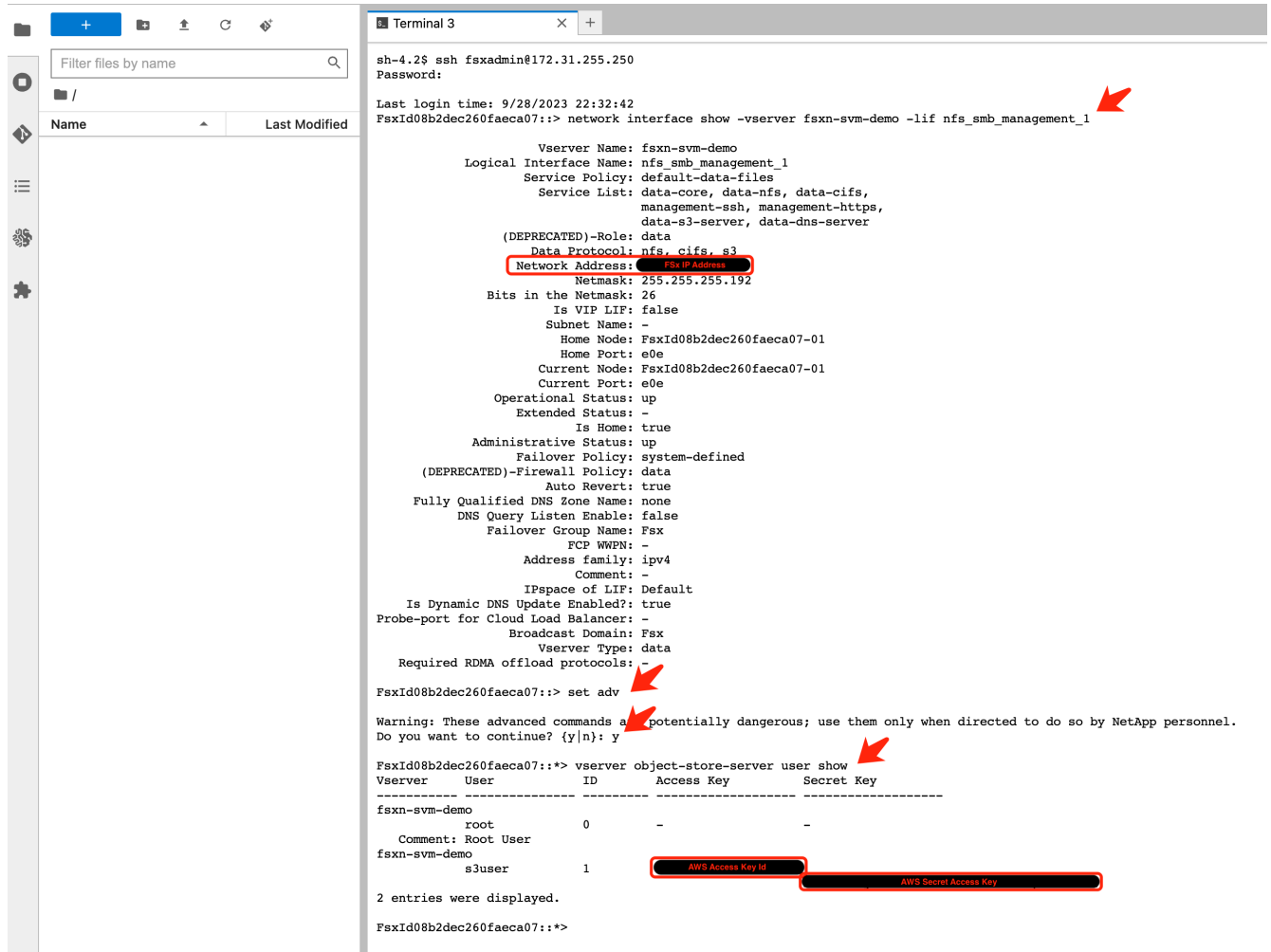
network interface show -vsverer fsxn-svm-demo -lif nfs_smb_management_1

set adv

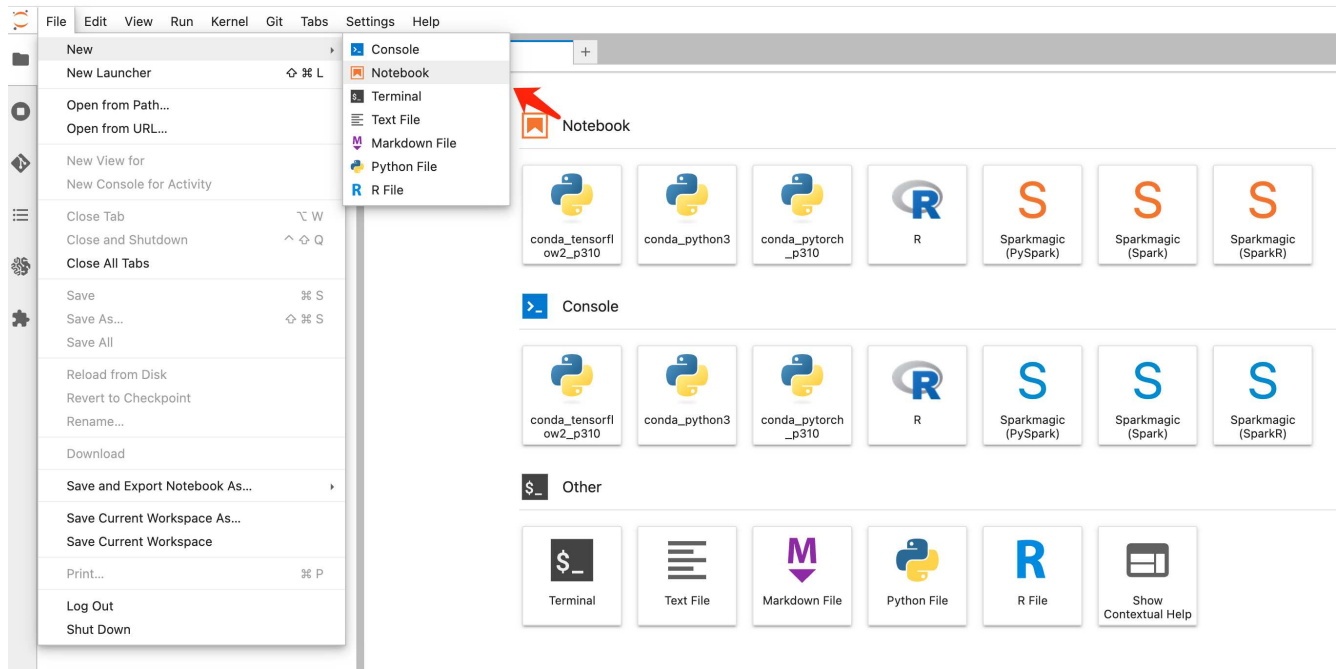
vsverer object-store-server user show

```

8. 나중에 사용할 수 있도록 끝점 IP 및 자격 증명을 유지합니다.



1. SageMaker Notebook 인스턴스에서 새 Jupyter 노트북을 만듭니다.



2. 아래 코드를 사용하여 FSx ONTAP 프라이빗 S3 버킷에 파일을 업로드하는 해결 방법으로 사용하십시오. 포괄적인 코드 예제는 이 노트북을 참조하십시오. "fsxn\_demo.ipynb"를 참조하십시오

```
# Setup configurations
# ----- Manual configurations -----
seed: int = 77 # Random
seed
bucket_name: str = 'fsxn-ontap' # The bucket
name in ONTAP
aws_access_key_id = '<Your ONTAP bucket key id>' # Please get
this credential from ONTAP
aws_secret_access_key = '<Your ONTAP bucket access key>' # Please get
this credential from ONTAP
fsx_endpoint_ip: str = '<Your FSx ONTAP IP address>' # Please get
this IP address from FSx ONTAP
# ----- Manual configurations -----

# Workaround
## Permission patch
!mkdir -p voll
!sudo mount -t nfs $fsx_endpoint_ip:/voll /home/ec2-user/SageMaker/voll
!sudo chmod 777 /home/ec2-user/SageMaker/voll

## Authentication for FSx ONTAP as a Private S3 Bucket
!aws configure set aws_access_key_id $aws_access_key_id
```

```

!aws configure set aws_secret_access_key $aws_secret_access_key

## Upload file to the FSx ONTAP Private S3 Bucket
%%capture
local_file_path: str = <Your local file path>

!aws s3 cp --endpoint-url http://$fsx_endpoint_ip /home/ec2-user
/SageMaker/$local_file_path s3://$bucket_name/$local_file_path

# Read data from FSx ONTAP Private S3 bucket
## Initialize a s3 resource client
import boto3

# Get session info
region_name = boto3.session.Session().region_name

# Initialize Fsx S3 bucket object
# --- Start integrating SageMaker with FSXN ---
# This is the only code change we need to incorporate SageMaker with
FSXN
s3_client: boto3.client = boto3.resource(
    's3',
    region_name=region_name,
    aws_access_key_id=aws_access_key_id,
    aws_secret_access_key=aws_secret_access_key,
    use_ssl=False,
    endpoint_url=f'http://{fsx_endpoint_ip}',
    config=boto3.session.Config(
        signature_version='s3v4',
        s3={'addressing_style': 'path'}
    )
)
# --- End integrating SageMaker with FSXN ---

## Read file byte content
bucket = s3_client.Bucket(bucket_name)

binary_data = bucket.Object(data.filename).get()['Body']

```

이것으로 FSx ONTAP와 SageMaker 인스턴스 간의 통합을 마치겠습니다.

## 유용한 디버깅 체크리스트

- SageMaker 노트북 인스턴스와 FSx ONTAP 파일 시스템이 동일한 VPC에 있는지 확인합니다.
- ONTAP에서 \* set dev \* 명령을 실행하여 권한 수준을 \* dev \* 로 설정해야 합니다.



## FAQ(2023년 9월 27일 기준)

Q: 파일을 FSx ONTAP에 업로드할 때 "\*" CreateMultipartUpload 작업을 호출할 때 오류가 발생했습니다(구현되지 않음). 요청한 S3 명령이 구현되지 않았습니까 \* " 오류가 발생하는 이유는 무엇입니까?

A: 전용 S3 버킷으로, FSx ONTAP는 최대 100MB의 파일 업로드를 지원합니다. S3 프로토콜을 사용할 때는 100MB 이상의 파일을 100MB 청크로 나누고 'CreateMultipartUpload' 기능을 호출한다. 그러나 현재 FSx ONTAP 프라이빗 S3의 구현에서는 이 기능을 지원하지 않습니다.

Q: 파일을 FSx ONTAP에 업로드할 때 "\*" PutObject 작업을 호출할 때 오류가 발생했습니다(액세스 거부). \* " 오류가 발생하는 이유는 무엇입니까?

A: SageMaker 노트북 인스턴스에서 FSx ONTAP 프라이빗 S3 버킷에 액세스하려면 AWS 자격 증명을 FSx ONTAP 자격 증명으로 전환합니다. 그러나 인스턴스에 쓰기 권한을 부여하려면 버킷을 마운트하고 'chmod' 셸 명령을 실행하여 권한을 변경하는 해결 방법이 필요합니다.

Q: FSx ONTAP 전용 S3 버킷을 다른 SageMaker ML 서비스와 어떻게 통합할 수 있습니까?

A: 안타깝게도 SageMaker 서비스 SDK는 전용 S3 버킷의 끝점을 지정하는 방법을 제공하지 않습니다. 따라서 FSx ONTAP S3는 Sagemaker 데이터 랭글러, Sagemaker Clarify, Sagemaker 글루, Sagemaker Athena, Sagemaker AutoML 등의 SageMaker 서비스와 호환되지 않습니다.

## 2부 - AWS Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)을 SageMaker에서 모델 훈련을 위한 데이터 소스로 활용

이 문서는 특히 타이어 품질 분류 프로젝트를 위해 SageMaker에서 PyTorch 모델을 훈련하기 위해 Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)를 사용하는 방법에 대한 자습서입니다.

- 작성자: \*  
Jian Jian(Ken), NetApp 수석 데이터 및 응용 과학자

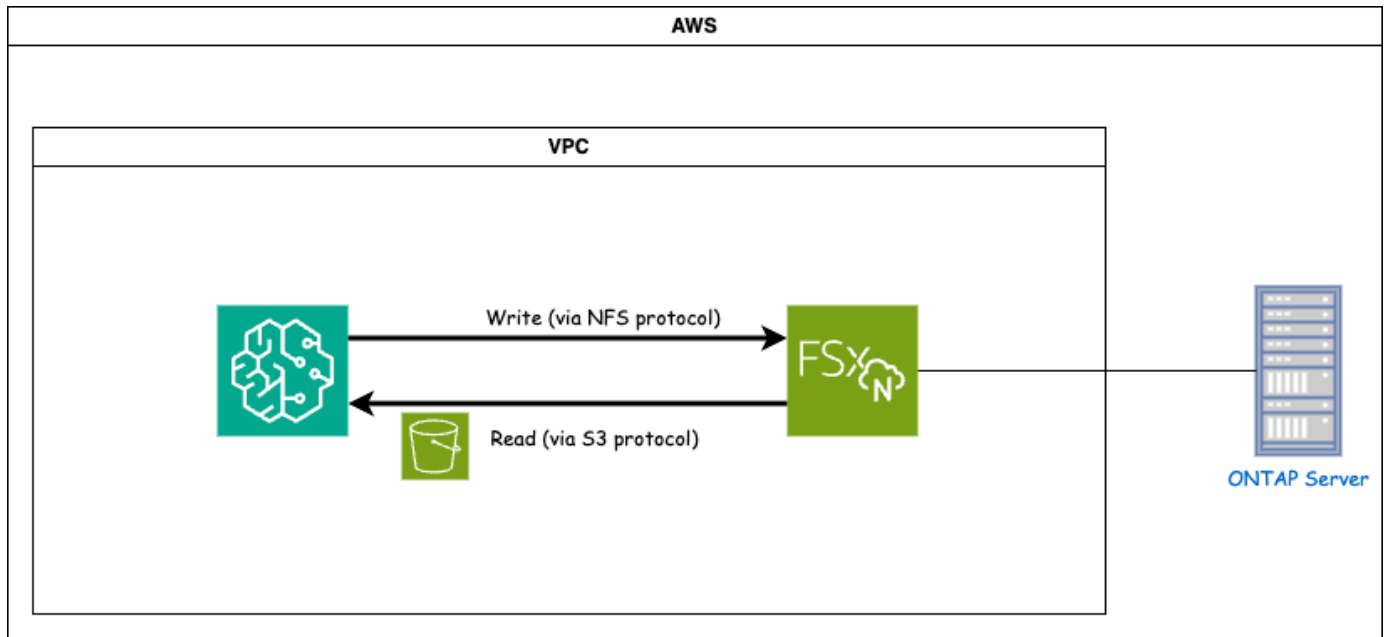
### 소개

이 자습서는 SageMaker 환경 내에서 FSx ONTAP를 데이터 소스로 활용하는 ML 모델을 구축하는 실무 경험을 제공하여 컴퓨터 비전 분류 프로젝트의 실용적인 예를 제공합니다. 이 프로젝트는 딥 러닝 프레임워크인 PyTorch를 사용하여 타이어 이미지를 기준으로 타이어 품질을 분류하는 데 초점을 맞추고 있습니다. Amazon SageMaker의 데이터 소스로 FSx ONTAP를 사용하는 머신 러닝 모델 개발을 강조합니다.

### FSx ONTAP이란

Amazon FSx ONTAP은 AWS에서 제공하는 완전 관리형 스토리지 솔루션입니다. NetApp의 ONTAP 파일 시스템을 활용하여 안정적인 고성능 스토리지를 제공합니다. NFS, SMB, iSCSI와 같은 프로토콜을 지원하여 다양한 컴퓨팅 인스턴스 및 컨테이너에서 원활하게 액세스할 수 있습니다. 이 서비스는 뛰어난 성능을 제공하여 빠르고 효율적인 데이터 운영을 보장하도록 설계되었습니다. 또한 높은 가용성과 내구성을 제공하여 데이터에 계속 액세스하고 보호할 수 있습니다. 또한 Amazon FSx ONTAP의 스토리지 용량은 확장되므로 필요에 따라 쉽게 조정할 수 있습니다.

### 필수 구성 요소



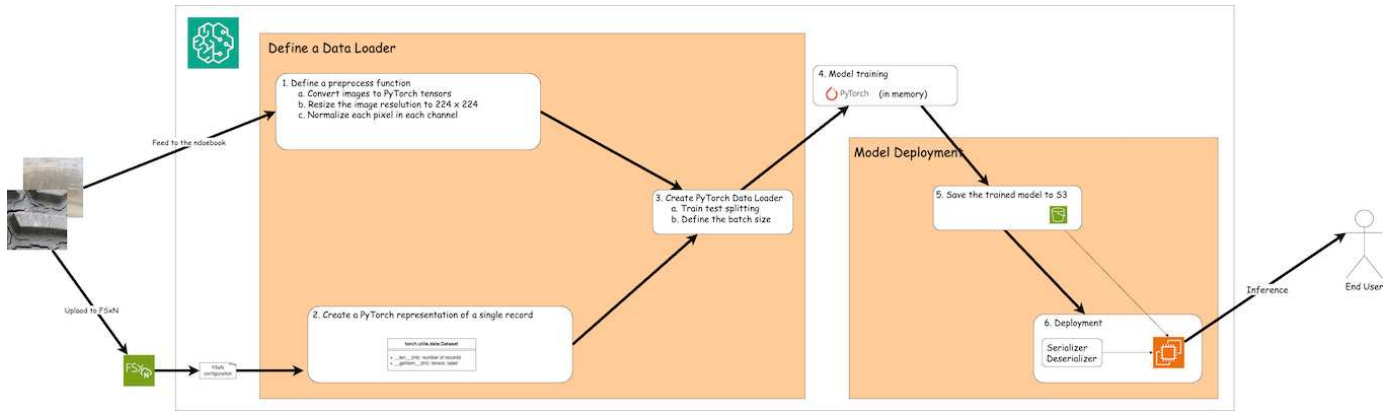
FSx ONTAP(Amazon FSx ONTAP)은 AWS 스토리지 서비스입니다. NetApp ONTAP 시스템에서 실행 중인 파일 시스템과 이 시스템에 연결하는 AWS 관리형 SVM(시스템 가상 머신)이 포함됩니다. 제공된 다이어그램에서 AWS가 관리하는 NetApp ONTAP 서버는 VPC 외부에 있습니다. SVM은 SageMaker와 NetApp ONTAP 시스템 간의 매개 변수 역할을 하여 SageMaker로부터 작업 요청을 받아 기본 스토리지로 전달합니다. FSx ONTAP에 액세스하려면 SageMaker를 FSx ONTAP 배포와 동일한 VPC 내에 배치해야 합니다. 이 구성은 SageMaker와 FSx ONTAP 간의 통신 및 데이터 액세스를 보장합니다.

### 데이터 액세스

실제 시나리오에서 데이터 과학자는 일반적으로 FSx ONTAP에 저장된 기존 데이터를 활용하여 머신 러닝 모델을 구축합니다. 하지만 데모를 위해 FSx ONTAP 파일 시스템은 생성 후 처음 비어 있으므로 교육 데이터를 수동으로 업로드해야 합니다. 이렇게 하려면 FSx ONTAP를 SageMaker의 볼륨으로 마운트하면 됩니다. 파일 시스템이 성공적으로 마운트되면 데이터 세트를 마운트된 위치에 업로드하여 SageMaker 환경 내에서 모델을 교육하기 위해 액세스할 수 있습니다. 이 접근 방식을 통해 SageMaker와 협력하여 모델 개발 및 교육을 위해 FSx ONTAP의 스토리지 용량과 기능을 활용할 수 있습니다.

데이터 읽기 프로세스에는 FSx ONTAP를 프라이빗 S3 버킷으로 구성하는 작업이 포함됩니다. 자세한 구성 지침은 [참조하십시오 "1부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP\(FSx ONTAP\)을 프라이빗 S3 버킷으로 AWS SageMaker에 통합"](#)

### 통합 개요



FSx ONTAP의 교육 데이터를 사용하여 SageMaker에서 딥 러닝 모델을 구축하는 워크플로는 데이터 Loader 정의, 모델 교육, 구축의 세 가지 주요 단계로 요약할 수 있습니다. 개략적으로 보면 이러한 단계는 MLOps 파이프라인의 토대가 됩니다. 그러나 각 단계에는 포괄적인 구현을 위한 몇 가지 세부 하위 단계가 포함됩니다. 이러한 하위 단계에는 데이터 전처리, 데이터 세트 분할, 모델 구성, 하이퍼파라미터 조정, 모델 평가, 모델 구축을 지원합니다. 이러한 단계는 SageMaker 환경 내에서 FSx ONTAP의 교육 데이터를 사용하여 딥 러닝 모델을 구축하고 배포하는 완전하고 효과적인 프로세스를 보장합니다.

## 단계별 통합

### 데이터 로더

데이터를 사용하여 PyTorch 딥 러닝 네트워크를 훈련하기 위해 데이터 피드를 용이하게 하기 위한 데이터 로더가 생성됩니다. 데이터 로더는 배치 크기를 정의할 뿐만 아니라 배치 내에서 각 레코드를 읽고 사전 처리하는 절차를 결정합니다. 데이터 로더를 구성하면 데이터 처리를 일괄 처리할 수 있어 딥 러닝 네트워크에 대한 교육이 가능합니다.

데이터 로더는 세 부분으로 구성됩니다.

### 전처리 기능

```
from torchvision import transforms

preprocess = transforms.Compose([
    transforms.ToTensor(),
    transforms.Resize((224, 224)),
    transforms.Normalize(
        mean=[0.485, 0.456, 0.406],
        std=[0.229, 0.224, 0.225]
    )
])
```

위의 코드 조각은 \* torchvision.transforms \* 모듈을 사용한 이미지 전처리 변환의 정의를 보여 줍니다. 이 튜토리얼에서는 일련의 변환을 적용하기 위해 전처리 개체가 만들어집니다. 첫째, \* ToTensor() \* 변환은 이미지를 텐서 표현으로 변환합니다. 그 후 \* 크기 조정((224,224) \* 변환은 고정 크기 224x224 픽셀로 이미지 크기를 조정합니다. 마지막으로 \* 정규화() \* 변환은 평균을 빼고 각 채널을 따라 표준 편차로 나누어 텐서 값을 정규화합니다. 정규화에 사용되는 평균 및 표준 편차 값은 일반적으로 사전 훈련된 신경망 모델에 사용됩니다. 전반적으로 이 코드는 이미지 데이터를 텐서로 변환하고 크기를 조정하며 픽셀 값을 정규화함으로써 사전 훈련된 모델로 추가 처리 또는 입력을 위해 준비합니다.

```

import torch
from io import BytesIO
from PIL import Image

class FSxNImageDataset(torch.utils.data.Dataset):
    def __init__(self, bucket, prefix='', preprocess=None):
        self.image_keys = [
            s3_obj.key
            for s3_obj in list(bucket.objects.filter(Prefix=prefix).all())
        ]
        self.preprocess = preprocess

    def __len__(self):
        return len(self.image_keys)

    def __getitem__(self, index):
        key = self.image_keys[index]
        response = bucket.Object(key)

        label = 1 if key[13:].startswith('defective') else 0

        image_bytes = response.get()['Body'].read()
        image = Image.open(BytesIO(image_bytes))
        if image.mode == 'L':
            image = image.convert('RGB')

        if self.preprocess is not None:
            image = self.preprocess(image)
        return image, label

```

이 클래스는 데이터 집합의 총 레코드 수를 가져오는 기능을 제공하며 각 레코드에 대한 데이터를 읽는 방법을 정의합니다. `__getitem__` 함수 내에서 코드는 boto3 S3 버킷 객체를 사용하여 FSx ONTAP에서 이진 데이터를 검색합니다. FSx ONTAP에서 데이터에 액세스하는 코드 스타일은 Amazon S3에서 데이터를 읽는 것과 비슷합니다. 다음 설명은 전용 S3 객체 \* Bucket \* 의 생성 프로세스에 대해 자세히 설명합니다.

FSx ONTAP - 프라이빗 S3 저장소

```

seed = 77 # Random seed
bucket_name = '<Your ONTAP bucket name>' # The bucket
name in ONTAP
aws_access_key_id = '<Your ONTAP bucket key id>' # Please get
this credential from ONTAP
aws_secret_access_key = '<Your ONTAP bucket access key>' # Please get
this credential from ONTAP
fsx_endpoint_ip = '<Your FSx ONTAP IP address>' # Please
get this IP address from FSXN

```

```

import boto3

# Get session info
region_name = boto3.session.Session().region_name

# Initialize Fsx S3 bucket object
# --- Start integrating SageMaker with FSXN ---
# This is the only code change we need to incorporate SageMaker with FSXN
s3_client: boto3.client = boto3.resource(
    's3',
    region_name=region_name,
    aws_access_key_id=aws_access_key_id,
    aws_secret_access_key=aws_secret_access_key,
    use_ssl=False,
    endpoint_url=f'http://{fsx_endpoint_ip}',
    config=boto3.session.Config(
        signature_version='s3v4',
        s3={'addressing_style': 'path'}
    )
)
# s3_client = boto3.resource('s3')
bucket = s3_client.Bucket(bucket_name)
# --- End integrating SageMaker with FSXN ---

```

SageMaker에서 FSx ONTAP 데이터를 읽으려면 S3 프로토콜을 사용하는 FSx ONTAP 스토리지를 가리키는 핸들러가 생성됩니다. 이렇게 하면 FSx ONTAP을 전용 S3 버킷으로 처리할 수 있습니다. 처리기 구성에는 FSx ONTAP SVM의 IP 주소, 버킷 이름 및 필요한 자격 증명을 지정하는 작업이 포함됩니다. 이러한 구성 항목을 얻는 방법에 대한 자세한 설명은 의 문서를 참조하십시오 "[1부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP\(FSx ONTAP\)를 프라이빗 S3 버킷으로 AWS SageMaker에 통합](#)".

위에서 언급한 예제에서 버킷 객체는 PyTorch 데이터 집합 객체를 인스턴스화하는 데 사용됩니다. 데이터세트 객체에 대해서는 다음 섹션에서 자세히 설명합니다.

```

from torch.utils.data import DataLoader
torch.manual_seed(seed)

# 1. Hyperparameters
batch_size = 64

# 2. Preparing for the dataset
dataset = FSxNImageDataset(bucket, 'dataset/tyre', preprocess=preprocess)

train, test = torch.utils.data.random_split(dataset, [1500, 356])

data_loader = DataLoader(dataset, batch_size=batch_size, shuffle=True)

```

제공된 예에서는 배치 크기가 64로 지정되어 각 배치에 64개의 레코드가 포함됨을 나타냅니다. PyTorch \* Dataset \* 클래스, 전처리 기능 및 훈련 배치 크기를 결합하여 훈련을 위한 데이터 로더를 연습합니다. 이 데이터 로더는 교육 단계에서 데이터 세트를 일괄적으로 반복하는 프로세스를 지원합니다.

## 모델 교육

```

from torch import nn

class TyreQualityClassifier(nn.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.model = nn.Sequential(
            nn.Conv2d(3, 32, (3, 3)),
            nn.ReLU(),
            nn.Conv2d(32, 32, (3, 3)),
            nn.ReLU(),
            nn.Conv2d(32, 64, (3, 3)),
            nn.ReLU(),
            nn.Flatten(),
            nn.Linear(64 * (224 - 6) * (224 - 6), 2)
        )
    def forward(self, x):
        return self.model(x)

```

```

import datetime

num_epochs = 2
device = torch.device('cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu')

model = TyreQualityClassifier()
fn_loss = torch.nn.CrossEntropyLoss()
optimizer = torch.optim.Adam(model.parameters(), lr=1e-3)

model.to(device)
for epoch in range(num_epochs):
    for idx, (X, y) in enumerate(data_loader):
        X = X.to(device)
        y = y.to(device)

        y_hat = model(X)

        loss = fn_loss(y_hat, y)
        optimizer.zero_grad()
        loss.backward()
        optimizer.step()
        current_time = datetime.datetime.now().strftime("%Y-%m-%d
%H:%M:%S")
        print(f"Current Time: {current_time} - Epoch [{epoch+1}/
{num_epochs}]- Batch [{idx + 1}] - Loss: {loss}", end='\r')

```

이 코드는 표준 PyTorch 교육 프로세스를 구현합니다. 타이어의 품질을 분류하기 위해 선형과 선층을 사용하여 \* TyreQualityClassifier \* 라는 신경망 모델을 정의합니다. 훈련 루프는 데이터 배치를 반복하고 손실을 계산하며 역전파와 최적화를 사용하여 모델의 파라미터를 업데이트합니다. 또한 모니터링을 위해 현재 시간, 에포치, 배치 및 손실을 인쇄합니다.

모델 구축

구축

```

import io
import os
import tarfile
import sagemaker

# 1. Save the PyTorch model to memory
buffer_model = io.BytesIO()
traced_model = torch.jit.script(model)
torch.jit.save(traced_model, buffer_model)

# 2. Upload to AWS S3
sagemaker_session = sagemaker.Session()
bucket_name_default = sagemaker_session.default_bucket()
model_name = f'tyre_quality_classifier.pth'

# 2.1. Zip PyTorch model into tar.gz file
buffer_zip = io.BytesIO()
with tarfile.open(fileobj=buffer_zip, mode="w:gz") as tar:
    # Add PyTorch pt file
    file_name = os.path.basename(model_name)
    file_name_with_extension = os.path.splitext(file_name)[-1]
    tarinfo = tarfile.TarInfo(file_name_with_extension)
    tarinfo.size = len(buffer_model.getbuffer())
    buffer_model.seek(0)
    tar.addfile(tarinfo, buffer_model)

# 2.2. Upload the tar.gz file to S3 bucket
buffer_zip.seek(0)
boto3.resource('s3') \
    .Bucket(bucket_name_default) \
    .Object(f'pytorch/{model_name}.tar.gz') \
    .put(Body=buffer_zip.getvalue())

```

SageMaker는 배포를 위해 모델을 S3에 저장해야 하기 때문에 코드는 PyTorch 모델을 \* Amazon S3 \* 에 저장합니다. 모델을 \* Amazon S3 \* 에 업로드하면 SageMaker에 액세스할 수 있으므로 배포된 모델에 대한 구축 및 추론이 가능합니다.

```

import time
from sagemaker.pytorch import PyTorchModel
from sagemaker.predictor import Predictor
from sagemaker.serializers import IdentitySerializer
from sagemaker.deserializers import JSONDeserialzer

class TyreQualitySerializer(IdentitySerializer):

```



```

CONTENT_TYPE = 'application/x-torch'

def serialize(self, data):
    transformed_image = preprocess(data)
    tensor_image = torch.Tensor(transformed_image)

    serialized_data = io.BytesIO()
    torch.save(tensor_image, serialized_data)
    serialized_data.seek(0)
    serialized_data = serialized_data.read()

    return serialized_data

class TyreQualityPredictor(Predictor):
    def __init__(self, endpoint_name, sagemaker_session):
        super().__init__(
            endpoint_name,
            sagemaker_session=sagemaker_session,
            serializer=TyreQualitySerializer(),
            deserializer=JSONDeserializer(),
        )

sagemaker_model = PyTorchModel(
    model_data=f's3://{bucket_name_default}/pytorch/{model_name}.tar.gz',
    role=sagemaker.get_execution_role(),
    framework_version='2.0.1',
    py_version='py310',
    predictor_cls=TyreQualityPredictor,
    entry_point='inference.py',
    source_dir='code',
)

timestamp = int(time.time())
pytorch_endpoint_name = '{}-{}-{}'.format('tyre-quality-classifier', 'pt',
timestamp)
sagemaker_predictor = sagemaker_model.deploy(
    initial_instance_count=1,
    instance_type='ml.p3.2xlarge',
    endpoint_name=pytorch_endpoint_name
)

```

이 코드를 사용하면 SageMaker에서 PyTorch 모델을 쉽게 배포할 수 있습니다. 또한 입력 데이터를 PyTorch 텐서로 미리 처리하고 serialize하는 사용자 지정 serializer \* TyreQualitySerializer \* 를 정의합니다. TyreQualityPredictor\* 클래스는 정의된 serializer와 \* JSONDeserializer\*를 사용하는 사용자 지정 예측자입니다. 또한 이 코드는 \* PyTorchModel \* 개체를 만들어 모델의 S3 위치, IAM 역할, 프레임워크 버전 및 추론을 위한 진입점을 지정합니다. 이 코드에서는 타임스탬프를 생성하고 모델 및 타임스탬프를 기반으로 끝점 이름을 생성합니다. 마지막으로, 모델은

Deploy 메서드를 사용하여 배포되며 인스턴스 수, 인스턴스 유형 및 생성된 끝점 이름을 지정합니다. 이를 통해 PyTorch 모델을 구축하고 SageMaker에서 추론을 위해 액세스할 수 있습니다.

추론

```
image_object = list(bucket.objects.filter('dataset/tyre'))[0].get()
image_bytes = image_object['Body'].read()

with Image.open(with Image.open(BytesIO(image_bytes)) as image:
    predicted_classes = sagemaker_predictor.predict(image)

print(predicted_classes)
```

다음은 배포된 끝점을 사용하여 추론을 수행하는 예제입니다.

### 3부 - 간소화된 MLOps 파이프라인 구축(CI/CT/CD)

이 기사에서는 자동화된 모델 재교육, 구축 및 비용 최적화에 초점을 맞춰 AWS 서비스로 MLOps 파이프라인을 구축하는 방법을 안내합니다.

- 작성자: \*  
Jian Jian(Ken), NetApp 수석 데이터 및 응용 과학자

== 소개

이 자습서에서는 다양한 AWS 서비스를 활용하여 지속적인 통합(CI), 지속적인 교육(CT) 및 지속적인 배포(CD)를 포함한 간단한 MLOps 파이프라인을 구축하는 방법을 알아봅니다. 기존의 DevOps 파이프라인과 달리 MLOps는 운영 주기를 완료하는 데 추가 사항을 고려해야 합니다. 이 자습서를 따르면 CT를 MLOps 루프에 통합하는 방법에 대한 통찰력을 얻고 모델을 지속적으로 훈련하고 추론을 위한 원활한 배포를 수행할 수 있습니다. 이 자습서는 AWS 서비스를 활용하여 이 엔드 투 엔드 MLOps 파이프라인을 구축하는 프로세스를 안내합니다.

== 매니페스트

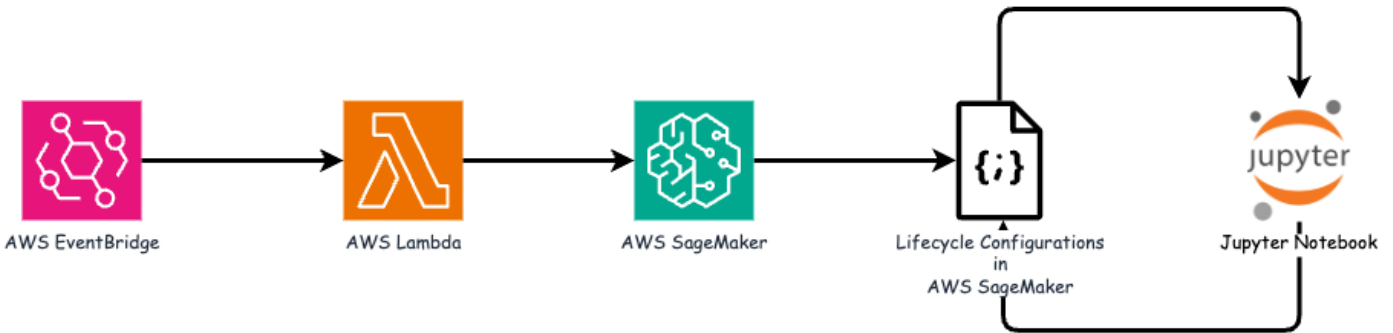
기능	이름	설명
데이터 스토리지	AWS FSx ONTAP	을 "1부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)를 프라이빗 S3 버킷으로 AWS SageMaker에 통합" 참조하십시오.
데이터 과학 IDE	AWS SageMaker를 참조하십시오	이 자습서는 에서 제공하는 Jupyter 노트북을 기반으로 "2부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP(FSx ONTAP)을 SageMaker에서 모델 훈련을 위한 데이터 소스로 활용" 합니다.
MLOps 파이프라인을 트리거하는 기능입니다	AWS Lambda 함수	-
cron 작업 트리거	AWS 이벤트 브리지	-

기능	이름	설명
딥 러닝 프레임워크	PyTorch	-
AWS Python SDK에서 지원됩니다	봇3	-
프로그래밍 언어	파이썬	v3.10

### == 필수 구성 요소

- 사전 구성된 FSx ONTAP 파일 시스템 이 자습서에서는 FSx ONTAP에 저장된 데이터를 교육 프로세스에 활용합니다.
- 위에서 언급한 FSx ONTAP 파일 시스템과 동일한 VPC를 공유하도록 구성된 \* SageMaker 노트북 인스턴스 \*.
- AWS Lambda 함수 \* 를 트리거하기 전에 \* SageMaker Notebook Instance \* 가 \* Stopped \* 상태인지 확인하십시오.
- 딥 신경 네트워크의 계산에 필요한 GPU 가속을 활용하려면 \* ml.g4dn.xlarge \* 인스턴스 유형이 필요합니다.

### == 있습니다



이 MLOps 파이프라인은 cron 작업을 사용하여 서버리스 기능을 트리거하는 실용적인 구현으로, 수명주기 콜백 기능으로 등록된 AWS 서비스를 실행합니다. AWS EventBridge \* 는 cron 작업 역할을 합니다. 주기적으로 모델을 재교육하고 재배포할 책임이 있는 \* AWS Lambda 함수 \* 를 호출합니다. 이 프로세스에서는 \* AWS SageMaker Notebook \* 인스턴스를 회전하여 필요한 작업을 수행합니다.

### == 단계별 구성

#### === 문서 수정 상태 설정

AWS SageMaker Notebook 인스턴스에 대한 Lifecycle 콜백 기능을 구성하려면 \* Lifecycle configuration \* 을 사용합니다. 이 서비스를 사용하면 노트북 인스턴스를 회전할 때 수행해야 하는 필요한 작업을 정의할 수 있습니다. 특히 교육 및 배포 프로세스가 완료되면 노트북 인스턴스를 자동으로 종료하도록 \* Lifecycle 구성 \* 내에서 쉘 스크립트를 구현할 수 있습니다. 비용은 MLOps의 주요 고려 사항 중 하나이므로 이 구성은 필수 구성입니다.

반드시 \* Lifecycle 설정 \* 에 대한 구성을 미리 설정해야 합니다. 따라서 다른 MLOps 파이프라인 설정을 진행하기 전에 이 구성 우선 순위를 지정하는 것이 좋습니다.

1. Lifecycle 구성을 설정하려면 \* Sagemaker \* 패널을 열고 \* Admin configuration \* 섹션의 \* Lifecycle configuration \* 으로 이동합니다.

aws Services Search

S3

## Amazon SageMaker

- Getting started
- Studio
- Studio Lab
- Canvas
- RStudio
- TensorBoard
- Profiler

▼ Admin configurations

- Domains**
- Role manager
- Images
- Lifecycle configurations

SageMaker dashboard

Search

► JumpStart

Amazon SageMaker > Domains

## Domains


A domain includes an associated Amazon SageMaker domain receives a personal and private

► Domain structure diagram

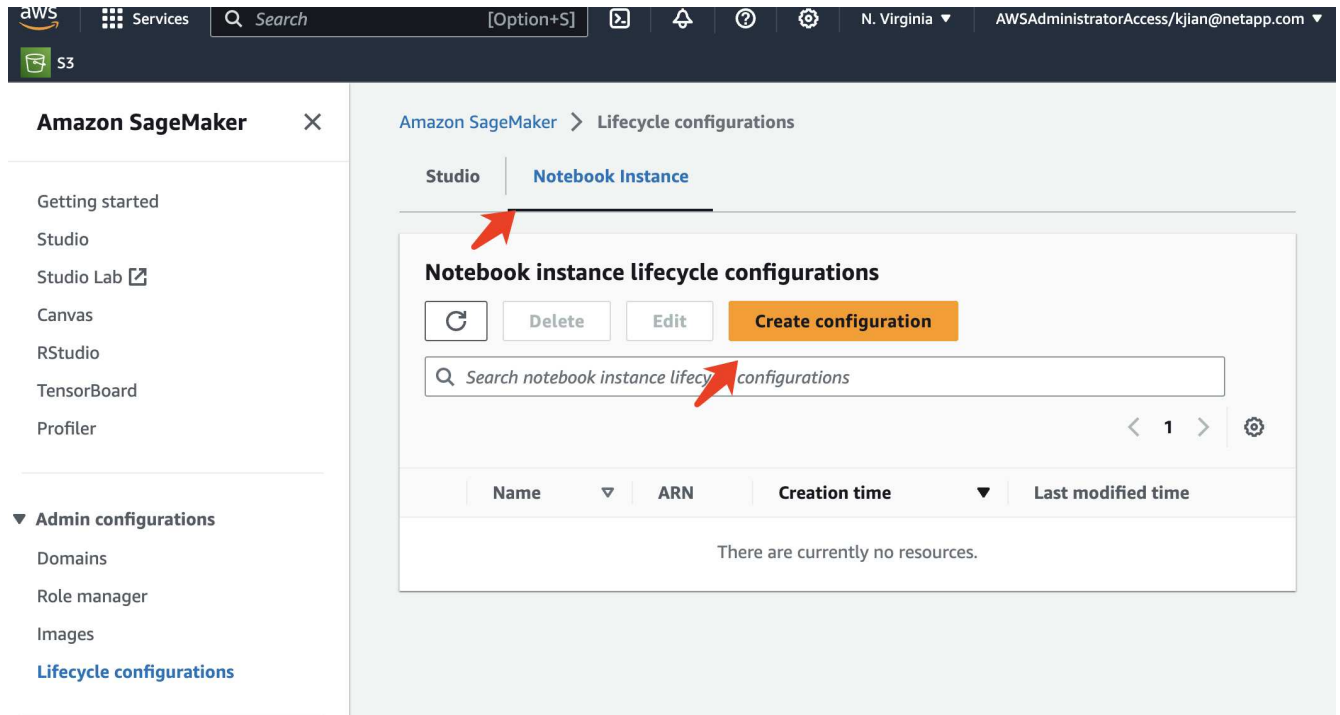
### Domains (4)

Find domain name

	Name
<input type="radio"/>	rdsml-east-1
<input type="radio"/>	rdsml-east-2
<input type="radio"/>	rdsml-east-3
<input type="radio"/>	rdsml-east-4



2. Notebook Instance \* 탭을 선택하고 \* Create configuration \* 버튼을 클릭합니다



3. 아래 코드를 입력 영역에 붙여 넣습니다.

```
#!/bin/bash

set -e
sudo -u ec2-user -i <<'EOF'
# 1. Retraining and redeploying the model
NOTEBOOK_FILE=/home/ec2-
user/SageMaker/tyre_quality_classification_local_training.ipynb
echo "Activating conda env"
source /home/ec2-user/anaconda3/bin/activate pytorch_p310
nohup jupyter nbconvert "$NOTEBOOK_FILE"
--ExecutePreprocessor.kernel_name=python --execute --to notebook &
nbconvert_pid=$!
conda deactivate

# 2. Scheduling a job to shutdown the notebook to save the cost
PYTHON_DIR='/home/ec2-
user/anaconda3/envs/JupyterSystemEnv/bin/python3.10'
echo "Starting the autostop script in cron"
(crontab -l 2>/dev/null; echo "*/5 * * * * bash -c 'if ps -p
$nbconvert_pid > /dev/null; then echo \"Notebook is still running.\" >>
/var/log/jupyter.log; else echo \"Notebook execution completed.\" >>
/var/log/jupyter.log; $PYTHON_DIR -c \"import boto3;boto3.client(
\'sagemaker\').stop_notebook_instance(NotebookInstanceName=get_notebook_
name())\" >> /var/log/jupyter.log; fi'") | crontab -
EOF
```

4. 이 스크립트는 추론을 위해 모델의 재훈련 및 재배포를 처리하는 Jupyter Notebook을 실행합니다. 실행이 완료되면 노트북이 5분 내에 자동으로 종료됩니다. 문제 설명 및 코드 구현에 대한 자세한 내용은 ["2부 - Amazon FSx for NetApp ONTAP\(FSx ONTAP\)을 SageMaker에서 모델 훈련을 위한 데이터 소스로 활용"](#) 참조하십시오.

**Configuration setting**

Name  
  
 Alphanumeric characters and "-", no spaces. Maximum 63 characters.

**Scripts**

**Start notebook** | Create notebook

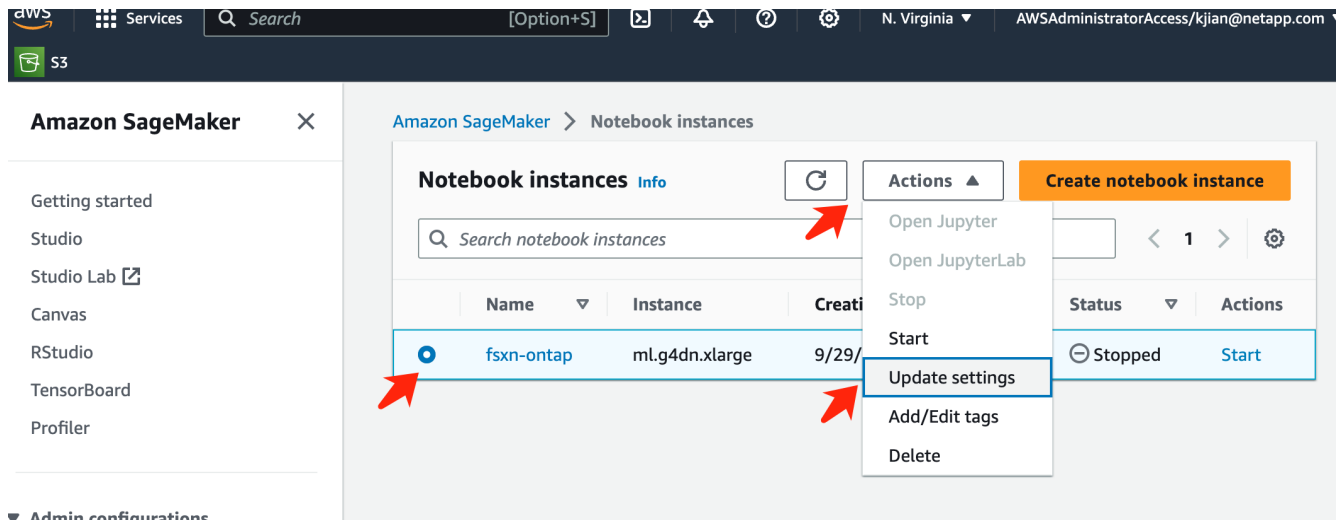
This script will be run each time an associated notebook instance is started, including during initial creation. If the associated notebook instance is already started, it will be run the next time it is stopped and started. [a curated list of sample scripts](#)

```

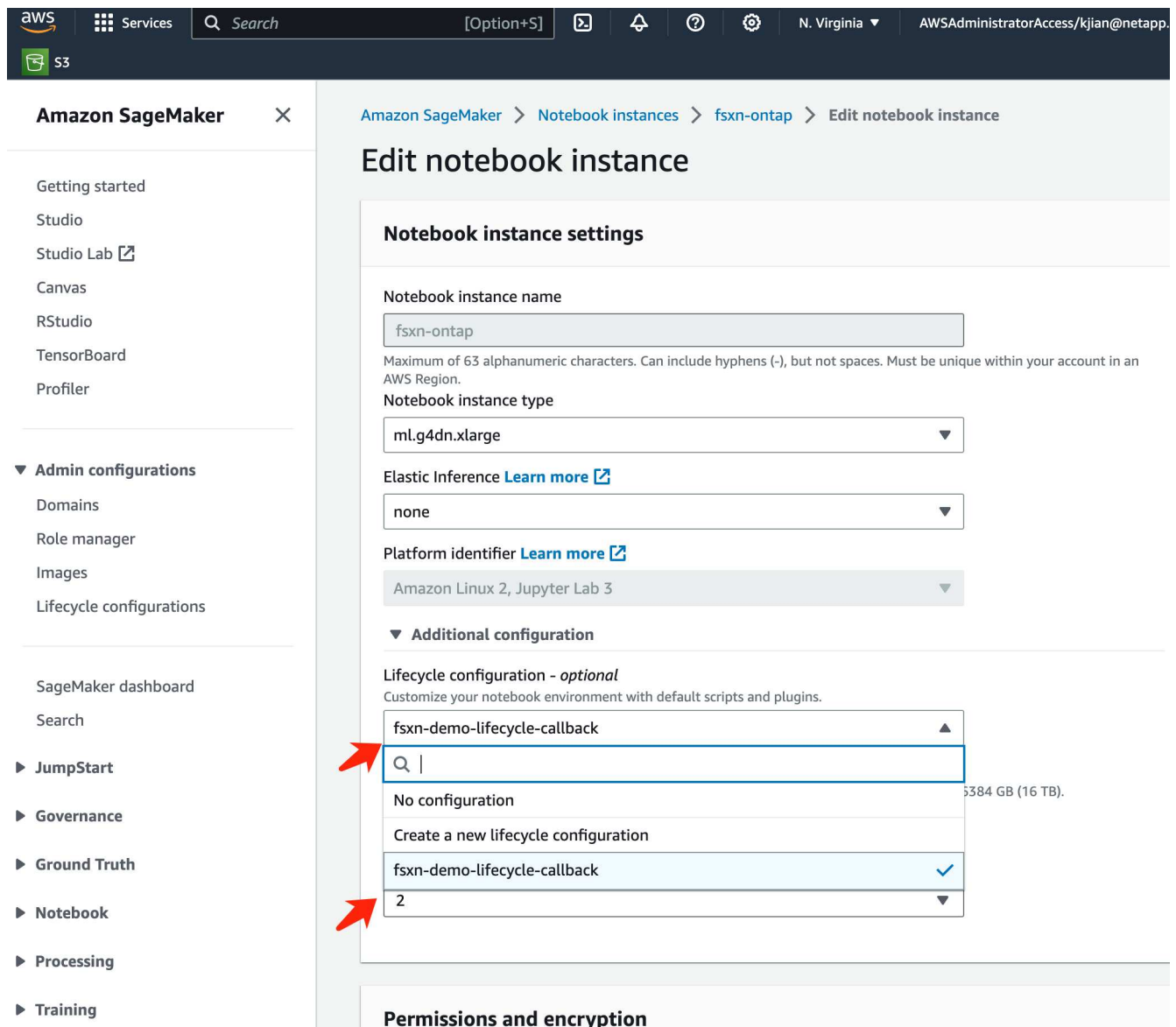
1 #!/bin/bash
2
3 set -e
4 sudo -u ec2-user -i <<'EOF'
5 # 1. Retraining and redeploying the model
6 NOTEBOOK_FILE=/home/ec2-user/SageMaker/tyre_quality_classification_local_training.ipynb
7 echo "Activating conda env"
8 source /home/ec2-user/anaconda3/bin/activate pytorch_p310
9 nohup jupyter nbconvert "$NOTEBOOK_FILE" --ExecutePreprocessor.kernel_name=python --execute --to n
10 nbconvert_pid=$!
11 conda deactivate
12
13 # 2. Scheduling a job to shutdown the notebook to save the cost
14 PYTHON_DIR='/home/ec2-user/anaconda3/envs/JupyterSystemEnv/bin/python3.10'
15 echo "Starting the autostop script in cron"
16 (crontab -l 2>/dev/null; echo "*/5 * * * * bash -c 'if ps -p $nbconvert_pid > /dev/null; then echo
17 EOF
  
```

Cancel **Create configuration**

5. 만든 후 노트북 인스턴스로 이동하여 대상 인스턴스를 선택하고 작업 드롭다운 아래의 \* 설정 업데이트 \* 를 클릭합니다.



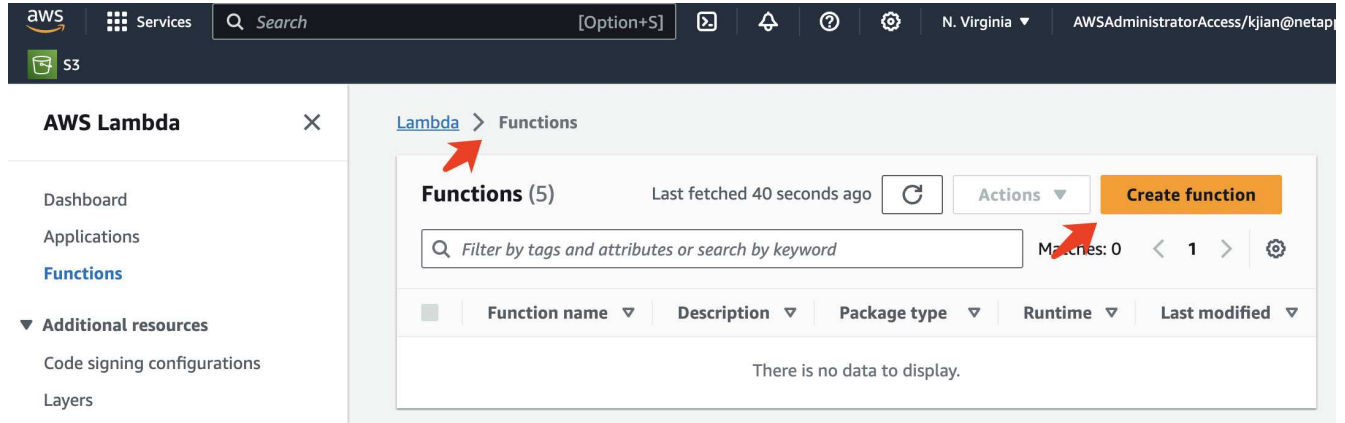
6. 생성된 \* 문서 수정 상태 구성 \* 을 선택하고 \* 노트북 인스턴스 업데이트 \* 를 클릭합니다.



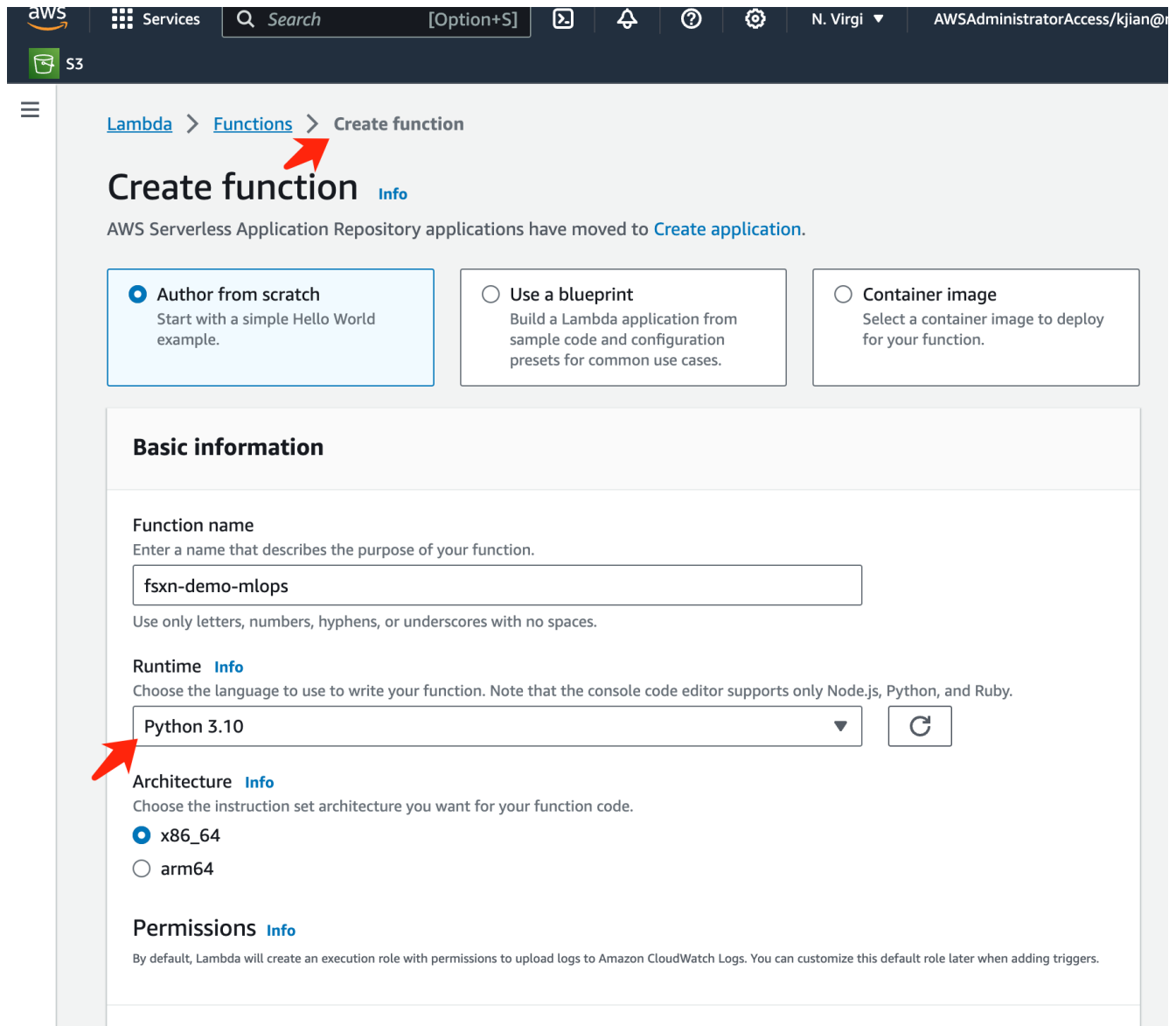
=== AWS Lambda 서버리스 함수입니다

앞서 언급한 것처럼 \* AWS Lambda 함수 \* 는 \* AWS SageMaker Notebook 인스턴스 \* 를 회전하는 역할을 합니다.

1. AWS Lambda 함수 \* 를 만들려면 해당 패널로 이동하여 \* Functions \* 탭으로 이동한 다음 \* Create Function \* 을 클릭합니다.



2. 페이지에 필요한 모든 항목을 기록하고 Runtime을 \* Python 3.10 \* 으로 전환해야 합니다.





3. 지정된 역할에 필요한 권한 \* AmazonSageMakerFullAccess \* 가 있는지 확인하고 \* 기능 생성 \* 버튼을 클릭하십시오.

Use only letters, numbers, hyphens, or underscores with no spaces.

**Runtime** [Info](#)  
Choose the language to use to write your function. Note that the console code editor supports only Node.js, Python, and Ruby.

Python 3.10

**Architecture** [Info](#)  
Choose the instruction set architecture you want for your function code.

x86\_64  
 arm64

**Permissions** [Info](#)  
By default, Lambda will create an execution role with permissions to upload logs to Amazon CloudWatch Logs. You can customize this default role later when adding triggers.

▼ **Change default execution role**

**Execution role**  
Choose a role that defines the permissions of your function. To create a custom role, go to the [IAM console](#).

Create a new role with basic Lambda permissions  
 Use an existing role  
 Create a new role from AWS policy templates

**Existing role**  
Choose an existing role that you've created to be used with this Lambda function. The role must have permission to upload logs to Amazon CloudWatch Logs.

service-role/fsxn-demo-mlops-role-585jzdny

[View the fsxn-demo-mlops-role-585jzdny role](#) on the IAM console.

► **Advanced settings**

4. 생성된 Lambda 함수를 선택합니다. 코드 탭에서 다음 코드를 복사하여 텍스트 영역에 붙여 넣습니다. 이 코드는 \* fsxn-ONTAP \* 이라는 노트북 인스턴스를 시작합니다.

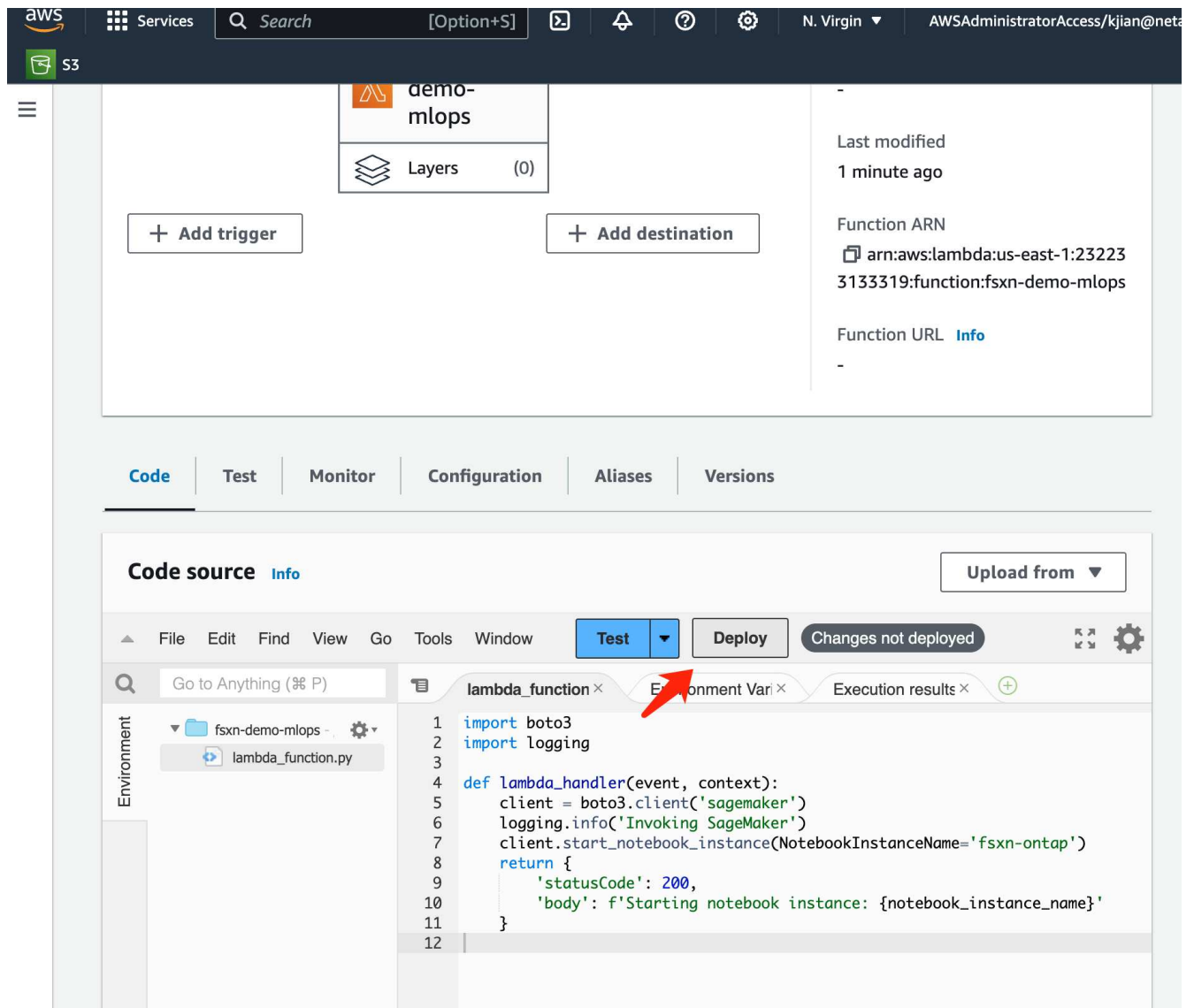
```

import boto3
import logging

def lambda_handler(event, context):
    client = boto3.client('sagemaker')
    logging.info('Invoking SageMaker')
    client.start_notebook_instance(NotebookInstanceName='fsxn-ontap')
    return {
        'statusCode': 200,
        'body': f'Starting notebook instance: {notebook_instance_name}'
    }

```

5. 이 코드 변경 사항을 적용하려면 \* 배포 \* 버튼을 클릭하십시오.



6. 이 AWS Lambda 함수를 트리거하는 방법을 지정하려면 Add Trigger(트리거 추가) 단추를 클릭합니다.

aws Services Search [Option+S] N. Virginia AWSAdministratorAccess/kjian@netapp

S3

Lambda > Functions > fsxn-demo-mlops

## fsxn-demo-mlops

Throttle Copy ARN Actions

▼ Function overview Info

fsxn-demo-mlops

Layers (0)

+ Add trigger + Add destination

Description -

Last modified 2 minutes ago

Function ARN [arn:aws:lambda:us-east-1:232233133319:function:fsxn-demo-mlops](#)

Function URL [Info](#)

7. 드롭다운 메뉴에서 EventBridge 를 선택한 다음 새 규칙 만들기 라디오 단추를 클릭합니다. 스케줄 표현식 필드에 을 입력합니다 `rate(1 day)` 를 클릭하고 추가 버튼을 클릭하여 이 새 cron 작업 규칙을 생성하고 AWS Lambda 함수에 적용합니다.

The screenshot shows the AWS Lambda console interface for adding a trigger. The breadcrumb navigation is 'Lambda > Add trigger'. The main heading is 'Add trigger'. Under 'Trigger configuration', the provider is set to 'EventBridge (CloudWatch Events)'. The 'Rule' section has 'Create a new rule' selected. The 'Rule name' is 'mlops-retraining-trigger'. The 'Rule type' is 'Schedule expression', and the 'Schedule expression' is 'rate(1 day)'. At the bottom right, there are 'Cancel' and 'Add' buttons.

2단계 구성을 완료하면 \* AWS Lambda Function \* 이 매일 \* SageMaker 노트북 \* 을 시작하고 \* FSx ONTAP \* 리포지토리의 데이터를 사용하여 모델 재훈련을 수행한 후 업데이트된 모델을 프로덕션 환경으로 재배포한 후 \* SageMaker 노트북 인스턴스 \* 를 자동으로 종료하여 비용을 최적화합니다. 이렇게 하면 모델이 최신 상태로 유지됩니다.

이것으로 MLOps 파이프라인 개발을 위한 자습서를 마칩니다.

## 저작권 정보

Copyright © 2024 NetApp, Inc. All Rights Reserved. 미국에서 인쇄된 본 문서의 어떠한 부분도 저작권 소유자의 사전 서면 승인 없이는 어떠한 형식이나 수단(복사, 녹음, 녹화 또는 전자 검색 시스템에 저장하는 것을 비롯한 그래픽, 전자적 또는 기계적 방법)으로도 복제될 수 없습니다.

NetApp이 저작권을 가진 자료에 있는 소프트웨어에는 아래의 라이선스와 고지사항이 적용됩니다.

본 소프트웨어는 NetApp에 의해 '있는 그대로' 제공되며 상품성 및 특정 목적에의 적합성에 대한 명시적 또는 묵시적 보증을 포함하여(이에 제한되지 않음) 어떠한 보증도 하지 않습니다. NetApp은 대체품 또는 대체 서비스의 조달, 사용 불능, 데이터 손실, 이익 손실, 영업 중단을 포함하여(이에 국한되지 않음), 이 소프트웨어의 사용으로 인해 발생하는 모든 직접 및 간접 손해, 우발적 손해, 특별 손해, 징벌적 손해, 결과적 손해의 발생에 대하여 그 발생 이유, 책임론, 계약 여부, 엄격한 책임, 불법 행위(과실 또는 그렇지 않은 경우)와 관계없이 어떠한 책임도 지지 않으며, 이와 같은 손실의 발생 가능성이 통지되었다 하더라도 마찬가지입니다.

NetApp은 본 문서에 설명된 제품을 언제든지 예고 없이 변경할 권리를 보유합니다. NetApp은 NetApp의 명시적인 서면 동의를 받은 경우를 제외하고 본 문서에 설명된 제품을 사용하여 발생하는 어떠한 문제에도 책임을 지지 않습니다. 본 제품의 사용 또는 구매의 경우 NetApp에서는 어떠한 특허권, 상표권 또는 기타 지적 재산권이 적용되는 라이선스도 제공하지 않습니다.

본 설명서에 설명된 제품은 하나 이상의 미국 특허, 해외 특허 또는 출원 중인 특허로 보호됩니다.

제한적 권리 표시: 정부에 의한 사용, 복제 또는 공개에는 DFARS 252.227-7013(2014년 2월) 및 FAR 52.227-19(2007년 12월)의 기술 데이터-비상업적 품목에 대한 권리(Rights in Technical Data -Noncommercial Items) 조항의 하위 조항 (b)(3)에 설명된 제한사항이 적용됩니다.

여기에 포함된 데이터는 상업용 제품 및/또는 상업용 서비스(FAR 2.101에 정의)에 해당하며 NetApp, Inc.의 독점 자산입니다. 본 계약에 따라 제공되는 모든 NetApp 기술 데이터 및 컴퓨터 소프트웨어는 본질적으로 상업용이며 개인 비용만으로 개발되었습니다. 미국 정부는 데이터가 제공된 미국 계약과 관련하여 해당 계약을 지원하는 데에만 데이터에 대한 전 세계적으로 비독점적이고 양도할 수 없으며 재사용이 불가능하며 취소 불가능한 라이선스를 제한적으로 가집니다. 여기에 제공된 경우를 제외하고 NetApp, Inc.의 사전 서면 승인 없이는 이 데이터를 사용, 공개, 재생산, 수정, 수행 또는 표시할 수 없습니다. 미국 국방부에 대한 정부 라이선스는 DFARS 조항 252.227-7015(b)(2014년 2월)에 명시된 권한으로 제한됩니다.

## 상표 정보

NETAPP, NETAPP 로고 및 <http://www.netapp.com/TM>에 나열된 마크는 NetApp, Inc.의 상표입니다. 기타 회사 및 제품 이름은 해당 소유자의 상표일 수 있습니다.