aws DEV DAY ONLINE JAPAN

Edge Deep LearningにおけるMLOps

In Partnership with intel

Edge Deep Learningを商用導入する際の課題

機械学習モデルの商用導入における課題

- データ管理
- 実験管理
- モデル管理
- アプリケーション管理

Edge環境特有の課題

- デバイス管理
- デバイスへのデプロイの管理
- デバイスからのデータ収集

In Partnership with intel

Edge Deep Learningを商用導入する際の課題を AWSのコンポーネントを使って解決する

機械学習モデルの商用導入における課題

- データ管理 → Amazon SageMaker Ground Truth / Amazon S3
- 実験管理 → Amazon SageMaker
- モデル管理 → Amazon SageMaker / AWS IoT Greengrass
- アプリケーション管理 → AWS Lambda / AWS IoT Greengrass

Edge環境特有の課題

- デバイス管理 → AWS IoT Things / AWS IoT Greengrass
- デバイスへのデプロイの管理 → AWS IoT Greengrass
- デバイスからのデータ収集 → AWS IoT Greengrass / Amazon Kinesis

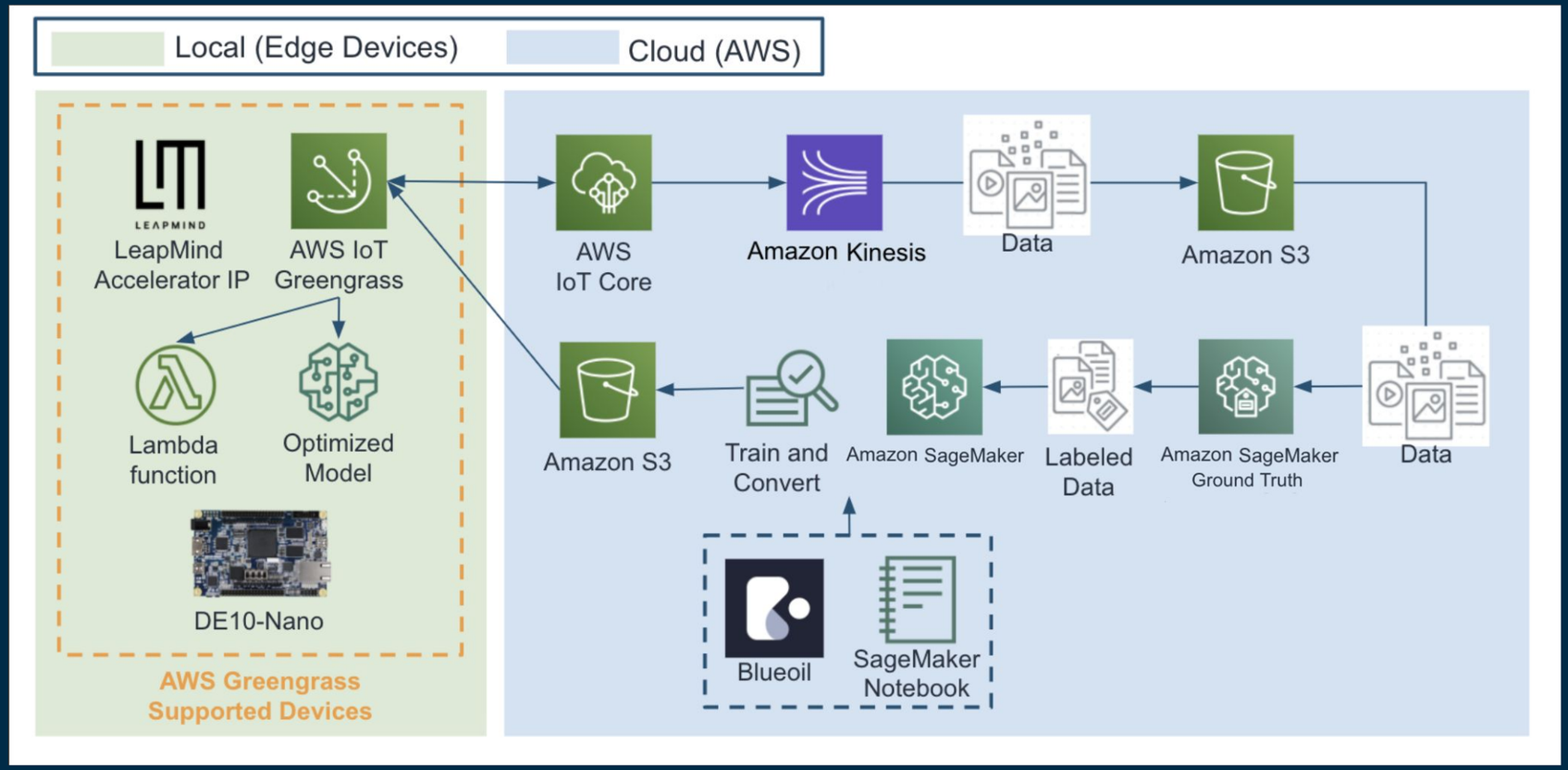
aws

In Partnership with intel

Bluegrass

A sample MLOps system of LeapMind Blueoil x AWS Components (AWS IoT Greengrass, Amazon SageMaker)

Blueoil x AWS Componentsで構成されたシステムをGithubにてOSSとして公開しました。



In Partnership with intel

Bluegrass

技術ブログのご紹介

下記のように、AWSより詳細な技術ブログが公開されています。ぜひこちらもご確認ください。

Training / Converting Models (Amazon SageMaker x Intel FPGA Edge Devices)

- [English] Using Fewer Resources to Run Deep Learning Inference on Intel FPGA Edge Devices
- [和訳] 効率的にインテル® FPGA エッジデバイス上の深層学習推論を実行する

追加で下記について、LeapMindより技術ブログが公開される予定となっています！

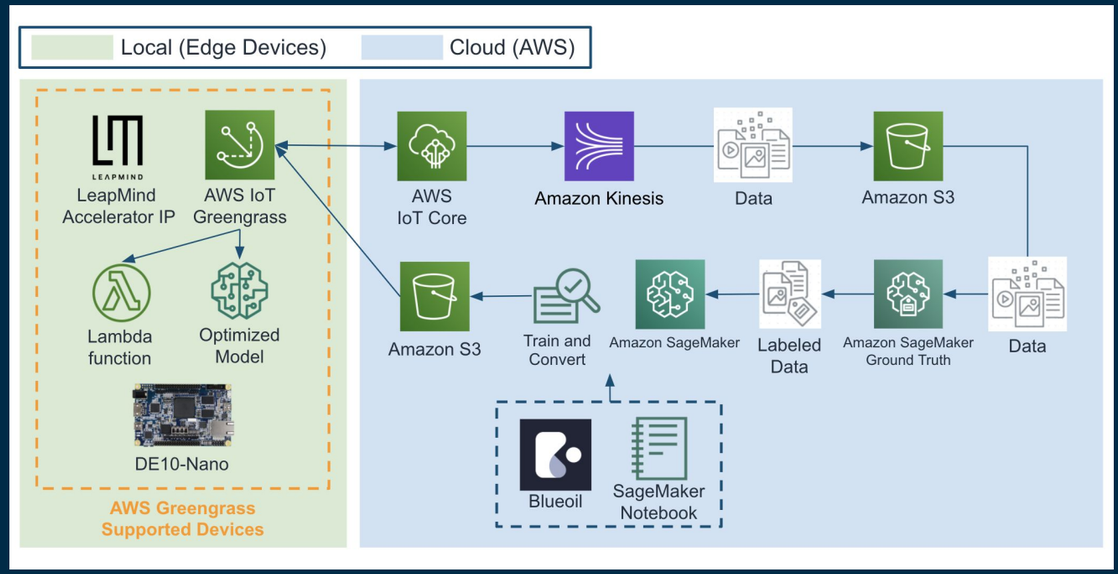
Deployment / Device Management / Data Aggregation (AWS IoT Greengrass x Intel FPGA Edge Devices)

In Partnership with intel

Setup AWS component and devices by bluegrass

下記のStepで必要な全てのコンポーネントが準備され、Device上での推論デモを実行できます。

- **Step 0** 事前準備
- **Step 1** Amazon S3 bucketとIAM Roleの作成
- **Step 2** Amazon SageMaker上での学習の実行
- **Step 3** AWS IoT Greengrass Groupの作成
- **Step 4** Deviceのセットアップ
- **Step 5** Application Deployと推論実施



In Partnership with intel

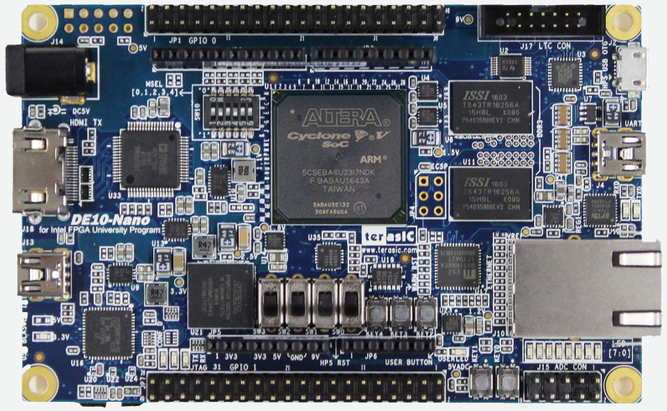
Step 0

事前準備

AWS CLI及びAnsibleのセットアップとDeviceの準備

前提条件

- AWS CLIのセットアップ
- DeviceセットアップのためのAnsible
- Terasic社製DE10-Nanoボード及びUSBカメラ
- イーサネットケーブルとインターネット接続
- ノート PC またはローカル開発環境

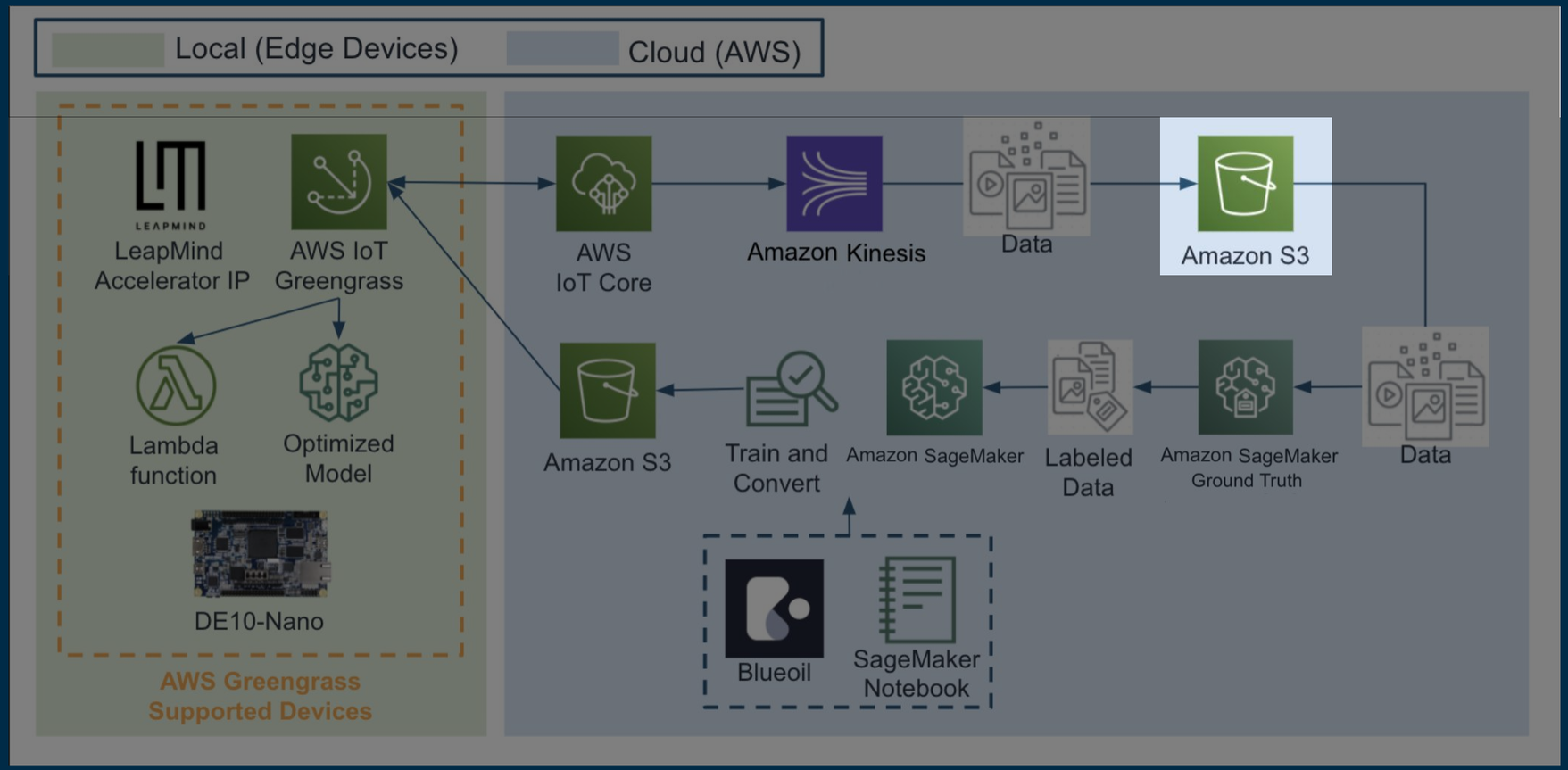


Cyclone® V SoC FPGAを搭載した
Terasic社製DE10-Nanoボード

In Partnership with intel

Step 1 Amazon S3 bucketとIAM Roleの作成

下記のコンポーネントを作成します。



In Partnership with intel

Step 1 Amazon S3 bucketとIAM Roleの作成

Greengrass用S3 bucket及びRoleの作成

下記のコマンドでS3 bucket及びGreengrass用のI AM Roleを作成します。

```
$ export BLUEGRASS_S3_BUCKET_NAME=[your S3 bucket name]
$ aws cloudformation create-stack --stack-name BluegrassS3 --capabilities
CAPABILITY_NAMED_IAM --template-body file://$(pwd)/deploy/s3.yaml --parameters
ParameterKey="S3BucketName",ParameterValue="${BLUEGRASS_S3_BUCKET_NAME}"
```

- BluegrassRole
  - Greengrass用のRole
- BluegrassS3Bucket
  - Greengrassで利用するためのS3 bucket, 推論データなどを保存する
- BluegrassS3Policy
  - BluegrassS3BucketやSageMakerのbucketへの読み書きを可能にするPolicy
- BlueoilSageMakerRole
  - SageMaker用のRole

Step 1 Amazon S3 bucketとIAM Roleの作成

Greengrass用S3 bucket及びRoleの作成

下記のように作成されます。

Resources (4)

Search resources

Logical ID	Physical ID	Type	Status	Status reason
BluegrassRole	BluegrassRole	AWS::IAM::Role	CREATE_COMPLETE	-
BluegrassS3Bucket	leapmind-bluegrass-demo	AWS::S3::Bucket	CREATE_COMPLETE	-
BluegrassS3Policy	Blueg-Blue-	AWS::IAM::Policy	CREATE_COMPLETE	-
BlueoilSagemakerRole	BlueoilSagemakerRole	AWS::IAM::Role	CREATE_COMPLETE	-

In Partnership with intel

Step 1 Amazon S3 bucketとIAM Roleの作成

AWS CloudFormation Templateの抜粋

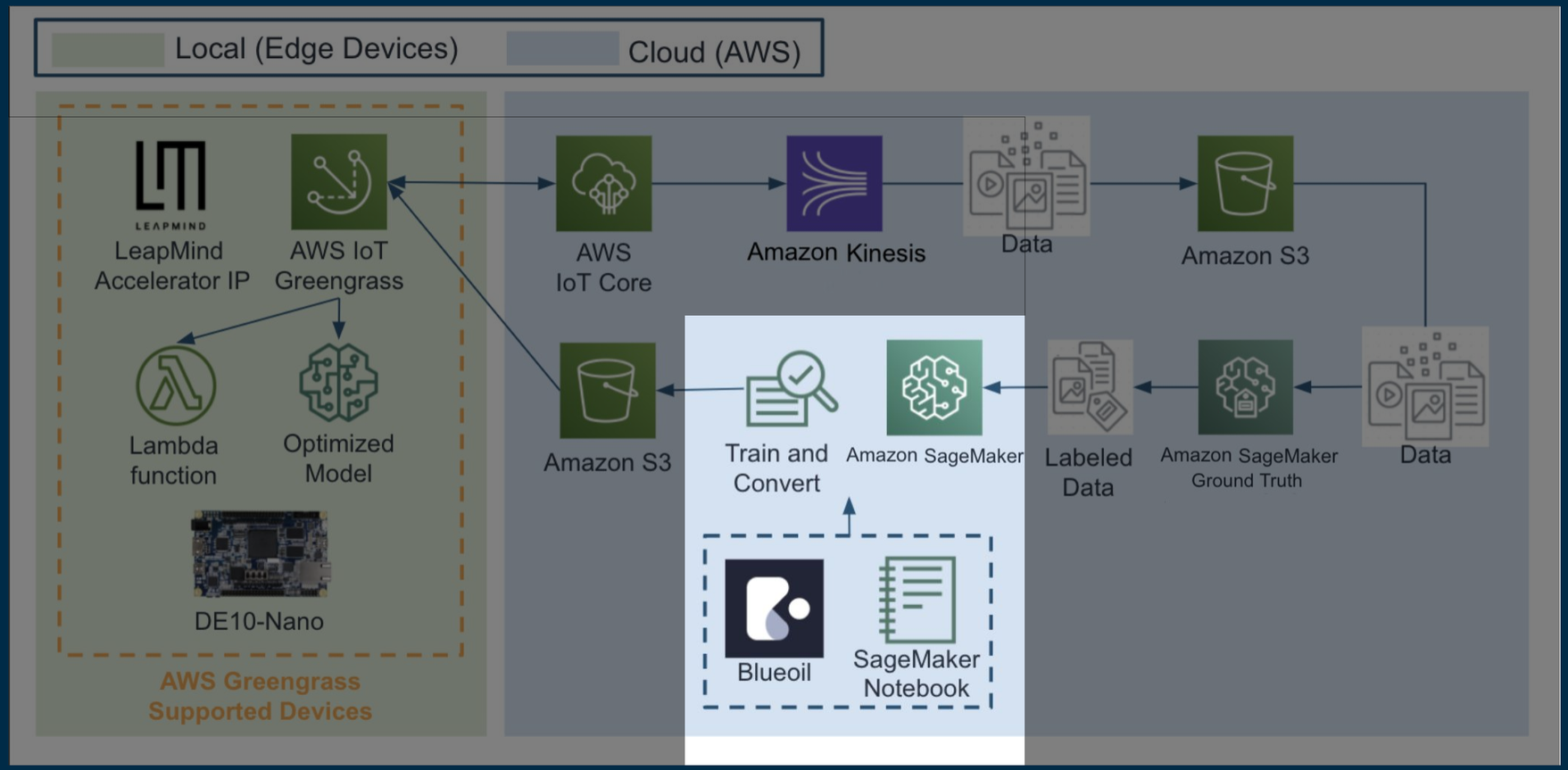
- BluegrassS3Policy

```
BluegrassS3Policy:
   Type: AWS::IAM::Policy
   Properties:
     PolicyName: "BluegrassS3Policy"
     PolicyDocument:
       Version: "2012-10-17"
       Statement:
         -
           Action:
             - "s3:ListBucket"
           Effect: "Allow"
           Resource:
             - "arn:aws:s3:::SageMaker"
             - Fn::GetAtt:
                 - BluegrassS3Bucket
                 - Arn
         -
           Action:
             - "s3:GetObject"
             - "s3:PutObject"
             - "s3:DeleteObject"
           Effect: "Allow"
           Resource:
             - "arn:aws:s3:::SageMaker/*"
             - Fn::Join:
               - "/"
               - - Fn::GetAtt:
                     - BluegrassS3Bucket
                     - Arn
                 - "*"
     Roles:
       - Ref: "BluegrassRole"
       - Ref: "BlueoilSagemakerRole"
```


In Partnership with intel

Step 2 Amazon SageMaker上での学習の実行

下記のコンポーネントを作成します。



In Partnership with intel

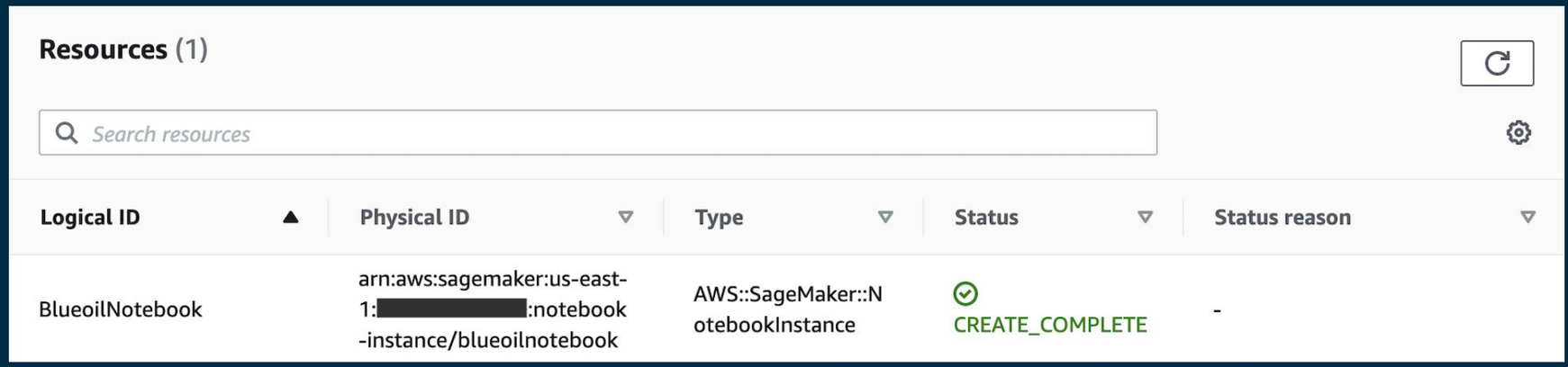
Step 2 Amazon SageMaker上での学習の実行

Amazon SageMaker Notebookの作成

下記のコマンドでAmazon SageMaker Notebookを作成します。

```
$ aws cloudformation create-stack --stack-name BlueoilSagemaker --template-body file://$(pwd)/deploy/sagemaker.yaml
```

- BlueoilNotebook
  - BluegrassがDefaultで配置されたSageMaker Notebook



In Partnership with intel

Step 2 Amazon SageMaker上での学習の実行

AWS CloudFormation Templateの抜粋

- BlueoilNotebook

```
BlueoilNotebook:
  Type: 'AWS::SageMaker::NotebookInstance'
  Properties:
    InstanceType: "ml.t3.medium"
    NotebookInstanceName: "BlueoilNotebook"
    RoleArn:
      Fn::Join:
        - ':'
        - - 'arn:aws:iam:'
          - Ref: 'AWS::AccountId'
          - role/BlueoilSagemakerRole
    DefaultCodeRepository: 'https://github.com/LeapMind/bluegrass'
```

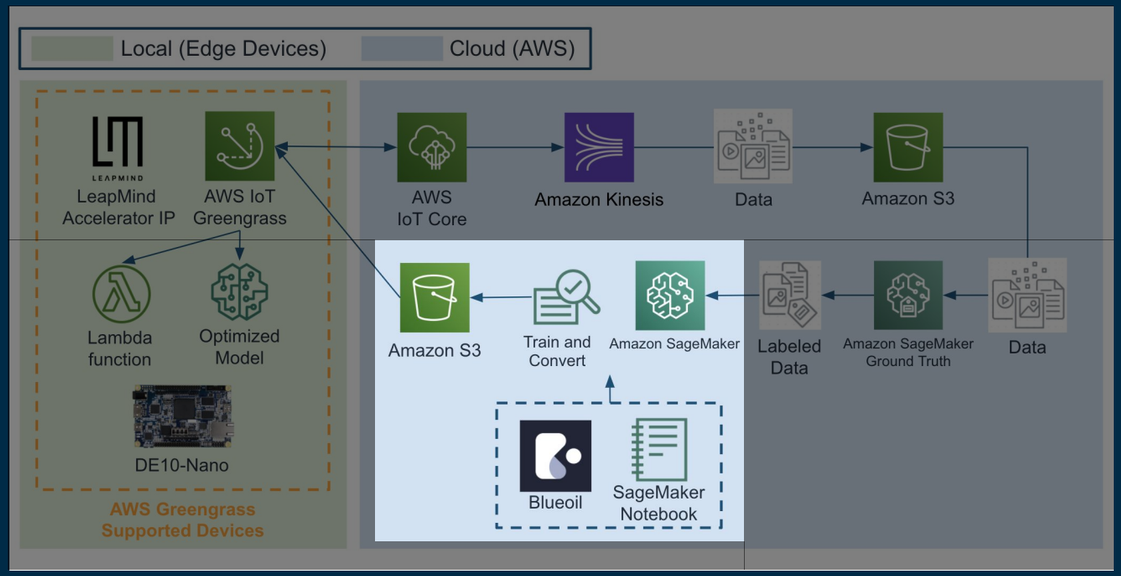

In Partnership with intel

Step 2 Amazon SageMaker上での学習の実行

Bluegrassにおける役割

SageMaker NotebookからオンデマンドでGPU Instanceを立ち上げて学習を実行することが可能となります。

- モデルの学習はSageMaker SDKを利用してTraining Jobとして実行
- Binary fileへの変換はSageMaker Processingを利用

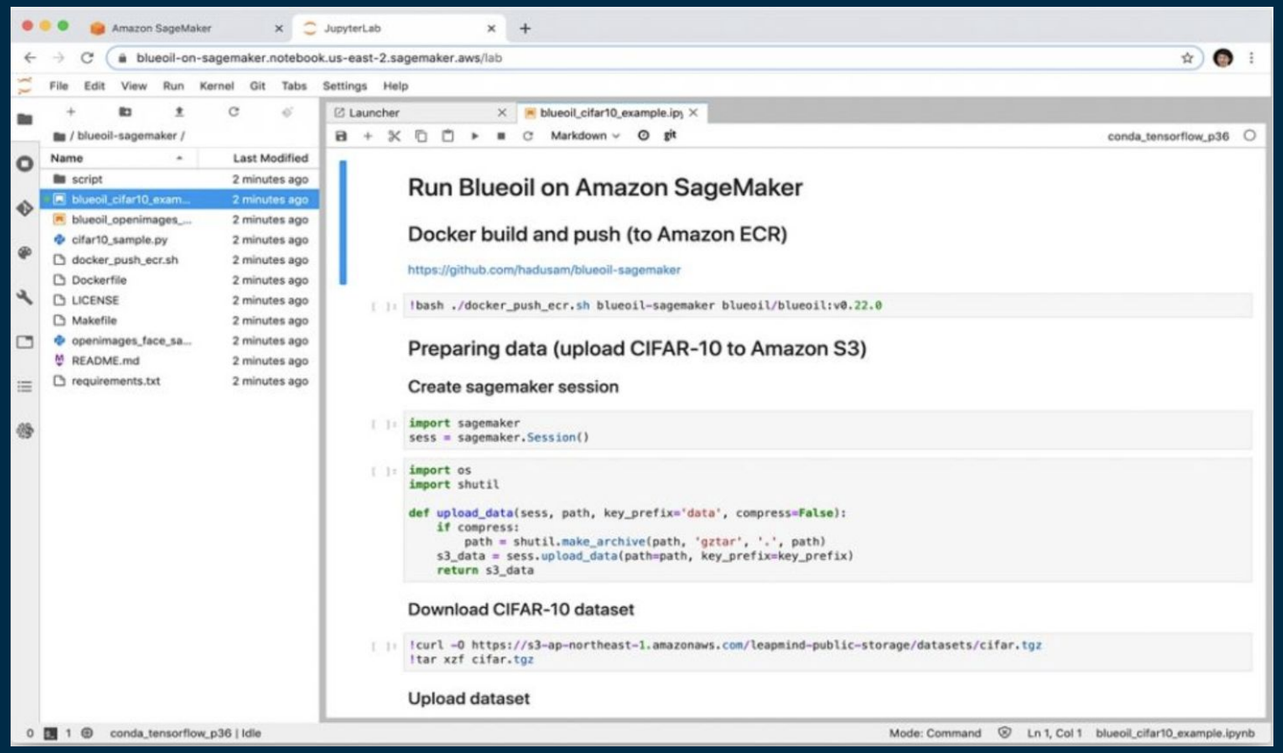


In Partnership with intel

Step 2 Amazon SageMaker上での学習の実行

An example of training with Blueoil

学習を実行するためのexampleとしてnotebookを提供しているので、AWSコンソールから SageMaker Notebookを起動し、blueoil_*_example.ipynbを開くことで学習を実行することができます。



In Partnership with intel

Step 2 Amazon SageMaker上での学習の実行

SageMaker Estimatorを利用したon-demand training

esrimator.fit()を実行することで、GPU instanceが立ち上がり、そのinstance上で指定したDocker imageでの学習が開始されます。

Train

On Amazon Sagemaker on-demand instance

Create session

In [ ]:
```
import boto3

algorithm_name = 'blueoil-sagemaker'

client = boto3.client('sts')
account = client.get_caller_identity()['Account']

my_session = boto3.session.Session()
region = my_session.region_name

ecr_image = '{}.dkr.ecr.{}.amazonaws.com/{}:latest'.format(account, region, algorithm_name)
```

Run trainning

In [ ]:
```
import sagemaker
from sagemaker.estimator import Estimator

train_instance_type = 'ml.p2.xlarge'

estimator = Estimator(
    image_name=ecr_image,
    role=sagemaker.get_execution_role(),
    train_instance_count=1,
    train_instance_type=train_instance_type,
    hyperparameters={
        'config': '/opt/ml/input/data/config/cifar10_sample.py',
        'experiment_id': 'cifar10_sample'
    })
```

In [ ]:
```
estimator.fit({'dataset': train_data, 'config': config_data})
```


In Partnership with intel

Step 2 Amazon SageMaker上での学習の実行

SageMaker Processingを利用したon-demand処理

Processor.runで任意のコードを実行させることが可能です。今回はconvert用のpython scriptを実行しています。

Convert

On Amazon Sagemaker on-demand instance

In [ ]:
```
from sagemaker.processing import ScriptProcessor, ProcessingInput, ProcessingOutput

convert_instance_type = 'ml.m5.xlarge'

processor = ScriptProcessor(
    image_uri=ecr_image,
    role=sagemaker.get_execution_role(),
    command=['python3'],
    base_job_name="blueoil-convert",
    instance_count=1,
    instance_type=convert_instance_type)
```

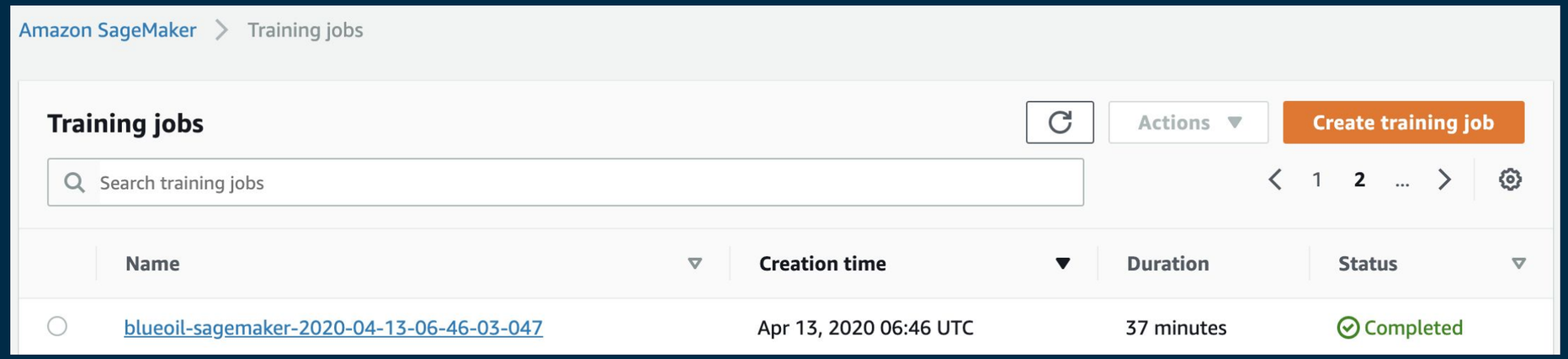
In [ ]:
```
trained_model = estimator.model_data
converted_model = os.path.join(os.path.dirname(trained_model), 'converted')
```

In [ ]:
```
processor.run(code='script/main.py',
    inputs=[
        ProcessingInput(source=train_data, destination='/opt/ml/processing/input/data/dataset'),
        ProcessingInput(source=estimator.model_data, destination='/opt/ml/processing/input/data/model'),
    ],
    outputs=[
        ProcessingOutput(source='/opt/ml/processing/output/converted', destination=converted_model),
    ],
    arguments=['convert', '--experiment_id', 'cifar10_sample'],
)

print(f"Converted models are saved to {converted_model}")
```

Step 2 Amazon SageMaker上での学習の実行

学習結果の確認

データセット・実験環境・実験コンフィグ・実験結果等の必要な情報が、実験を行う毎にTraining Jobsという単位で管理されます。

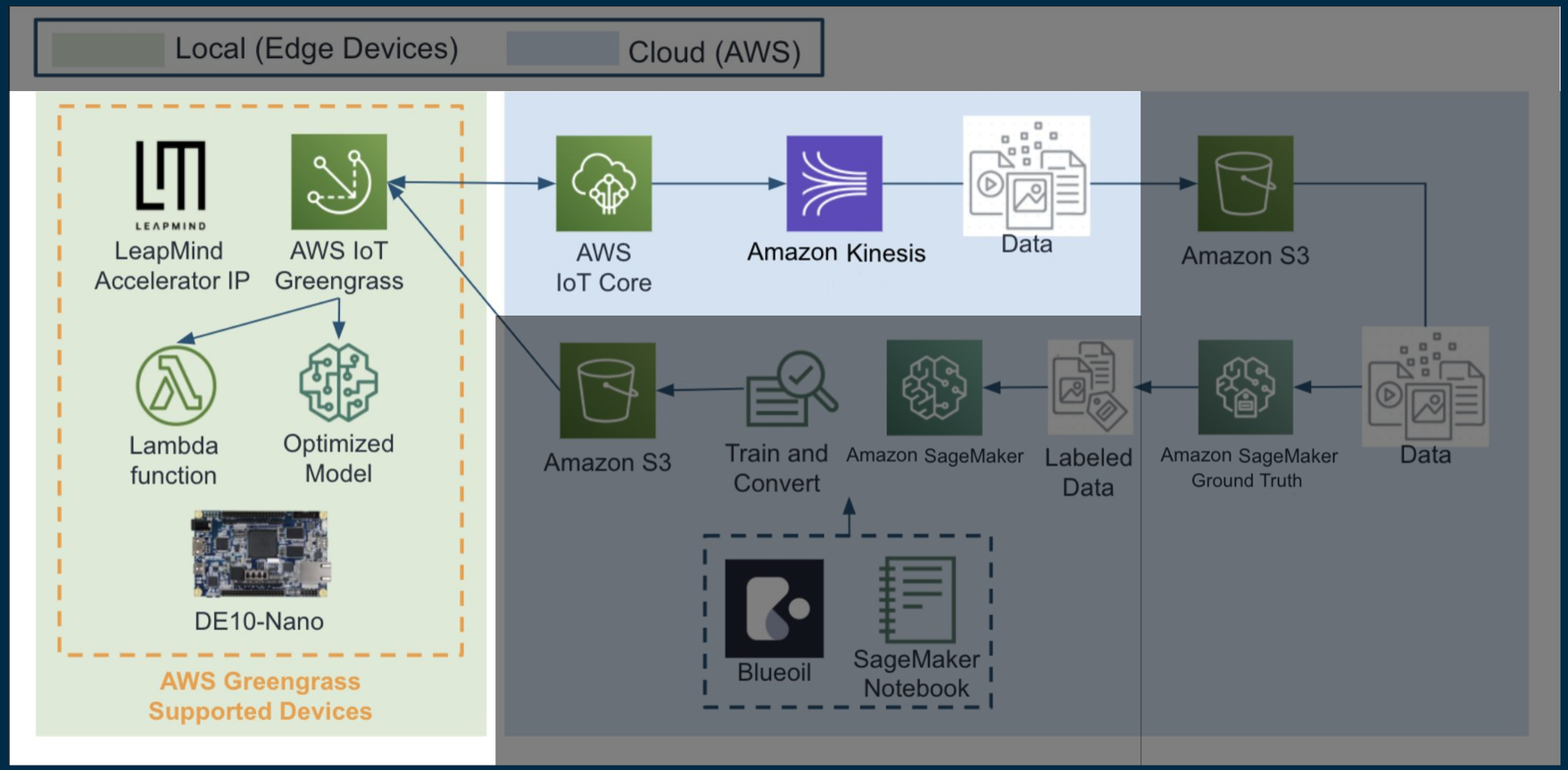


- 実験結果はAmazon S3に保存
- 実験環境はコンテナ化することで再現性をもたせることが可能
- 実験時のログの保存や、実験実施中のリソース使用率(GPU/CPU/Mem)なども記録される

In Partnership with intel

Step 3 AWS IoT Greengrass Groupの作成

下記のコンポーネントを作成します。



In Partnership with intel

Step 3 AWS IoT Greengrass Groupの作成

Greengrass用の証明書の作成

下記のコマンドでそれぞれのDeviceに配置する証明書を作成しAWS上に登録します。

```
$ deploy/create_cert.sh
...
Certificate files are created in certs/xxxxxx...xxxxxx
certificateArn is "arn:aws:iot:xxxxxx:xxxxxx:cert/xxxxxx...xxxxxx"
```

今回の構成ではDE10-Nanoを2台紐付ける構成となっているため、それぞれのデバイス用に上記コマンドを2回実施し、得られたArnを環境変数として下記のように設定します。

```
$ export CERT_ARN1=[your certificateArn1]
$ export CERT_ARN2=[your certificateArn2]
```


In Partnership with intel

Step 3

AWS IoT Greengrass Groupの作成

AWS IoT Greengrass Groupの作成

下記のコマンドでAWS IoT Greengrass Groupを作成します。

```
$ export MODEL_S3_URI=[your S3 uri]
$ aws cloudformation create-stack --stack-name Bluegrass --capabilities
CAPABILITY_NAMED_IAM --template-body "$(aws cloudformation package
--template-file deploy/greengrass.yaml --s3-bucket ${BLUEGRASS_S3_BUCKET_NAME})"
\
--parameters \
ParameterKey="ModelS3Uri",ParameterValue="${MODEL_S3_URI}" \
ParameterKey="S3BucketName",ParameterValue="${BLUEGRASS_S3_BUCKET_NAME}" \
ParameterKey="Core01CertificateArn",ParameterValue="${CERT_ARN1}" \
ParameterKey="Core02CertificateArn",ParameterValue="${CERT_ARN2}"
```

ここで`MODEL_S3_URI`はSageMakerで学習したモデルの場合、下記のようになります。

`s3://sagemaker-xxxxxx/blueoil-sagemaker-2020-XX-XX-XX-XX-XX-XXZ/output/converted/output.tar.gz`

In Partnership with intel

Step 3 AWS IoT Greengrass Groupの作成

AWS CloudFormation Templateの抜粋

- Core01Group

下記の定義と紐付けています。

  - StreamConnectorDefinitionVersion
    - Kinesis Firehoseなど
  - Core01DefinitionVersion
    - Deviceの証明書など
  - InferenceFunctionDefinitionVersion
    - Lambda Functionなど
  - ModelResourceDefinitionVersion
    - 機械学習モデルのS3パスなど
  - StreamSubscriptionDefinitionVersion
    - MQTT Topic, Source, Targetなど

```
Core01Group:
    Type: 'AWS::Greengrass::Group'
    Properties:
      Name: Core01Group
      RoleArn:
        Fn::Join:
          - ':'
          - - 'arn:aws:iam:'
            - Ref: 'AWS::AccountId'
            - role/BluegrassRole
      InitialVersion:
        ConnectorDefinitionVersionArn:
          Ref: StreamConnectorDefinitionVersion
        CoreDefinitionVersionArn:
          Ref: Core01DefinitionVersion
        FunctionDefinitionVersionArn:
          Ref: InferenceFunctionDefinitionVersion
        ResourceDefinitionVersionArn:
          Ref: ModelResourceDefinitionVersion
        SubscriptionDefinitionVersionArn:
          Ref: StreamSubscriptionDefinitionVersion
```


In Partnership with intel

Step 3 AWS IoT Greengrass Groupの作成

AWS CloudFormation Templateの抜粋

- StreamSubscriptionDefinitionVersion

```
StreamSubscriptionDefinitionVersion:
   Type: 'AWS::Greengrass::SubscriptionDefinitionVersion'
   Properties:
     SubscriptionDefinitionId:
       Ref: StreamSubscriptionDefinition
     Subscriptions:
       - Id: InferenceResultToStream
         Source:
           Ref: BluegrassInferenceServerFunctionGGAlias
         Subject: kinesisfirehose/message
         Target:
           Fn::Join:
             - ':'
             - - 'arn:aws:greengrass'
               - Ref: 'AWS::Region'
               - ':/connectors/KinesisFirehose/versions/3'
```

- BluegrassInferenceServerFunction

```
BluegrassInferenceServerFunction:
   Type: 'AWS::Lambda::Function'
   Properties:
     FunctionName: "bluegrass_inference_server"
     Handler: "run_server.run_server_handler"
     Role:
       Fn::GetAtt:
         - "BluegrassInferenceServerExecutionRole"
         - "Arn"
     Code: ./lambda_function
     Runtime: "python2.7"
```


In Partnership with intel

Step 3 AWS IoT Greengrass Groupの作成

CloudFormation Templateに定義された全リソース

29個のリソースが作成されます。

Core01Group:
Core02Group:

InferenceFunctionDefinition:
InferenceFunctionDefinitionVersion:

ModelResourceDefinition:
ModelResourceDefinitionVersion:

StreamConnectorDefinition:
StreamConnectorDefinitionVersion:

StreamSubscriptionDefinition:
StreamSubscriptionDefinitionVersion:

Core01:
Core01Definition:
Core01DefinitionVersion:
Core01ThingPrincipalAttachment:
Core01PolicyPrincipalAttachment:

Core02:
Core02Definition:
Core02DefinitionVersion:
Core02ThingPrincipalAttachment:
Core02PolicyPrincipalAttachment:

BluegrassPolicy:

BluegrassInferenceServerExecutionRole:
BluegrassInferenceServerFunction:
BluegrassInferenceServerFunctionFirstVersion:
BluegrassInferenceServerFunctionGGAlias:

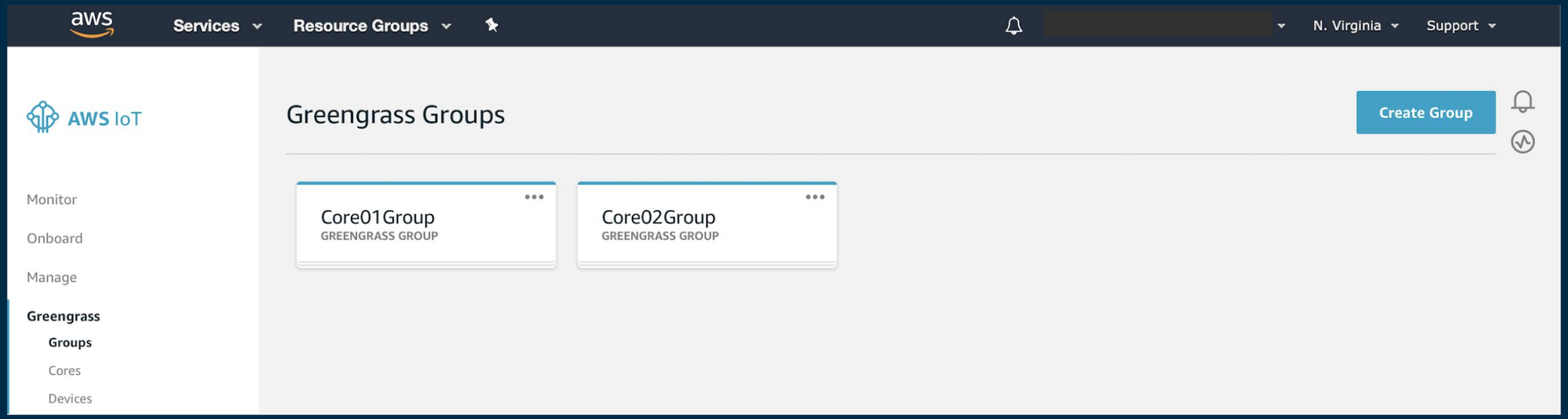
BluegrassStreamingRole:
BluegrassStreamingS3Policy:
BluegrassStreamingPolicy:
BluegrassInferenceStream:

In Partnership with intel

Step 3 AWS IoT Greengrass Groupの作成

AWS IoT Greengrass Groupの確認

下記のようにAWS IoTコンソールにて作成されたGreengrass Groupが確認できます。

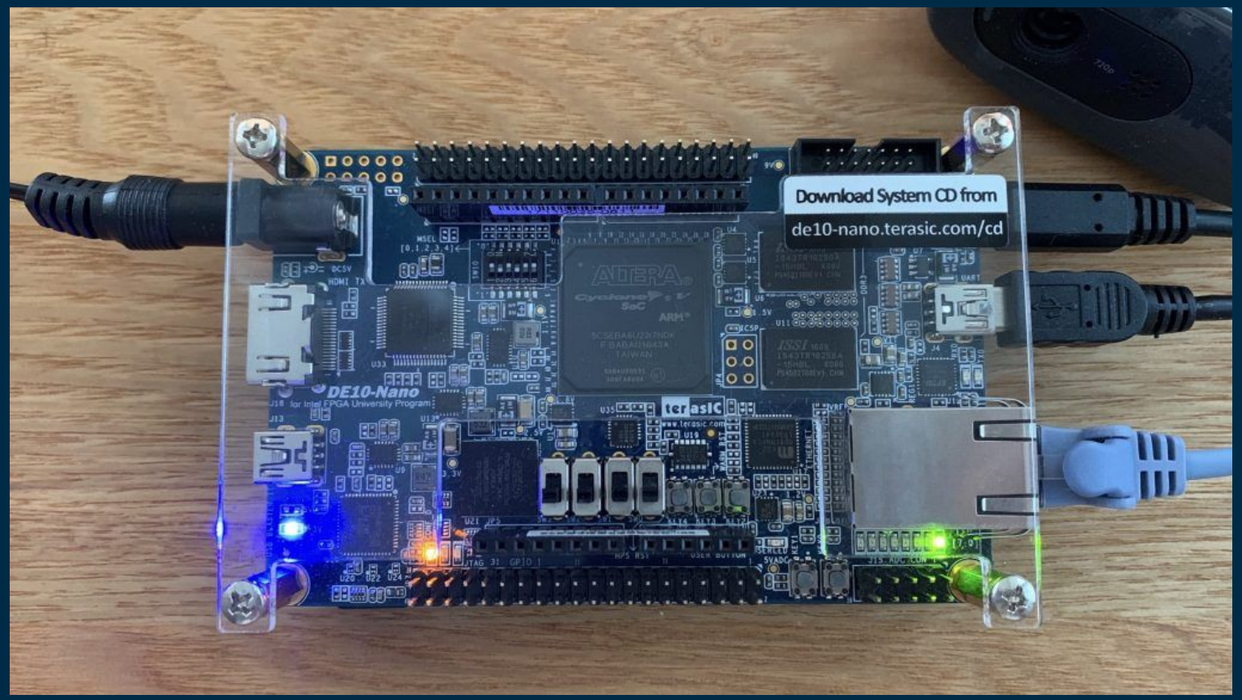


In Partnership with intel

Step 4 Deviceのセットアップ

DE10-Nanoのセットアップ

公開されているmicroSDカードイメージを書き込んだSDカードを挿入し、下記のようにEthernet Cable及び電源を接続してデバイスを起動します。起動後にNW設定等を実施し、固定アドレスでssh loginができるように設定します。詳細はAWS Blogを参照。



In Partnership with intel

Step 4

Deviceのセットアップ

DE10-Nanoのセットアップ

下記のコマンドでGreengrassのインストール及びBlueoil用の推論環境のセットアップを実施します。

```
$ ansible-playbook -i [IP address of Core1],[IP address of Core2]
ansible/playbook.yml
```

次に証明書の配置を行います。これにてセットアップは完了です。

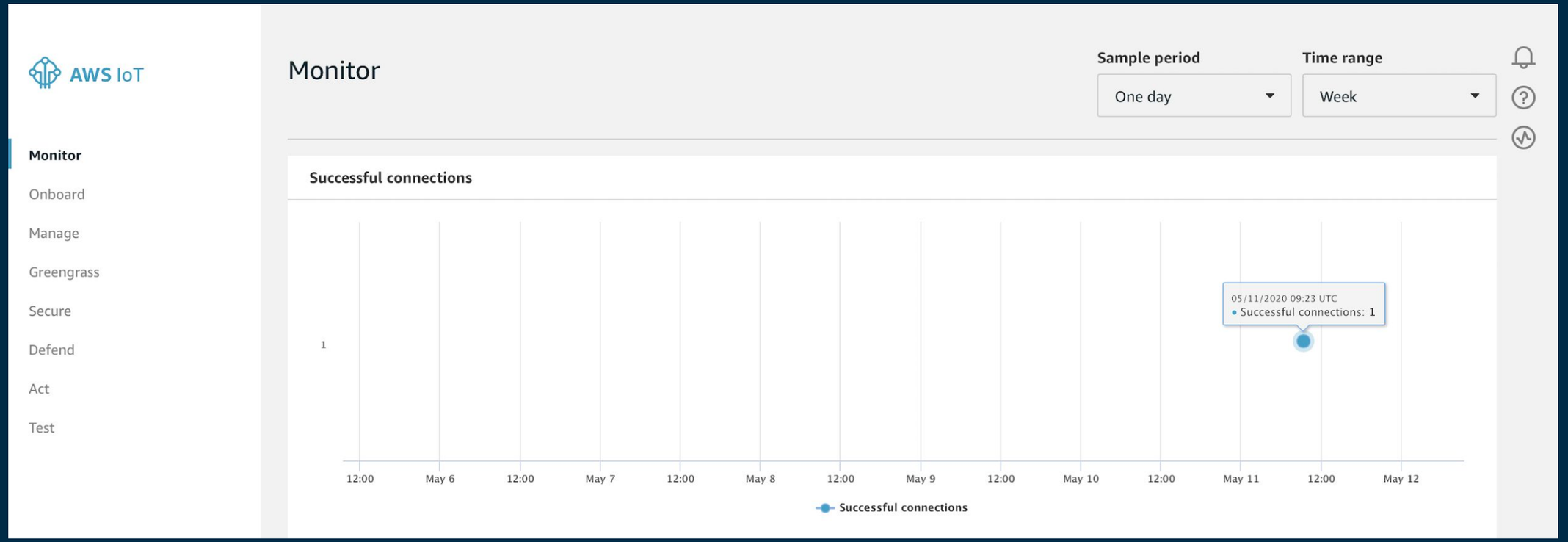
```
$ export CERT_ID1=$(echo ${CERT_ARN1} | sed -e 's/.*\///g')
$ export THING_ARN1=[thing arn of your Core1]
$ export IOT_HOST=$(aws iot describe-endpoint --endpoint-type iot:Data-ATS
--query 'endpointAddress' --output=text)
$ export GG_HOST=$(echo ${IOT_HOST} | sed -e 's/.*-ats/greengrass-ats/g')

$ ansible-playbook -i [IP address of Core1], ansible/playbook_certs_deploy.yml
--extra-vars "cert_id=${CERT_ID1} thing_arn=${THING_ARN1} iot_host=${IOT_HOST}
gg_host=${GG_HOST}"
```

Step 4

Deviceのセットアップ

AWS IoT コンソールから接続確認

下記のようにAWS IoTのコンソール上から接続が確認できます。

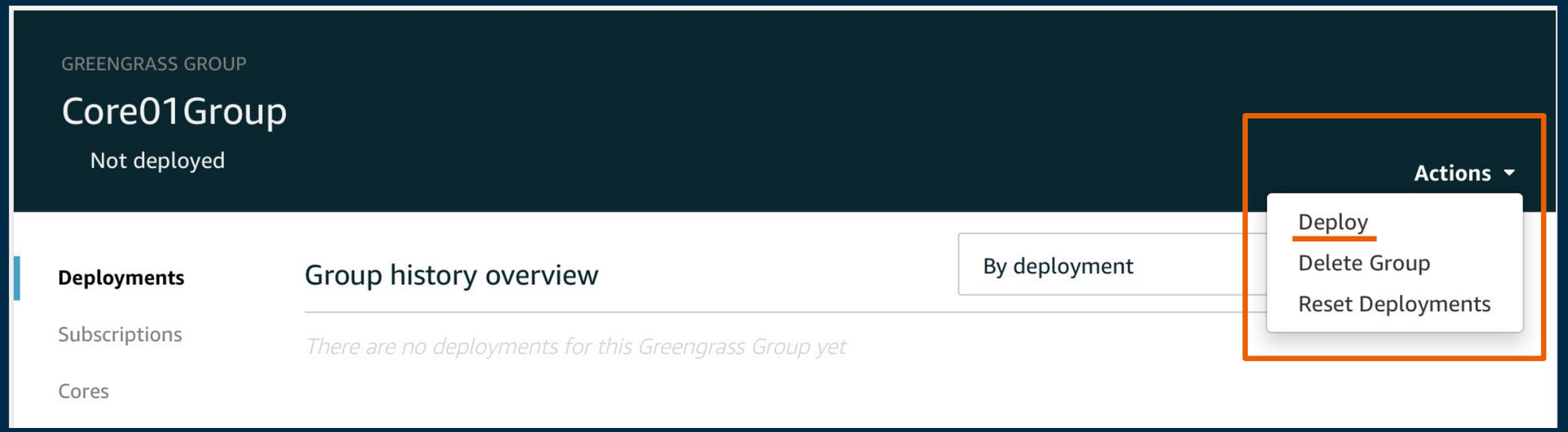


In Partnership with intel

Step 5 Application Deployと推論実施

AWS IoT コンソールからDeploy

AWS IoTのコンソール上から対象のGroupを選択し、下記のように、ActionsからDeployの実行を行います。

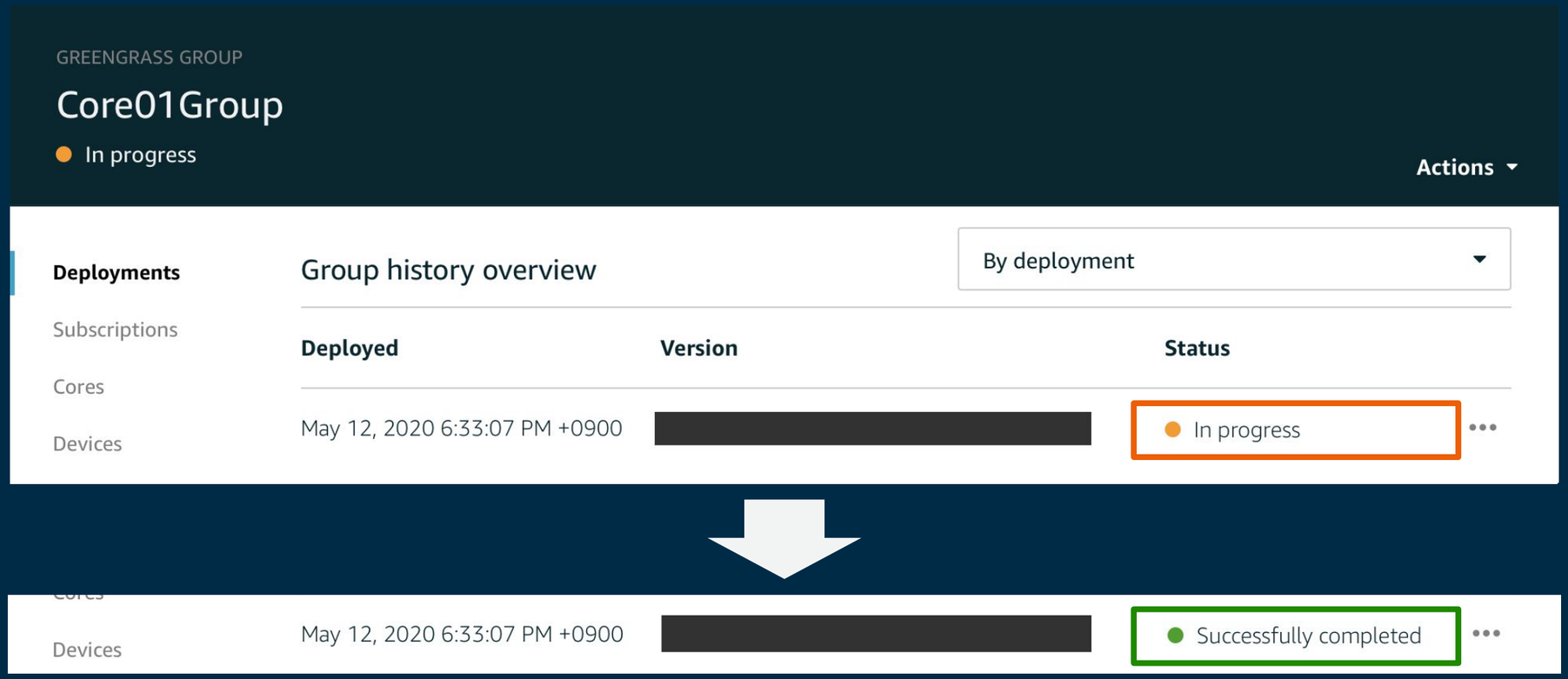


In Partnership with intel

Step 5 Application Deployと推論実施

AWS IoT コンソールからDeploy

In progress ⟶ Successfully completed となればDeploy完了です。



In Partnership with intel

Step 5 Application Deployと推論実施

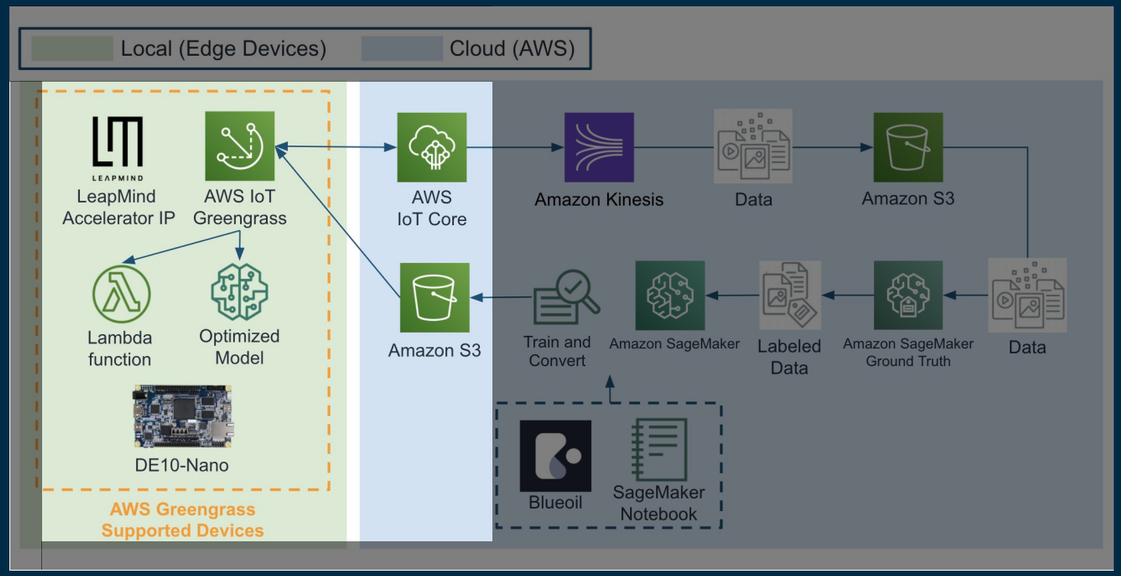
Deploy application to FPGA devices

デプロイ対象のモデルやアプリケーションは
下記のように管理されます。

- 学習済みモデル ←―― S3 from SageMaker
- 推論アプリ ←―― AWS Lambda Function

上記を含む”Deployment”をデバイスごとに適用することで、Cloudからデバイス上アプリケーション全てを管理可能

- Deploymentは各デプロイ作業ごとにVersioning
  = 過去の特定のバージョンへの切り戻しが容易
- デプロイ後のアプリはスタンドアローンで動作。また、新たなデプロイ情報は次にデバイスがIoT Coreに接続された際に伝播する。
  = Networkに常に接続されていない状態でも動作

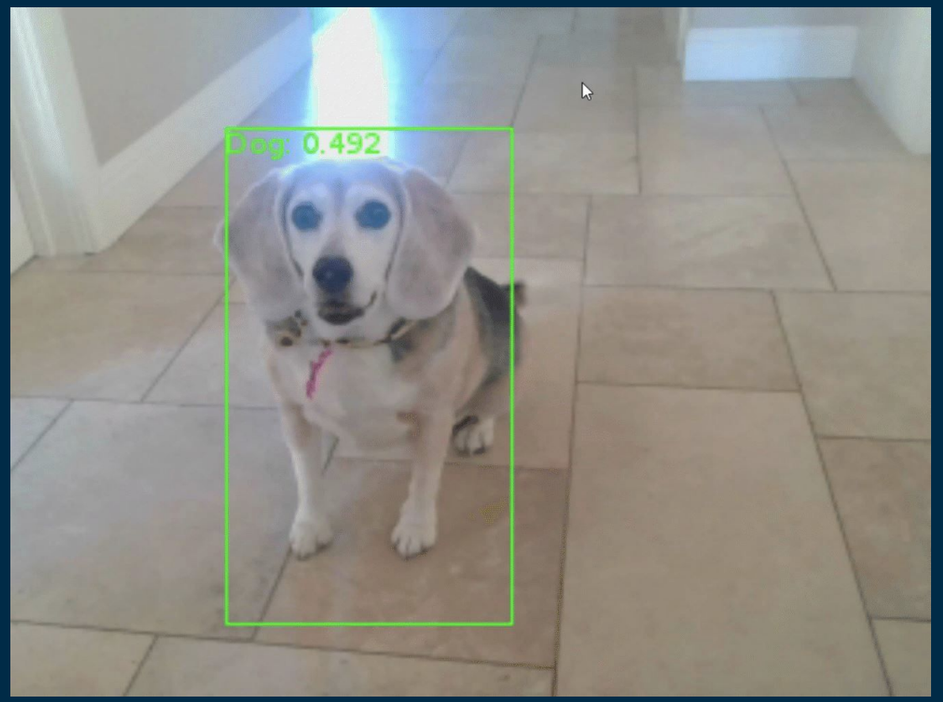


In Partnership with intel

Step 5 Application Deployと推論実施

Device上の推論アプリケーションの確認

http://<deviceのIP address>:8080にブラウザ経由でアクセスすることで、カメラから取得した画像のリアルタイムな推論結果を確認することができます。

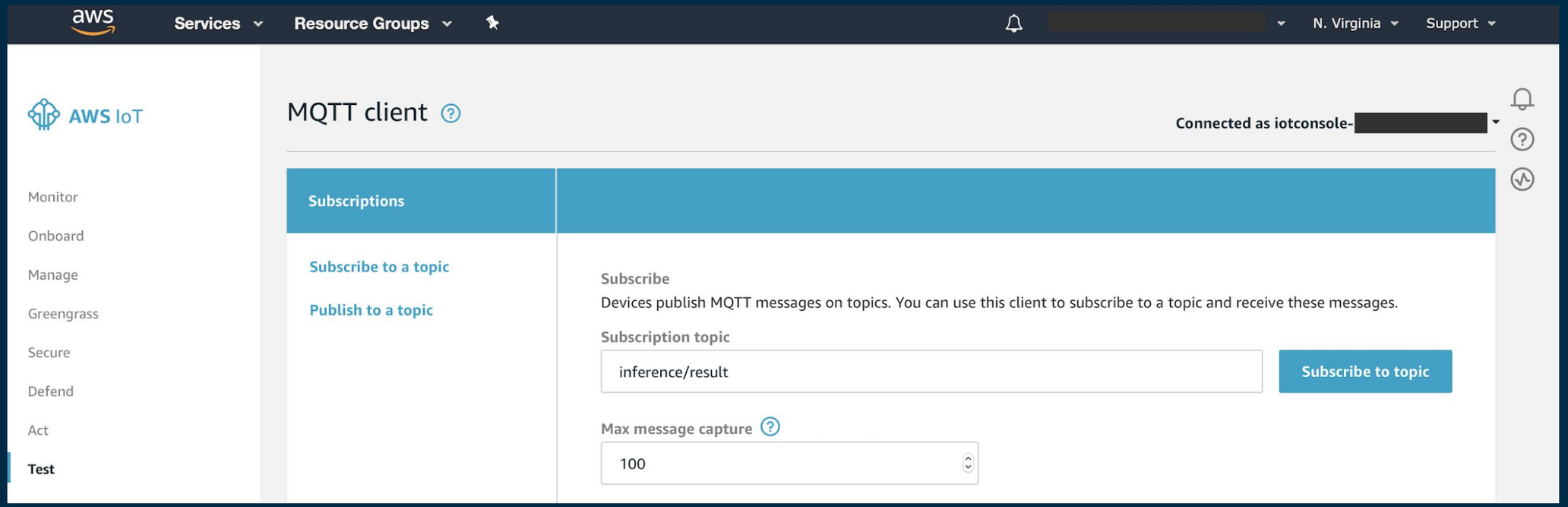


In Partnership with intel

Step 5 Application Deployと推論実施

推論結果の確認

AWS IoT コンソールから推論結果が確認できます。



In Partnership with intel

Step 5

Application Deployと推論実施

推論結果の確認

AWS IoT コンソールから推論結果が確認できます。

inference/result　May 12, 2020 6:40:01 PM +0900　Export　Hide


```
{
  "benchmark": {},
  "classes": [
    {
      "id": 0,
      "name": "face"
    }
  ],
  "date": "2020-05-12T09:40:01.486344",
  "results": [
    {
      "file_path": null,
      "prediction": [
        {
          "box": [
            158.37029266357422,
            38.650482177734375,
            131.25941467285156,
```


In Partnership with intel

Step 5 Application Deployと推論実施

Aggregate data from devices

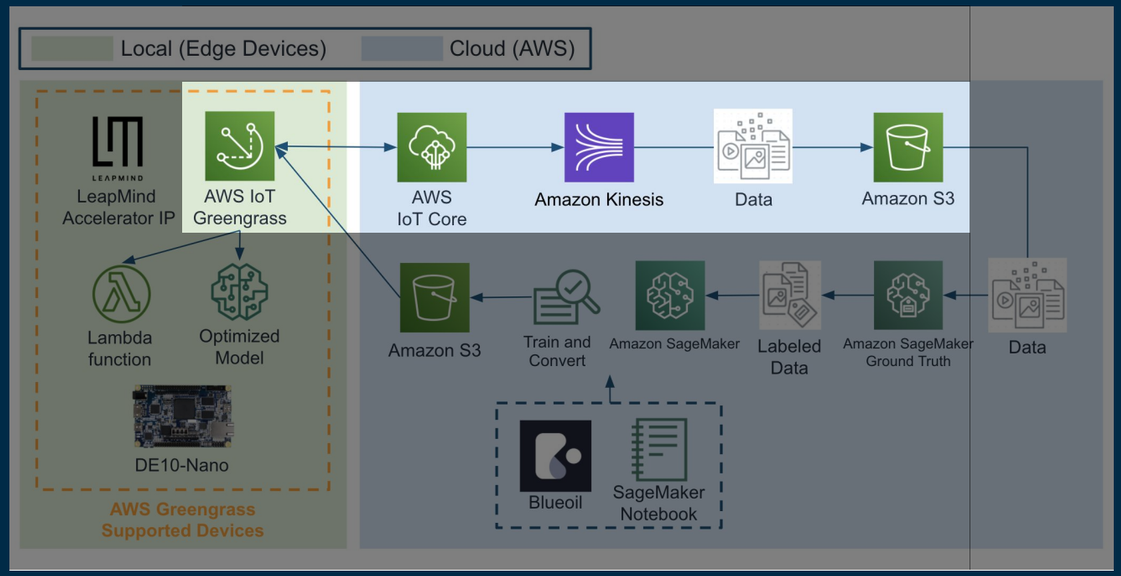
データの収集方法は下記のような方法があります

Greengrass Connector

- Connectorを通じて、様々なAWSサービスやサードパーティコンポーネントとデータの連携が可能
- Kinesis Firehoseコネクタを使うと、Amazon Kinesis Data Firehose 配信ストリームを通じて、Amazon S3などにデータを送信できる

Stream Manager for AWS IoT Greengrass

- Networkに接続されていない・断続的な接続が発生するようなシナリオにおいてもデータストリームを管理可能
- データはまずローカルのストリームマネージャーに処理/保存され、ユーザーの定義した優先度・タイムアウトにしたがってNetworkアクセス時にCloud側に送信される



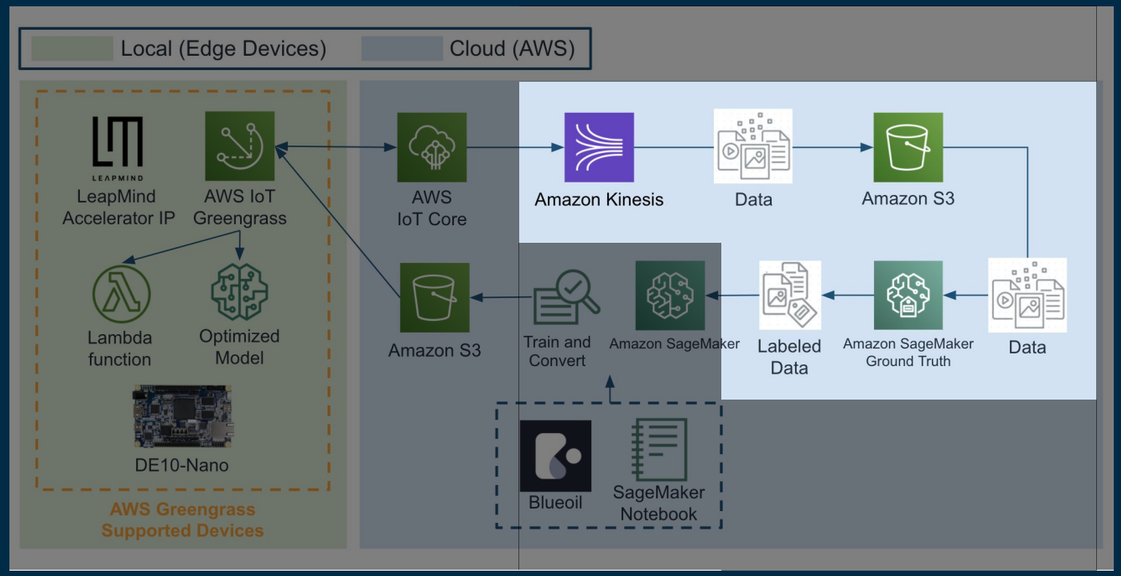
In Partnership with intel

Step 5 Application Deployと推論実施

Aggregate data from devices

データの保存・再利用

- 前述のような機能を利用し、有用なデータを適切な形式でAmazon S3に保存
- 取得データを再学習用のデータセットとして利用可能
  - SageMaker Ground Truthを利用してデータのアノテーションを実施



In Partnership with intel

まとめ

Amazon SageMakerとAWS IoT Greengrassを使えば

Edge Deep Learningの運用環境を
Managedな形で簡単に構築することができる

自前構築と比較して

導入コスト低	運用コスト低	スモールスタート可能

ぜひ下記を参考に手元で試してみてください！

https://github.com/LeapMind/bluegrass

[和訳] 効率的にインテル® FPGA エッジデバイス上の深層学習推論を実行する

In Partnership with intel

aws DEV DAY
ONLINE JAPAN

Thank you.

In Partnership with intel