

Amazon SageMaker Hands-on Guidebook

23rd November 2018

김필호 AI Specialist SA / 남궁영환 AI Specialist SA / 서지혜 Partner SA



Table of Contents

Lab 개요	3
목표	3
준비 조건	3
LAB 실습 가이드	4
Module 1: Notebook Instance 생성하기	5
Module 2: 실습용 코드 다운 받기	10
Module 3: 비디오 게임 세일즈 Notebook	12
Module 4: TensorFlow 를 활용한 분산 훈련 Notebook	14
Module 5: 이미지 분류 Notebook	15
Module 6: DeepAR 를 활용한 분산 훈련 Notebook	16
Module 7: Factorization Machine 을 이용한 영화 추천 서비스 Notebook	17
Module 8: Internet-facing 앱 개발	18
Module 8-1: 영어-독어 번역 ML 모델 학습	19
Module 8-2: SageMaker Endpoint 호출 Lambda 함수 개발하기	24
Module 8-3: AWS API Gateway 와 S3 Static Web Server 를 이용한 웹서비스 연결하기	34
Module 9: Neural Network 디자인 실습	46
Module 10: MXNet 과 Gluon 을 활용한 ResNet 분산학습	47
Module 11: Transfer Learning 방법을 활용한 빠른 이미지 학습 방법	48
Module 12: Incremental Training 을 활용한 재학습 방법	49
Module 13: HPO 결과 분석 및 튜닝 실습	50
서비스 종료 가이드	51

Lab 개요

Amazon SageMaker는 데이터 사이언티스트와 개발자들이 쉽고 빠르게 구성, 학습하고 어떤 규모로든 기계 학습된 모델을 배포할 수 있도록 해주는 관리형 서비스 입니다. 이 워크샵을 통해 SageMaker notebook instance 를 생성하고 샘플 Jupyter notebook 을 실습하면서 SageMaker의 일부 기능을 알아보도록 합니다.

목표

- SageMaker 에 내장된 학습 기능을 사용하여 모델 훈련 Job 을 생성 합니다.
- SageMaker 의 endpoint 기능을 사용하여 생성된 모델이 예측에 사용될 수 있도록 endpoint 를 생성합니다.
- 머신 러닝이 정형 데이터(e.g. CSV 파일)와 비정형 데이터(e.g. 이미지)에 모두 적용 될수 있음을 확인 합니다.

준비 조건

- AWS 계정: AWS IAM, S3, SageMaker 자원을 생성할 수 있는 권한이 필요합니다.
- AWS Region: SageMaker 는 지원되는 region 은 <u>https://aws.amazon.com/about-aws/global-infrastructure/regional-product-services/</u>에서 확인하실 수 있습니다. 이번 실습은 Seoul (ap-northeast-2) region 에서 실행 합니다.
- Browser: 최신 버전의 Chrome, Firefox 를 사용하세요.

※ 주의 사항: Notebook 안의 Cell 에서 코드 실행후 결과 값이 나오는 데는 수 초가 걸립니다. 훈련 Job 을 실행하는 경우 수 분이 걸릴 수도 있습니다. 실습 완료 후에는 아래 가이드에 따라 생성된 자원을 꼭 종료/삭제해 주세요.

LAB 실습 가이드

실습은 총 4개 모듈로 구성되어 있습니다. 1번 완료후 2번을 순서대로 진행하셔야 합니다. 3번, 4번, 5번, 6번 모듈은 원하는 순서대로 진행하실 수 있습니다.

- 1. Notebook Instance 생성하기
- 2. 실습용 코드 다운받기
- 3. 비디오 게임 세일즈 Notebook
- 4. TensorFlow 를 활용한 분산 훈련 Notebook
- 5. 이미지 분류 Notebook
- 6. Internet-facing 앱 개발
- 7. DeepAR-HomeElectric 적용 예



Module 1: Notebook Instance 생성하기

1. S3 Bucket 생성하기

SageMaker 는 S3 를 데이터와 모델 저장소로 사용합니다. 여기서는 해당 목적으로 S3 Bucket 을 생성합니다.

- 1) AWS 관리 콘솔 (https://console.aws.amazon.com/)에 Sign in 합니다.
- 2) AWS Services 리스트에서 S3 로 이동합니다.
- 3) "+ Create Bucket" 버튼을 선택합니다.
- 4) 아래 내용 설정 후 화면 왼쪽 아래 Create 클릭합니다.
 - Bucket name: sagemaker-{userid} [반드시 고유한 값 설정]
 - Region : Asia Pacific (Seoul)





2. Notebook instance 생성

1) AWS 관리 콘솔에서 오른쪽 상단에서 Seoul Region 선택 후 AWS Services 리스트에서 Amazon SageMaker 서비스를 선택합니다.

6	WS Services ~	Resou	rce Groups 🗸 🔹 🛠		¢	-			Seoul 🗸	Support 👻
AV Fin	/S services d a service by name or feature ((for exam)	ple, EC2, S3 or VM, storage).		٩		Helpi	ful tips Manage you	r costs	
~ R	ecently visited services						\bowtie	Monitor your A reservations us	WS costs, usa	age, and gets. Start now
ଞ୍ଚି ବ୍ୟି ~ A	Amazon SageMaker Amazon Polly Il services		Athena CodeCommit	<u> </u>	83		9	Create an or Use AWS Orga management o	ganization nizations for p f multiple AW	policy-based S accounts. Start
	Compute EC2 Lightsail C ⁴ Elastic Container Service EKS Lambda Batch Elastic Beanstalk		Management Tools CloudWatch AWS Auto Scaling CloudFormation CloudTrail Config OpsWorks Service Catalog	ж	Mobile Services Mobile Hub AWS AppSync Device Farm Mobile Analytics AR & VR		Explo Machir The fast learning	Dre AWS ne Learning wit rest way to build, models. Learn m	h Amazon S train, and dep tore. I	SageMaker loy machine
0	Storage S3 EFS Glacier Storage Gateway	<u>ک</u> ا	Systems Manager Trusted Advisor Managed Services Media Services Elastic Transcoder	U S S S	Amazon Sumerian Application Integration Step Functions Amazon MQ Simple Notification Service		Amazo RDS ma support and SQI	on Relational Da inages and scales s Aurora, MySQL L Server. Learn m	atabase Ser s your databas , PostgreSQL, ore. 🕜	vice (RDS) se for you. RDS MariaDB, Oracle,
	Database RDS DynamoDB ElastiCache Neptune		Kinesis Video Streams MediaConvert MediaLive MediaPackage MediaStore MediaTailor	4 S	Simple Queue Service SWF Customer Engagement Amazon Connect Pinpoint		AWS Fa AWS Fa your con resource applicat	argate Runs C rgate works with ntainers for you. F as you need, scal ion. Learn more.	Containers for Amazon ECS Pay only for the e quickly, and	r You to run and scale e compute run any size
Ş	Amazon Redshift Migration AWS Migration Hub	\$	Machine Learning Amazon SageMaker Amazon Comprehend AWS DeepLens	6	Simple Email Service Business Productivity Alexa for Business		AWS M Find, bu on AWS	Narketplace y, and deploy po . Learn more.	pular software	products that run

2) 새로운 Notebook instance 를 생성하기 위해 왼쪽 패널 메뉴 중 **Notebook Instances** 선택 후 오른쪽 상단의 **Create notebook instance** 버튼을 클릭 합니다.



aws Services - Resou	rce Groups 🗸 🔭 🗘 Seoul 🗸 Support 🗸
Amazon × SageMaker	Amazon SageMaker > Notebook instances
Dashboard	Notebook instances
Notebook	Open Start Update settings Actions Create notebook instance
Notebook instances	Q Search notebook instances < 1 > ③
Lifecycle configurations	
▼ Training	Name V Instance Creation time V Status V Actions
Training jobs	There are currently no resources.
Hyperparameter tuning jobs	
▼ Inference	
Models	
Endpoint configurations	
Endpoints	
Batch transform jobs	

3) Notebook instance 이름으로 [First Name]-[Last Name]-workshop 으로 넣은 뒤 ml.m4.xlarge 인스턴스 타입을 선택 합니다.

reate notabook instance
reate notebook instance
azon SageMaker provides pre-built fully managed notebook instances that run Jupyter tebooks. The notebook instances include example code for common model training and host prcises. Learn more 🔀
Notebook instance settings
Notebook instance name
Maximum of 63 alphanumeric characters. Can include hyphens (-), but not spaces. Must be unique within yc account in an AWS Region.
Notebook instance type
ml.m4.xlarge
IAM role Notebook instances require permissions to call other services including SageMaker and S3. Choose a role or us create a role with the AmazonSageMakerFullAccess IAM policy attached.
VPC - optional Your notebook instance will be provided with SageMaker provided internet access because a VPC setting is specified.
No VPC
Lifecycle configuration - optional Customize your notebook environment with default scripts and plugins.
No configuration
Encryption key - optional Encrypt your notebook data. Choose an existing KMS key or enter a key's ARN.
No Custom Encryption
Tans - ontional



4) IAM role 은 **Create a new role** 을 선택하고, 생성된 팝업 **창에서는 S3 buckets you specify** - optional 밑에 Specific S3 Bucket을 선택 합니다. 그리고 텍스트 필드에 위에서 만든 S3 bucket 이름(예: sagemaker-xxxx)을 선택 합니다. 이후 **Create role** 을 클릭합니다.

Create an IAM role	×
Passing an IAM role gives Amazon SageMaker permission to perform actions in other AWS services on your behalf. Creating a role here will grant permissions described by the AmazonSageMakerFullAccess IAM policy to the role you create. The IAM role you create will provide access to:	
 S3 buckets you specify - optional Specific S3 buckets 	
Example: bucket-name-1, bucket-name-2, bu	
 Any S3 bucket Allow users that have access to your notebook instance access to any bucket and its contents in you account. 	r
○ None	
⊘ Any S3 bucket with "sagemaker" in the name	
⊘ Any S3 object with "sagemaker" in the name	
S3 bucket with a Bucket Policy allowing access to SageMaker See S3 bucket policies	2
Cancel Create rol	e

5) 다시 Create Notebook instance 페이지로 돌아온 뒤 **Create notebook instance** 를 클릭합니다.

3. Notebook Instance 접근하기

1) 서버 상태가 InService 로 바뀔 때까지 기다립니다. 보통 5 분정도의 시간이 소요 됩니다.

Amazon SageMaker > Noteboo	ok instances				
Notebook instances	Open Start	Update settings	Actions v	Create	notebook instance
Q Search notebook instances	;				< 1 > ©
Name	▼ Instance	Creation time	•	Status .	Actions
O pilho-kim-workshop	ml.m4.xlarge	Sep 17, 2018 08:24	UTC	⊘ InService	Open Stop



2) Open 을 클릭하면 방금 생성한 notebook instance 의 Jupyter 홈페이지로 이동하게 됩니다.

• • • C Home	× +
	🗎 https://pilho-kim-workshop.notebook 🖈 🕟 🖳 👶 🕸 😰 🔝 😓 😁 🖸 🚱 🗷 🦃 😨 🔅
Ċ jupyte	Try JupyterLab (beta) Quit
Files Run	ining Clusters Conda SageMaker Examples
Select items to p	erform actions on them.
0 -	I / Name Last Modified File size
lost+1	iound 5 minutes ago



Module 2: 실습용 코드 다운 받기

SageMaker 의 Jupyter 노트북도 Linux 기반의 서버입니다. Jupyter 노트북에서 서버의 Terminal 을 바로 실행하는 기능을 제공하고 있습니다. Figure 1 와 같이 Terminal 을 선택합니다.



Figure 1. SageMaker 노트북 서버에 접속하기 위한 Terminal 실행 화면.

Figure 2 과 같이 터미널이 실행되면 아래의 명령어들을 입력해서 실행합니다.

cd SageMaker/ git clone <u>https://github.com/aws-samples/aws-ai-ml-workshop-kr</u>



Figure 2. git 싸이트에서 실습 코드 다운 받기.



코드를 다운 받고 난 후 Jupyter 노트북을 갱신 하면 (오른쪽 상단의 Refresh 아이콘을 클릭하세요) 새롭게 다운 받은 코드 폴더가 보입니다 (Figure 3 참조).

💭 Jupyter	Try JupyterLab (beta) Quit
Files Running Clusters SageMaker Examples Conda		
Select items to perform actions on them.	Upload	New 🗸 🎗
□ 0 - i-ml-workshop / src / release / 2018-10	Name Last Modified	File size
۵	seconds ago	
ata Condata	an hour ago	
🔲 🗀 ml-100k	an hour ago	
module3-video-game-sales-xgboost.ipynb	Running 19 minutes ago	26.3 kB
module4-TensorFlow_Distributed_MNIST.ipynb	Running 18 minutes ago	10.9 kB
module5-Image-classification-transfer-learning.ipynb	Running 21 minutes ago	37.6 kB
module6-DeepAR-HomeElectricity.ipynb	Running 20 minutes ago	42.3 kB
Module7-Movie recommendation on Amazon SageMaker Using Factorization Machines.ipynb	Running 7 minutes ago	16.7 kB
Module8-SageMaker-Seq2Seq-Translation-English-German-InternetFacingApp.ipynb	Running 19 minutes ago	14.9 kB

Figure 3. 새로 다운 받은 폴더 생성 확인 화면.



Module 3: 비디오 게임 세일즈 Notebook

이 모듈에서는 Jupyter notebook 예제를 통해 어떻게 아마존이 제공하는 알고리즘을 SageMaker 에서 사용할 수 있는지 알아 봅니다. 특히 SageMaker 버전의 XGBoost 알고리즘을 사용하게 되는데, XGBoost 는 Gradient boosted decision tree 알고리즘을 구현한 유명하고 효율적인 오픈 소스버전입니다. Gradient boosting 은 supervised learning 알고리즘 중에 하나로 단순하고 weak 한 모델들의 예측치를 결합하여 타겟 변수를 예측합니다. XGBoost 는 다양한 종류의 데이터 타입과, 관계, 분산을 처리할 수 있기 때문에 많은 머신 러닝 경진 대회에서 우수한 결과를 낸 알고리즘 입니다. 이 알고리즘은 관계형 데이터 베이스 또는 Flat 파일등과 같은 정형 데이터를 다룰 경우 바로 사용 할 수 있는 알고리즘입니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module3-video-game-sales-xgboost.ipynb

1. 첫번째 Cell 에서 bucket= '<your_s3_bucket_name_here>' 라인에서

<your_s3_bucket_name_here>을 모듈 1 에서 만든 S3 bucket 이름(예: sagemaker-

xxxxx)을 적습니다. S3://....와 같은 경로 이름은 적지 않습니다.



Upyte	er video-game-sales-xgboost Last Checkpoint: 7 minutes ago (autosaved)		
File Edit	t View Insert Cell Kernel Widgets Help	Trusted	conda_python
B + »	< 🖆 🚯 🛧 🔸 🕅 🔳 C Code 🔍 🖃 🛱 🖬		
	imbalances between the classes in the small data set. In such situations, using an ensemble notebook will focus on using XGBoost, a popular ensemble learner, to build a classifier to de hit.	learner can be a g termine whether a	good choice. This game will be a
	Setup		
	Let's start by specifying:		
	 The S3 bucket and prefix that you want to use for training and model data. This should by Notebook Instance, training, and hosting. 	be within the same	region as the
	 The IAM role arn used to give training and hosting access to your data. See the docume Note, if more than one role is required for notebook instances, training, and/or hosting, get_execution_role() call with the appropriate full IAM role arn string(s). 	entation for how to please replace the	create these.
In []:	<pre>bucket = 'sagemaker-jihys' prefix = 'sagemaker/videogames_xgboost'</pre>		
	import sagemaker		

2. Jupyter notebook 은 코드와 주석을 같이 저장합니다. Jupyter notebook 에는 두

가지의 Cell(Code Cell 과 markdown Cell)이 있습니다. Code 를 실행하려면 실행

버튼을 클릭합니다. (Control+Enter 도 동일한 기능이며, 실제 사용하는 실행 후 셀을

이동하는 Shift+Enter 가 더 편리합니다.)



3. Code 가 실행되면 Code Cell 왼쪽의 "In []" 라는 부분이 "In [*]"로 변경이 되고

완료시에는 실행 순서를 나타내는 숫자로 변경 됩니다.

※ 모델 훈련에는 약 10 분에서 15 분 정도가 소요됩니다.

※ 코드는 Code Cell 에 나타난 순서대로 실행하고 반복 작업을 피하기 위해서 한 번만 실행합니다. 같은 훈련 job cell 을 반복 실행하게 되면 두 개의 훈련 job 을 실행하게 되어 서비스 제한을 넘을 수도 있습니다.



Module 4: TensorFlow 를 활용한 분산 훈련 Notebook

이 모듈에서는 <u>MNIST Database</u>에서 손으로 쓴 숫자의 이미지 데이터를 활용하여 SageMaker에서 어떻게 분산 훈련을 실행하는지 설명합니다. <u>TensorFlow MNIST Example</u>에 기반한 Convolutional Neural Network model 을 활용합니다.

이 모델을 통해 데이터 전처리 작업, 모델 훈련, SageMaker hosted endpoint 생성, 훈련된 모델을 endpoint 에 실제로 적용 하기 위해 어떻게 Jupyter notebook 과 SageMaker Python SDK 를 사용하는지 설명합니다.

생성된 모델은 실제로 사용자가 그려 넣은 숫자가 무엇인지 예측합니다. 이 예제에서는 TensorFlow 를 사용해 자신의 코드를 가져와 실행하는 것 뿐만 아니라, SageMaker 에서 모델 훈련을 위해 여러 대의 인스턴스 클러스터를 얼마나 쉽게 생성할 수 있는지 보여 줍니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module4-TensorFlow_Distributed_MNIST.ipynb

※ 모델 훈련에는 약 13 분에서 15 분 정도가 소요됩니다.



Module 5: 이미지 분류 Notebook

이 모듈에서는 이미지 분류 예제를 실행합니다. 특히, 아마존에서 제공하는 이미지 분류 알고리즘을 활용합니다. 이 알고리즘은 Supervised learning 알고리즘으로 이미지를 인풋으로 받아 여러 개의 아웃풋 카테고리 중에서 하나로 분류 합니다.

이 알고리즘은 Convolutional Neural Network 중의 하나인 ResNet 을 활용하는데, 처음 부터 이를 이용한 훈련을 할수도 있고, 충분한 수의 훈련 이미지가 없을 때 transfer learning 을 써서 훈련 할 수도 있습니다.

이 실습에서는 직접 신경망을 설계하거나 구현하지 않고, 신경망이나 이미지 분류에 대한 지식이 없더라도 SageMaker 의 이미지 분류 알고리즘이 얼마나 쉽게 활용 될 수 있는지 알아봅니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module5-Image-classification-transfer-learning.ipynb

※ 이 모델을 훈련하는데는 약 25 분에서 30 분이 소요됩니다. Transfer learning 이 사용되기 때문에 비교적 짧은시간이 걸립니다.

※ 이 모델을 훈련하는데는 ml.p2.8xlarge 이 사용됩니다. 만약 본인의 account 설정에 service limit 이 걸려있다면 <u>http://docs.amazonaws.cn/en_us/general/latest/gr/aws_service_limits.html</u> 의 안내에 따라 "Amazon SageMaker Training"의 limit increase 를 실습 며칠전에 미리 신청하셔야 합니다.

To request a limit increase

- 1. Open the <u>AWS Support Center</u> page, sign in if necessary, and choose **Create case**.
- 2. For Regarding, choose Service Limit Increase.
- 3. Complete the form. If this request is urgent, choose **Phone** as the method of contact instead of **Web**.
- 4. Choose Submit.



Module 6: DeepAR 를 활용한 분산 훈련 Notebook

이 모듈에서는 DeepAR 에 대한 소개와 가정 전력소모 데이터에 대한 예측 모델을 만드는 과정입니다. 본 실습을 통해:

- Python 을 활용한 데이터 정제
- DeepAR 모델 훈련 및 배포
- DeepAR 의 Advanced features 에 대한 활용

을 다루게 됩니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module6-DeepAR-HomeElectricity.ipynb

※ 이 모델을 훈련하는데는 약 25 분에서 30 분이 소요됩니다. Transfer learning 이 사용되기 때문에 비교적 짧은시간이 걸립니다.



Module 7: Factorization Machine 을 이용한 영화 추천 서비스 Notebook

이 모듈에서는 Factorization Machines 에 대한 소개와 이를 이용한 영화 추천 서비스를 만드는 과정입니다. 본 실습을 통해:

- Factorization Machines 알고리즘을 위한 데이터 준비 과정
- Factorization Machines 모델 훈련 및 배포

을 다루게 됩니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module7-Movie recommendation on Amazon SageMaker Using Factorization Machines.ipynb

※ 이 모델을 훈련하는데는 약 10 분에서 15 분이 소요됩니다.

Module 8: Internet-facing 앱 개발

Amazon SageMaker 는 데이터 사이언티스트와 개발자들이 쉽고 빠르게 구성, 학습하고 어떤 규모 로든 기계 학습된 모델을 배포할 수 있도록 해주는 관리형 서비스 입니다. 이 워크샵을 통해 Sagemaker notebook instance 를 생성하고 샘플 Jupyter notebook 을 실습하면서 SageMaker 의 일부 기능을 알아보도록 합니다.

이 모듈에서는 영어를 독일어로 변환하는 SageMaker 의 Sequence-to-Sequence 알고리즘을 이용한 언어번역기를 학습해보고 이 서비스를 인터넷을 통해 활용할 수 있는 방법에 대해 실습해 보겠습니다.

본 Hands-on 에서는 SageMaker 에서 생성한 Endpoint inference service 를 웹 상에서 호출하기 위해 AWS Lambda 와 AWS API Gateway 를 Figure 4 과 같은 데모를 만들어 보겠습니다.



Figure 4. SageMaker Internet-facing App Data Flow.

Figure 4 에서는 SageMaker 의 기능 데모를 위해 가장 간략한 구조를 채택하고 있습니다. 예를 들어 <u>Amazon S3 의 Static Website 에 다른 도메인 이름을 지정하기 위한 Route 53 서비스</u>나 <u>캐슁 서비스를 위한 CloudFront</u> 등의 서비스는 실제 비즈니스 적용 시에는 고려 되어야할 서비스입니다.

전제 Lab 시간은 일반 사용자의 경우 한시간에서 한시간 30 분정도 소요 예상 됩니다.



Module 8-1: 영어-독어 번역 ML 모델 학습

Sequence-to-Sequence 알고리즘 노트북 열기

SageMaker 가 지원하는 Seq2Seq 알고리즘은 MXNet 기반으로 개발된 <u>Sockeye</u> 알고리즘을 기반으로 개발된 최신의 Encoder-decoder 구조를 구현한 것으로 문서자동요약이나 언어 번역 서비스에 적용할 수 있습니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다 (Figure 5 참조).

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module8-SageMaker-Seq2Seq-Translation-English-German-InternetFacingApp.ipynb

💭 Jupyter	
Files Running Clusters Conda	
Select items to perform actions on them.	Upload New - 2
0 v lai-ml-workshop	Name 🕹 Last Modified
۵	seconds ago
SageMaker-Seq2Seq-Translation-English-German-InternetFacingApp.ipynt	3 minutes ago
README.md	3 minutes ago

Figure 5. Seq2Seq 노트북 디렉토리 위치.

Jupyter SageMaker-Seq2Seq-Translation-English-German-Internet	FacingApp (autosaved)
File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help	Trusted conda_python3 O
E + ≈ 2 A <pa <="" p=""> A A A A A</pa>	
Machine Translation English-German Exar	mple Usina
SageMaker Seq2Seq	
1. Introduction	
2. <u>Setup</u> 3. Download dataset and preprocess	
4. Training the Machine Translation model	
5. Inference	
Introduction	
Welcome to our Machine Translation and to and exampled in this dame, we will use	a pro-trained English Corman translation
model and will deploy it for an internet-facing App. This notebook will take about 12	2-15 minutes to complete.

Figure 6. 노트북 화면.



노트북에 대한 설명

본 노트북은 아래에 위치한 예제 노트북의 수정된 버전으로 미리 학습된 머신 러닝 모델을 사용하도록 바뀌었습니다.

/sample-notebooks/introduction_to_amazon_algorithms/seq2seq_translation_en-de/SageMaker-Seq2Seq-Translation-English-German.ipynb

상기 노트북은 빠른 학습 시간을 위해 Figure 7와 같이 전체 데이터 중 첫번째 10000개의 데이터의 대해서만 학습을 해서 Seq2Seq 알고리즘의 사용방법을 소개하고 있습니다.

Since training on the whole dataset might take several hours/days, for this demo, let us train on the first 10,000 lines only. Don't run the next cell if you want to train on the complete dataset.

Figure 7. 샘플 데이터 선택 화면.

Figure 8 는 다운받은 corpus 의 실제 데이터 내용으로 영어 및 독일어 데이터가 어떻게 문장 대 문장으로 매핑 되고 있는지를 보여주고 있습니다.



영문 데이터 (corpuc.tc.en.small 내용)

독일어 데이터(corpuc.tc.de.small 내용)

Figure 8. 번역기 학습을 위한 영문 자료와 독일어 자료 비교 화면.

실제로는 10000 개의 샘플 문장으로 훈련한 번역기는 좋은 결과를 보여줄 수 없습니다. 그렇지만 전체 데이터 학습을 위해서는 선택하시는 SageMaker 의 서버 Instance Type 에 따라 다르지만 수시간에서 수일의 장시간이 소요될 수 있습니다. 따라서 이 노트북의 개발자들은 좀더 나은



품질의 번역 결과 체험을 원하시는 사용자들 위해 전체 데이터에 이미 훈련이 된 모델을 공유하고 있습니다.

이 Pre-trained model 을 사용하기 위해서는 노트북의 코드 중 Endpoint Configuration 직전의 코드를 아래와 같이 수정해서 이미 훈련된 모델을 다운로드 한 다음 본인의 S3 버켓으로 업로드 하시면 됩니다. 이때 Jupyter 노트북 마지막 줄의 *sage.delete_endpoint* 는 데모를 계속 진행하기 위해 실행하지 않습니다. 이를 위해 이번에는 가장 마지막 줄에 있는 코드를 주석 처리하겠습니다.



Figure 9. delete_endpoint 함수 콜 코멘트 처리 화면.

Pre-trained 모델을 사용 하기 위한 노트북 수정

노트북에서 하단의 S3 bucket 이름에 상기 생성한 S3 이름을 입력하시고 우측의 예와 비슷한 형식으로 prefix 를 입력하시면 됩니다 (Figure 11 참조).

```
# S3 bucket and prefix
bucket = '<your_s3_bucket_name_here>'
prefix = 'sagemaker/<your_s3_prefix_here>' # E.g.'sagemaker/seq2seq/eng-german'
```

Figure 10. 노트북 S3 버킷 이름 및 prefix 수정 전 화면.

```
In [1]: # S3 bucket and prefix
bucket = 'sagemaker-pilho-hands-on'
prefix = 'sagemaker/seq2seq/eng-german' # E.g.'sagemaker/seq2seq/eng-german'
```

Figure 11. S3 버킷 및 prefix 수정 후 화면 예제. 본인의 S3 버킷 이름으로 수정하셔야 합니다.

노트북 실행 방법

이제 노트북 전체를 실행할 준비가 되었습니다. Jupyter 노트북을 실행하는 방법은 코드가 있는 셀을 클릭으로 선택하신 후 Shift-enter 키를 누르시거나 또는 Jupyter 노트북 상단의 툴바에서 "Run cell, select below" 버튼을 클릭하셔도 됩니다.





Figure 12. Jupyter 노트북 셀 실행 툴바.

전체 실행 과정은 약 12 분에서 15 분 정도 소요 됩니다. 각각의 셀을 실행시키면서 셀 하단에 표시되는 처리결과들을 확인해 보시기 바랍니다.

노트북 코드 중 "Create endpoint configuration" 셀에서 현재 *InstanceType* 이 '*ml.m4.large*' 로 되어 있습니다 (Figure 13 참조). Seq2Seq 알고리즘은 Neural network 기반이기 때문에 *ml.p2.xlarge* (GPU) instance 를 사용하실 수 있지만 본 실습에서는 Free tier 가 지원되는 *ml.m4.xlarge* 를 사용하고 있습니다. ml.t2.* instance 는 time-out 문제가 발생할 수 있으므로 본 실습에서는 사용하지 않습니다.



Figure 13. Endpoint configuration 화면.

노트북 코드 중 "Create endpoint" 셀은 새로운 서버를 설치하고 실행 코드를 설치하는 과정이므로 본 노트북에서는 가장 많은 시간 (약 10~11 여분)이 소요 되는데 아래와 같은 메세지를 확인하시면 다음 모듈로 진행하시면 됩니다 (Figure 14 참조).

Endpoint creation ended with EndpointStatus = InService



	Create endpoint
	Lastly, we create the endpoint that serves up model, through specifying the name and configuration defined above. The end result is an endpoint that can be validated and incorporated into production applications. This takes 10-15 minutes to complete.
In [21]:	<pre>%%time import time</pre>
	<pre>endpoint_name = 'DEMO-Seq2SeqEndpoint-' + strftime("%Y-%m-%d-%H-%M-%S", gmtime()) print(endpoint_name)</pre>
	create_endpoint_response = sage.create_endpoint(EndpointName=endpoint_name, EndpointConfigName=endpoint_config_name)
	<pre>print(create_endpoint_response('EndpointArn'))</pre>
	<pre>resp = sage.describe_endpoint(EndpointName=endpoint_name) status = resp['EndpointStatus']</pre>
	<pre>print("Status: " + status)</pre>
	<pre># wait until the status has changed sage.get_waiter('endpoint_in_service').wait(EndpointName=endpoint_name)</pre>
	<pre># print the status of the endpoint endpoint response = sage.describe endpoint(EndpointName=endpoint name)</pre>
	<pre>status = endpoint_response['EndpointStatus'] print('Endpoint creation ended with EndpointStatus = {}'.format(status))</pre>
	<pre>if status != 'InService': raise Exception('Endpoint creation failed.')</pre>
	DEMO-Seq2SeqEndpoint-2018-03-13-06-35-48 arn:aws:sagemaker:us-east-1:082256166551:endpoint/demo-seq2seqendpoint-2018-03-13-06-35-48
	Endpoint creating Endpoint creation ended with EndpointStatus = InService CPU times: user 92 ms, sys: 0 ns, total: 92 ms Wall time: 10min 32s

Figure 14. SageMaker Endpoint 생성 결과 화면.

노트북 가장 하단의 *delete_endpoint* 는 주석 처리 되어 있어야 endpoint 서버가 다음 실습을 위해 계속 운용될 수 있습니다. 만약에 실행 전에 수정하셨다면 "**Create endpoint**" 부분의 코드를 다시 실행하시기 바랍니다.



Module 8-2: SageMaker Endpoint 호출 Lambda 함수 개발하기

본 모듈에서는 방금 생성한 SageMaker 의 Inference service 를 호출하는 Lambda 함수를 개발해 보겠습니다.

Lambda 함수 생성하기

- 1. AWS 콘솔에서 Lambda 를 선택 (https://console.aws.amazon.com/lambda)
- 2. "Create function" 선택 (Figure 15 참조)



Figure 15. Lambda 함수 생성 화면.

Author from scratch tart with a simple "hello world" xample.	•	Blueprin Choose a starting p	nts preconfigured tem oint for your Lamb	O blate as a da function.	Serve Repo Find a publis partne	erless Appl sitory nd deploy ser hed by develo ers on AWS.	lication verless apps opers, companies, and
Name*							
myFunctionName							
Runtime*							
Python 3.6			•				
Role* Defines the permissions of your function. more about Lambda execution roles. Create a custom role	1. Note that r	new roles may no	ot be available for a fe	v minutes after cre	ation. Learn		
The custom role creation experience will o	open in a ne	ew tab. Ensure th	at popups are enable	to create a custom	n role.		

Figure 16. Lambda 함수 생성 화면.



- 3. Lambda 생성화면에서 Figure 16 과 같이 Lambda 함수 이름과 Runtime (Python 3.6) 그리고 Role 은 "Create a custom role"을 선택합니다.
 - a. Name : MySeq2SeqInference 으로 지정.
 - b. Runtime: Python 3.6 으로 지정
 - c. Role: Create a custom role 을 선택하면 Figure 17 와 같이 [AWS Lambda required access to your resources]가 나옵니다. 여기서 [**Allow**]를 누릅니다.
 - d. Allow 클릭하면 창이 닫히고 Lambda Console 로 돌아가는 데 여기서 Create Function 을 선택하시면 됩니다.

AWS Lambda req	uires access to your resources
AWS Lambda use	s an IAM role that grants your custom code permissions to access AWS resources it needs.
 Hide Details 	S
Role Summary 🕼	
Role	Lambda execution role permissions
Description	
IAM Role	Create a new IAM Role
Role Name	lambda_basic_execution
View Policy	Document
,	
	Cancel Allow

Figure 17. AWS Lambda 접근 허락 화면.

Lambda 함수에 Role 을 추가하기

방금 생성한 Lambda 함수에 새롭게 추가된 Role 에 SageMaker 와 API Gateway 를 사용할 수 있는 정책 (Policy)를 추가해보겠습니다.

1. AWS 콘솔에서 IAM 서비스를 선택하세요.



- 2. 왼편의 메뉴에서 "Roles"를 클릭하세요.
- 3. 방금 생성하신 Lambda 에 사용되는 Role 을 선택하세요 (Figure 18 참조)

Cre	bate role Delete role		
	Role name 👻	Description	Trusted entities
	AWSWAFSecurityAutomat		AWS service: lambda
	AWSWAFSecurityAutomat		AWS service: lambda
	AWSWAFSecurityAutomat		AWS service: lambda
	AWSWAFSecurityAutomat		AWS service: lambda
	lambda_basic_execution		AWS service: lambda
	myFirstLambdalAMRole		AWS service: lambda
	test-stack-LambdaExecuti		AWS service: lambda
	test-stack-SNSLambdaRo		AWS service: autoscaling

Figure 18. Lambda 함수 선택.

4. "Add inline policy"를 선택하세요 (Figure 19 참조).

Roles > lambda_basic_execution			
Summary			Delete role
Role ARN	arn:aws:iam::082256166551:role/lambda_ba	asic_execution	
Role description	Edit		
Instance Profile ARNs	42		
Path	1		
Creation time	2018-03-22 13:31 UTC+0900		
Maximum CLI/API session duration	1 hour Edit		
Permissions Trust relationships	Access Advisor Revoke sessions		
✓ Permissions policies (1 polic	y applied)		
Attach policies			• Add inline policy
Policy name 👻		Policy type 👻	
oneClick_lambda_basic_exec	cution_1521693367592	Inline policy	×
 Permissions boundary (not s 	et)		

Figure 19. IAM Role 에 정책을 추가하는 화면.



5. 다음 화면의 검색창에 "SageMaker" 입력 하세요 (Figure 20 참조).

Create policy			1 2
A policy defines the AWS permissions that	t you can assign to a user, group, or role. You can cre	ate and edit a policy in the vis	sual editor and using JSON. Learn more
Visual editor JSON			Import managed policy
Expand all Collapse all			
			Clone Remove
Service	Select a service below Q sage		Enter service manually
	Cost and Usage Report ⑦ EC2 Mess	sages ⑦	SageMaker 🕜
Actions	Select actions		
Resources	Choose actions before applying resources		
Request conditions	Choose actions before specifying conditions		
			• Add additional permissions

Figure 20. AmazonSageMakerFullAccess 정책 추가 화면.

6. Access level at Actions 에 있는 모든 "DescribeEndpoint" and "InvokeEndpoint" 를 선택하세요 (See Figure 21).

Create policy		1 2
A policy defines the AWS permissions that you	can assign to a user, group, or role. You can create and edit a policy in the visual editor and u	using JSON. Learn more
Visual editor JSON		Import managed policy
Expand all Collapse all		
- SageMaker (2 actions) 🛕 1 warning		Clone Remove
Service	SageMaker	
Actions	Specify the actions allowed in SageMaker $$	Switch to deny permissions
0.000	Q Filter actions	
	Manual actions (add actions) All SageMaker actions (sagemaker:")	
	Access level	Expand all Collapse all
	List Read (2 selected)	
	CreatePresignedNotebookInstanc	DescribeTransformJob ③
	DescribeEndpoint DescribeNotebookInstance	✓ InvokeEndpoint ③
	DescribeEndpointConfig ⑦ DescribeNotebookInstanceLifecyc 0	D
	DescribeHyperParameterTuningJob 🗇 🗌 DescribeTrainingJob 🗇	
	▶	
Resources	You chose actions that require the endpoint resource type.	
		Cancel Review policy



Figure 21. Select DescribeEndpoint and InvokeEndpoint in the Access level.

7. 하면 하단의 Resources 에 있는 노란색의 "You chose actions that require the endpoint-config resource type" 문장을 선택하신 후 Figure 22 화면과 같이 Resources 섹션에 있는 "Any" 를 선택합니다. 이후 화면 하단에 있는 "Review policy"를 선택하세요.

Create policy		1 2
policy defines the AWS permissions that you o	an assign to a user, group, or role. You can create and edit a policy in the visual editor and using JSON. Learn more	
Visual editor JSON		Import managed policy
Expand all Collapse all		
 SageMaker (2 actions) 		Clone Remove
ø Service	SageMaker	
Actions	Read DescribeEndpoint InvokeEndpoint	
Resources close	Specific All resources endpoint ⑦ Any resource of type = endpoint	✓ Any
Request conditions	Specify request conditions (optional)	
	O Add ac	ditional permissions
	Cancel	Review policy

Figure 22. Select endpoint resource type.

8. "Review policy" 다이얼로그에서 새로운 policy 이름을 입력하신 후 화면 하단의 Create policy 버튼을 선택하세요 (See Figure 30).

Create polic	У			1 2
Review policy				
Before you create this p	olicy, provide the required inf	ormation and review this policy.		
Nam	e* sagemaker_seq2seq_i	olicy		
	Maximum 128 characters. U	se alphanumeric and '+=,.@' characters.		
Summa	Q Filter			
	Service 👻	Access level	Resource	Request condition
	Allow (1 of 142 service	es) Show remaining 141		
	SageMaker	Limited: Read	arn:aws:sagemaker:*:*:endpoint/*	None
* Required			Cancel	Previous Create policy

Figure 23. Create policy screen.



9. 최종 추가된 Policy 가 그림 19 와 동일한지 확인

ummary		Delete r
Role ARN	arn:aws:iam::082256166551:role/lambda_basic_execution	
Role description	Edit	
Instance Profile ARNs	名	
Path	/	
Creation time	2018-03-22 13:31 UTC+0900	
Maximum CLI/API session duration	1 hour Edit	
ermissions Trust relationships	Access Advisor Revoke sessions	
 Permissions policies (2 polic 	es applied)	
Attach policies		• Add inline policy
	Policy type 👻	
Policy name 👻		
Policy name oneClick_lambda_basic_exect	ution_1521693367592 Inline policy	\$

Figure 24. 최종 Role 의 정책들 화면.



Lambda 함수 코딩하기

다시 AWS 콘솔의 Lambda 서비스 화면으로 이동하신 후 윗 단계에서 생성하신 Lambda 를 선택합니다. Figure 25 과 같이 추가된 Role 의 Policy 들을 확인하실 수 있습니다.

mbda > Functions > M	ySeq2SeqInference		ARN - arn:aw	s:lambda:ap-northeast-2:082256166551:function:MySeq2SeqInfere
lySeq2SeqInfe	rence	Throttl	e Qualifiers 🔻	Actions ▼ Select a test event ▼ Test Save
Configuration Monito	oring			
▼ Designer				
Add triggers Choose a trigger from the list below to add it to your function.	P	I	MySeq2SeqInfe	rence
API Gateway	Add triggers fron	the list on the left		Amazon CloudWatch Logs
AWS IOT				America Constitution
CloudWatch Events				
CloudWatch Logs				Resources that the function's role has access to appear here
IodeCommit				L
Function code Info				
Code entry type		Runtime		Handler Info
Edit code inline	•	Python 3.6	•	lambda_function.lambda_handler
A File Edit Find View	Goto Tools Window			n o
MySeq2SeqInference	Iambda_function × 1 import ison	•		

Figure 25. Lambda 선택 화면.

현 페이지에서 마우스를 스크롤해서 하단으로 이동하면 Figure 26와 같이 Lambda의 내장 코드들을 직접 수정할 수 있는 인터페이스가 제공이 됩니다.



Figure 26. Lamba 코드 개발 화면.



AWS Lambda 는 AWS 콘솔 상에서 바로 코딩할 수 있게 Cloud9 에디터가 내장되어 있습니다. 아래의 순서에 따라 Lambda 함수를 만들어 보겠습니다.

 다음 페이지의 Python 샘플 코드를 Copy 후 Paste 로 Lambda 의 online editor 에 입력합니다. Python 코드를 복사 및 붙여 넣기를 할때는 원 코드의 indent 를 그대로 지키는 것이 중요합니다. 현재 보시고 있는 PDF 문서 상에서 복사가 제대로 되지 않는 경우 아래 온라인 주소에서 소스코드를 복사하 셔도 됩니다:

https://raw.githubusercontent.com/pilhokim/ai-ml-workshop/master/2018-09/lambda_function.py

 붙여넣기 하신 소스코드 상의 "endpoint_name" 을 본 실습 동안 생성한 Seq2Seq endpoint 서버 주소로 변경하십시요 (Figure 27 참조).

Amazon SageMaker $~ imes$	Amazon SageMaker > Endpoints				
Dashboard Notebook instances — Lifecycle configuration	Endpoints Q Search endpoints	Update endpoint	t Actions	Create e	ndpoint
Jobs Resources	Name v	ARN	Creation time ▼	Status 🔻	Last updated
Models Endpoint configuration Endpoints	DEMO- Seq2SeqEndpointConfig: 2018-03-14-13-26-43	am:aws:sagemaker:us-east- 1:082256166551:endpoint/demo-seq2seqendpointconfig- 2018-03-14-13-26-43	Mar 14, 2018 13:28 UTC	⊘ InService	Mar 14, 2018 13:37 UTC

Figure 27. SageMaker EndPoint 이름 확인 방법.

Labmda Python sample Code



- 3. Endpoint 용으로 선택하신 서버의 Instance Type 과 번역을 하기위한 text 의 크기에 따라 번역에 몇초 이상이 소요될 수도 있습니다. 이 시간동안 Lambda 함수 호출이 Timeout 되는 것을 방지하기 위해 Figure 28 와 같이 Lambda 의 Timeout 시간을 10 초로 늘입니다.
- 4. 상단의 "Save" 버튼을 눌러 저장합니다.

Description Memory (MB) Info Your function is alloca					
Memory (MB) Info Your function is alloca					
Your function is alloca					
configurea.	ted CPU propo	ortional t	o the n	nemor	У
128 MB					

Figure 28. Lambda 함수 Timeout 값 조정.

새로 만든 Lambda 함수의 동작을 바로 확인할 수 있습니다.

1. Figure 29 와 같이 "Configure test events"를 선택합니다.

Select a test event	•	Test	Save
Configure test events			

Figure 29. Lambda 테스트 데이터 구성 화면.

- 2. Event name 을 입력합니다 (예: SampleEnglishSentence)
- 3. 하단의 테스트 이벤트 입력화면에서 Figure 30 과 같이 아래의 샘플 영어 문장을 입력합니다.

 또는
 <u>https://raw.githubusercontent.com/pilhokim/ai-ml-</u>

 workshop/master/2018-09/sample_query.json
 에서 복사해서 사용하셔도 됩니다.

```
{
    "sentences": [
    {
        "query": "I love you"
    },
    {
        "query": "I love you, too"
    }
]
}
```



Configure test event X	Test Save
A function can have up to 10 test events. The events are particled to you can switch to another computer or web browser.	
and test your function with the same events.	ndler
• Create new test event	22.4
 Edit saved test events 	
Event template	
Hello World 🔹	
Event name	
SampleEnglishSentence	
<pre>1 - { 2 - "sentences": [3 - { 4 "query": "I love you" 5 }, 6 - { 7 "query": "I love you, too" 8 } 9] 10 }</pre>	

Figure 30. Test 이벤트 생성.

이때 주의하실점은 JSON 형식의 "sentences"와 "query"는 미리 약속된 key 값이므로 변경을 하시면 안됩니다.

- 4. Create 버튼을 선택합니다.
- 입력이 완료 된 후 상단의 "Test" 버튼을 클릭하시면 Figure 31 와 같은 화면이 보이면 정상적으로 작동하는 것을 확인하실 수 있습니다. 하단의 Cloud9에서도 결과를 확인하실 수 있습니다.

Lambda > Functions > YourNameSeq2SeqInferenceLambda	ARN - arn:aws:lambda:us-east-	-1:082256166551:function:YourNameSeq2SeqInferenceLambda
YourNameSeq2SeqInferenceLambda	Qualifiers Actions	SentenceEnglishSample v Test Save
 Congratulations! Your Lambda function "YourNameSeq2SeqInferenceLambd "Test" button to input a test event when you are ready to test your function. 	a" has been successfully created. You ca	in now change its code and configuration. Click on the $$ $$ $$ $$ $$ $$
 Execution result: succeeded (logs) Details 		×
The area below shows the result returned by your function execution.		
{ "predictions": [{ "target": "ich liebe Sie ." }, { /		
"target": "ich liebe <unk> zu <unk> ." }] }</unk></unk>		
Summary		
Code SHA-256 RU5uq2J89qzzrwwekh8qpnLkW0lzC4h1A45sBQY0k Duration 4917.07 ms Resources configured 128 MB	IM= Request ID 36co Billed duration 500 Max memory used 29 N	acy3-zceb-11e8-bt41-dat/3552101e 0 ms 18

Figure 31. Lambda 함수 테스트 결과 화면.



Module 8-3: AWS API Gateway 와 S3 Static Web Server 를 이용한 웹서비스 연결하기

API Gateway 생성 및 Lambda 함수 연결하기

- 1. Amazon API Gateway 콘솔 접속 (https://console.aws.amazon.com/apigateway/)
- 2. "Create API" -> "New API" 선택
- 3. 셋팅에서 새로운 API name 입력 (ex. SageMakerSeq2SeqLambdaGateWay)후 Endpoint Type 을 Regional 로 선택 (Figure 32 참조).

Create new API			
In Amazon API Gateway, an API refers	to a collection of resources an	d methods that can be invoke	ed through HTTPS endpoints.
New API	◯ Clone from existing API	O Import from Swagger	C Example API
Settings			
Choose a friendly name and description	on for your API.		
API name*	SageMakerSeq2SeqLa	mbdaGateWay	
Description			
Endpoint Type	Regional	\$	
* Required			Create API

Figure 32. Amazon API Gateway 생성 화면.

- 4. 바뀐 화면에서 Actions -> Create Method 선택
- 5. 하단의 콤보 박스에서 POST 선택 (Figure 33 참조)
- 6. 체크(V) 버튼 클릭해서 적용 (Figure 33 참조)



Figure 33. POST method 추가 화면.



- 7. 오른편의 셋업에서 아래와 같이 입력 진행 (Figure 34 참조)
 - a. Integration type: Lambda function
 - b. Lambda region: Labmda 를 생성하신 Region (us-east-1) 입력
 - c. Lambda function: Lambda 함수 이름 입력
 - d. "Save" 선택

Amazon API Gateway APIs	>	SageMakerSeq2SeqLambdaGa	teWay (etytsq7o6a) > Resources > / (hs7nmsk94d) > POST	Show all hints	0
APIs	•	Resources Actions -	/ - POST - Setup		
SageMakerSeq2Seq		✓ /	Choose the integration point for your new method.		
SageMakerSeq2SeqLambda		POST			
Resources			Integration type 📀 Lambda Function 0		
Stages			⊖ HTTP ❹		
Authorizers			O Mock 0		
Gateway Responses			AWS Service 0		
Madala			O VPC Link 0		
Models			Use Lambda Proxy integration 🛛 🖯		
Documentation			Lambda Region Us-east-1		
Settings					
Usage Plans			Lambda Function		
API Keys			TonuxameSedSSedimeteuceFampda	U	
Custom Domain Names			Use Default Timeout 🗹 0		
Client Certificates					Save

Figure 34. Lambda 함수를 호출하기 위한 Gateway POST method 셋팅 화면.

API Gateway 가 생성이 된 이후에는 Figure 35 와 같이 Test 를 진행하여 제대로 Lambda 를 호출하는지 확인하실 수 있습니다.

- a. "Test"를 선택하셔서 API Gateway 의 testing interface 를 확인합니다.
- b. Request body 에 Lambda 호출에 사용되었던 아래의 예제 데이터를 입력하신 후 Test 를 선택합니다.

```
{
    "sentences": [
    {
        "query": "I love you"
    },
    {
        "query": "I love you, too"
    }
]
}
```



/ - POST - Method Execution

TEST 4	\rightarrow	Method Request Auth: NONE ARN: arn:aws:execute-api:us-east- 1:082256166551:etytsq7o6a/*/POST/	→	Integration Request Type: LAMBDA Region: us-east-1	→	Lambda YourNameSe
Olien	-	Method Response HTTP Status: 200 Models: application/json => Empty	-	Integration Response HTTP status pattern: - + Output passthrough: Yes	-	sq2SeqInferenceLambda

Figure 35. API Gateway Test 화면

테스트 결과가 Figure 36 과 같이 보이면 정상적으로 동작하는 것으로 확인하실 수 있습니다.



Figure 36. API Gateway 테스트 결과.



- Enable CORS: S3 Static Web Server 를 이용해서 API Gateway 를 호출하면 origin 이 다르기 때문에 반드시 <u>CORS</u> (Cross-Origin Resource Sharing)를 Enable 해야만 외부 싸이트에서 이 REST 서비스를 이용할 수 있게 됩니다.
 - a. Actions -> Enable CORS 선택 (Figure 37 참조)

Resources	Actions - Enable CO	RS		
 OPTIONS POST 	RESOURCE ACTIONS Create Method Create Resource Enable CORS	vay Responses for fakerSeq2Seq API Methods	 □ DEFAULT 4XX □ DEFAULT 5XX ③ POST ☑ OPTIONS ④ 	
	Edit Resource Documentation	ol-Allow-Methods	POST, OPTIONS ()	
	APLACTIONS Deploy API Import API Edit API Documentation	rol-Allow-Headers htrol-Allow-Origin*	'Content-Type,X-Amz-Date,Authorizatio	0 0
	Delete API	<u> </u>		Enable CORS and replace existing CORS headers

Figure 37. API Gateway API Enable CORS 화면.

- b. "Enable CORS and replace existing CORS headers" 선택
- c. "Yes, replace existing values" 선택 (Figure 38 참조)

Confirm method changes	×
 The following modifications will be made to this resource's methods and will replace any existing values. Are you sure you want to contine Add Access-Control-Allow-Headers, Access-Control-Allow-Origin Method Response Header OPTIONS method Add Access-Control-Allow-Headers, Access-Control-Allow-Methods, Access-Control-Allow-Origin Integration Response Header Mappings to OPTIONS method Add Access-Control-Allow-Origin Method Response Header to POST method Add Access-Control-Allow-Origin Integration Response Header Mapping to POST method 	nue? rs to ader
Cancel Yes, replace existing va	lues

Figure 38. CORS replace existing values 화면.

9. 정상적으로 동작이 되면 Actions->Deploy API 선택 (Figure 39 참조) 합니다. API Deploy 를 반드시 하셔야 실제 외부 (Public Internet)에서 호출을 할 수 있습니다.



10.현재 생성한 Gateway 의 stage 이름을 부여합니다. 예제에서는 "prod"라는 약어로 stage 이름을 정의하였습니다. 개발 단계에 따라 "test" 나 "prod" 등 의미 있는 키워드를 부여하시면 됩니다.

Amazon API Gateway	APIs >	> SageMakerSe	eq2SeqLambda(Deploy API	
\PIs SageMakerSeq2Seq	•	Resources	Actions -	Choose a stage where your API will be dep could be deployed to a stage named beta.	bloyed. For example, a test version of your <i>i</i>
SageMakerSeq2SeqLamb	da	2051		Deployment stage Stage name*	[New Stage]
Stages				Stage description Deployment description	production 22nd March 2018
Gateway Responses Models					
Documentation					Cancel

Figure 39. API deploy 화면.

11. Deploy 가 된 이후 Stage Editor 에서 invoke URL 을 (Figure 40 참조) 메모장에 따로 기록해 두시고 "SDK Generation" -> Platform (JavaScript) -> Generate SDK 선택. 이 JavaScript 라이브러리는 API Gateway 서비스에 대해 <u>CORS</u> (Cross-Origin Resource Sharing)을 지원해주는 기능을 포함하고 있습니다.

prod Sta	ge Edit	tor						Delete Stage
			Invoke URL: https://	/etytsq7o6a	.execute-api.us-east-1.ar	nazonaws.com/prod		
Settings	Logs	Stage Variables	SDK Generation	Export	Deployment History	Documentation History	Canary	
Choose a	platform	and provide the settin	gs for the SDK you w	vill generate.				
* Require	d	Platform*	JavaScript	•				
nequire							G	enerate SDK

Figure 40. API Gateway 접속 SDK 다운로드 화면

이제 S3 를 이용해서 static web server 를 설정하기 위한 화일들을 준비하겠습니다.

a. 상기 API Gateway SDK 생성으로 다운 받은 압축 화일을 임의의 디렉토리에 푸세요 (unzip).



- b. S3 Static 웹 서버에 사용될 index.html 과 error.html 파일을 다음의 S3 버켓에서 다운로드 하여 상기 단계에서 사용된 디렉토리에 동일하게 저장합니다: <u>https://s3.amazonaws.com/pilho-sagemaker-ai-workshop-</u> <u>lambda/index_error_html.zip</u>
- c. 최종 파일들이 Figure 41 과 같이 구성되어 있으면 됩니다. 이 파일들은 다음 단계에서 만들 S3 버킷에 업로드 되게 됩니다.

Name	Date Modified	Size	Kind
🕨 🛄 lib	Today, 10:56 AM		Folder
apigClient.js	Today, 1:56 AM	4 KB	JavaScript
 error.html 	Today, 11:04 AM	53 bytes	HTML
index.html	Today, 11:04 AM	2 KB	HTML
README.md	Today, 1:56 AM	3 KB	Markdown

Figure 41. 웹서버 구성 화일 리스트 화면.

S3 Static Web Server 생성하기

- 1. Amazon S3 콘솔 접속 (https://s3.console.aws.amazon.com)
- 2. "Create bucket" 선택
- 3. 새로운 버킷 이름 입력 (ex. "jihye-sagemaker-public-test") -> Next -> Next 선택
- 4. Set permissions 에서 Manage public permissons 를 "Grant public read access to this bucket" 으로 설정 (Figure 43 참조)



Figure 42. S3 버킷 Public 접속 허용 화면.

- 5. Next->Create bucket 선택
- 6. 생성된 S3 bucket 선택
- 7. "Properties" -> "Static website hosting" -> "Use this bucket to host a website" 선택 후 Index document : index.html, Error document : error.html 입력
- 8. "Save" 선택 (Figure 43 참조)
- 이 단계 까지 마치신 후 상단의 URL 형식의 Endpoint 주소를 기록해 둡니다. 이 URL 주소를 이용해서 S3 웹 서버에 접속하게 됩니다.



Overview	Properties	Permissions Public	Management	
Versioning	Server	access logging	Static website hosting	>
Keep multiple versions of an object the same bucket. Learn more Disabled	Set up access details at Le Disabled	s log records that provide pout access requests. earn more	Endpoint : http://pilho-sagemaker-public-test.s3-website-us-east- Lamazonaws.com Use this bucket to host a website ① Learn more Index.html Index.html Error document ② error.html Redirection rules (optional) ③ Redirect requests ③ Learn more Disable website hosting	

Figure 43. S3 static 웹서버 설정 화면.

- 10. "Overview" 탭 선택 -> "Upload" 선택
- 11.생성된 S3 Bucket 에 이전 단계에서 생성된 파일들을 Drag & Drop 으로 업로드 합니다.
- 12.이때 Set permissions 을 Figure 44 와 같이 반드시 Grant public read access to this object(s)로 설정해야 합니다.



Figure 44. S3 파일들에 대한 Make public 설정 화면.



최종 서비스 테스트하기

- 1. 웹브라우즈를 구동하시고 S3 Endpoint URL에 접속합니다 (Figure 45 참조)
- 2. Translate to German 오른편의 텍스트 입력 창에 영문 문장을 입력합니다. (Ex. "I love you")
- 3. 몇 초 정도 기다리시면 하단에 번역 결과가 보여집니다.

Name × Headers Preview Response Timing uri-template.js sigV4Client.js * {predictions: {{target: "ich liebe Sie ."}}} aplGatewayClient.js * 0: {target: "ich liebe Sie ."} * 0: {target: "ich liebe Sie ."} apigClient.js apigClient.js * 0: {target: "ich liebe Sie ."} apigClient.js apigClient.js * 0: {target: "ich liebe Sie ."} prod/ prod/ * 15 requests I 77.8 KB transferred * i: Console × i: Console ×	Type an input English sentence in the input field below and press Enter key for translation. Depending on the network speed, it may take up to several seconds: Translate to German tore you Translation: ich liebe Sie .	Image: Rest of the state	E Online
		Name × Headers Preview Response Timing uri-template.js * {predictions: [{target: "ich liebe Sie ."}]} aplGatewayClient.js * predictions: [{target: "ich liebe Sie ."}] aplGatewayClient.js * 0: {target: "ich liebe Sie ."}] aplGient.js * 0: {target: "ich liebe Sie ." aplGient.js prod/ 15 requests I 77.8 KB transferred * Console * Filter Default levels * 2 Group similar	×

Figure 45. 웹기반 번역 서비스 테스트 화면.

SageMaker Endpoint 서버 자동 확장 설정하기

본 섹션은 향후 실제 필요시에 대한 참조용으로 제공됩니다. 실제 Hands-on을 하실 필요는 없습니다.

웹 기반 서비스를 제공하기 시작하고 사용자 수가 증가하기 시작하면 SageMaker 의 Inference 서버도 자동으로 확장되게 설정하실 수 있습니다.





Figure 46. Endpoint 설정에서 InitialInstanceCount 변수 화면.

Figure 46 와 같이 Endpoint 서버 설정에서의 Instance count 는 "InitialInstanceCount"로 설정이 됩니다. 즉 초기의 서버 갯수 만을 설정하는 것이고 사용자의 요청 부하에 따라 서버 설정이 바뀌게 할 수 있습니다. 아래에는 AWS SageMaker 콘솔을 이용해서 autoscaling 을 설정 하는 방법을 보겠습니다.

1. AWS SageMaker 콘솔에서 왼편의 **Endpoints** 를 선택하신 후 오른편 화면에서 생성하신 Endpoint 를 선택합니다 (Figure 47 참조).

Amazon SageMaker $~ imes$	geMaker × Amazon SageMaker > Endpoints								
Dashboard Notebook instances Lifecycle configuration Jobs	Endpoints Q Search endpoints	Update endpoint							
Resources	Name 🔻	ARN							
Models Endpoint configuration Endpoints	O Seq2SeqEndpoint-2018- 03-24-08-35-53	arn:aws:sagemaker:us-east- 1:082256166551:endpoint/seq2seqendpoint-2018- 03-24-08-35-53							

Figure 47. AWS 콘솔에서 SageMaker 의 Endpoints 선택 화면

 선택된 Endpoint 내용 화면에서 스크롤을 하셔서 Endpoint runtime settings 에서 AllTraffic 을 선택하신 후 오른편의 Configure auto scaling 버튼을 선택합니다. 참고로 이 화면에서 각 Variant 별 Weight 변경 (Update Weigths)와 평상시 서버 개수 (Update Instance count) 도 변경하실 수 있습니다.



Resources Models Endpoint configuration Endpoints	End	Endpoint runtime settings			Update weights Update instance count			Configure auto scaling	
		Variant name ▲	Current weight 🔻	Desired weight	Instance type v	Current instance count	Desired instance count	Instance min - max	Automatic scaling
	٥	AllTraffic	1	1	ml.m4.xlarge	1	1	-	No

Figure 48. Auto scaling 설정 화면.

3. Configure variant automatic scaling 화면에서는 Variant automatic scaling 과 Scaling policy 를 설정 하실 수 있습니다 (참조링크). Amazon SageMaker 는 target-tracking scaling 정책을 사용하고 있습니다. 즉 미리 정의된 metric 이나 custom metric 을 사용하셔서 target value 를 지정하실 수 있는데 CloudWatch 알람을 통해 scaling 정책을 구동 시키고 instance server scale 을 조정하실 수 있습니다. 본 핸즈온에서는 직접 다루지는 않지만 <u>참조링크</u>를 통해 좀 더 자세한 내용을 파악해 보시는 것도 좋을 것 같습니다.



Configure variant automatic								
scaling		Deregister auto scaling						
Variant automatic scaling Learn more								
Variant name Instance t AllTraffic ml.m4.xla	ype Current in rge count 1	nstance Current weight 1						
Minimum instance count Maximu	um instance count 100							
IAM role Amazon SageMaker uses the following s scaling. Learn more AWSServiceRoleForApplicationAut	ervice-linked role for autom	natic dpoint						
Built-in scaling policy Learn	more 🖸							
Policy name SageMakerEndpointInvocationScal	ingPolicy							
Target metric	Target value							
SageMakerVariantInvocationsPerInst 70								
Scale in cool down (seconds) - optional	Scale out cool down (s	seconds) -						
300	300							
Disable scale in Select if you don't want automatic scalir decreases. Learn more	ig to delete instances when t	traffic						

Figure 49. Automatic scaling 정책 설정 화면.

이상으로 본 모듈의 실습 과정을 마무리 하셨습니다. 워크 샵 이후 발생되는 비용을 방지하기 위해 다음 페이지의 서비스 종료 가이드를 통해 사용하신 리소스들을 모두 종료/삭제 해주십시오.



Module 9: Neural Network 디자인 실습

이 모듈에서는 신경회로망을 직접 디자인 해보는 실습을 하는 과정입니다. 본 실습을 통해:

- Open ML framework (pyTorch)을 활용한 Local 에서의 NN 디자인
- NN 구조를 바꿔 보며 예측정확도와 각 하이퍼 파라미터의 영향관계 분석

을 다루게 됩니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module9-two_layer_net_nn.ipynb

※ 이 모듈은 실습에 5 분 내외로 완료됩니다.



Module 10: MXNet 과 Gluon 을 활용한 ResNet 분산학습

이 모듈에서는 10 가지의 object 인식을 위해 준비된 60000 개의 영상을 ResNet 을 통해 훈련하는 과정으로 MXNet 과 Gluon 을 활용합니다. 본 실습을 통해:

- SageMaker 에서 MXNet 기반의 Gluon 코딩 방법
- SageMaker 상에서 MXNet 커널을 이용한 훈련및 예측 방법

을 다루게 됩니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module10-mxnet_cifar10_with_gluon.ipynb

※ 이 모듈은 실습에 50 분 정도 소요됩니다.



Module 11: Transfer Learning 방법을 활용한 빠른 이미지 학습 방법

이 모듈에서는 SageMaker 가 제공하는 Image Classification 알고리즘을 활용합니다. ResNet 의 경우 Layer 의 갯수가 커질수록 학습에 오랜 시간이 소요되는데 SageMaker 의 Transfer Learning 을 활용하여 학습시간을 대폭 줄이는 실습을 합니다. 본 실습을 통해:

- SageMaker 에서 image classification 알고리즘 실습
- Hyperparameter 에 pretrained model 사용 명시 방법

을 다루게 됩니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/ module11-Image-classification-transfer-learninghighlevel.ipynb

※ 이 모듈은 실습에 25-30 분 정도 소요됩니다.



Module 12: Incremental Training 을 활용한 재학습 방법

이 모듈에서는 SageMaker 가 제공하는 Incremental Training 방법을 실습합니다. ResNet 의 경우 Layer 의 갯수가 커질수록 학습에 오랜 시간이 소요되는데 SageMaker 의 Transfer Learning 을 활용하여 학습시간을 대폭 줄이는 실습을 합니다. 본 실습을 통해:

- SageMaker 에서 image classification 알고리즘 실습
- Hyperparameter 에 pretrained model 사용 명시 방법

을 다루게 됩니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module12object_detection_incremental_training.ipynb

※ 이 모듈은 실습에 50 분 정도 소요됩니다.



Module 13: HPO 결과 분석 및 튜닝 실습

이 모듈에서는 SageMaker 가 제공하는 HPO 활용 및 그 결과값을 분석하여 더 나은 HPO 작업을 수행하기 위한 방법을 실습합니다. 본 실습을 통해:

- SageMaker HPO 결과 처리 방법
- HPO 결과 분석을 통한 튜닝 방법

을 다루게 됩니다.

실습을 위해서 현재 설치되어 있는 SageMaker 의 Jupyter 노트북의 예제들 중 아래의 디렉토리에 위한 Jupyter 노트북을 실행하시면 됩니다.

/ai-ml-workshop/src/release/2018-11/module13-HPO_Analyze_TuningJob_Results.ipynb

※ 이 모듈은 실습에 10 분 정도 소요됩니다.



서비스 종료 가이드

워크 샵 이후 발생 되는 비용을 방지하기 위해서 아래의 단계에 따라 모두 종료/삭제 해 주세요. 비용이 발생하더라도 실습하신 Internet-facing App 을 유지하고 싶으신 경우에는 아래의 Notebook instance 의 경우만 처리하시면 됩니다.

• Notebook instance:

1) 만약 향후 사용을 위해 인스턴스를 저장하고 싶다면 **stop** 을 하시면 됩니다. 이 경우 스토리지 비용은 발생합니다. 향후 다시 재가동 하시려면 Start button 을 클릭하면 됩니다.

Amazon SageMaker $~ imes$	Amazon SageMaker > Notebook in	istances			
Dashboard Notebook instances Jobs	Notebook instances		Open Start Update settings	Actions V	Create notebook instance
Resources Models	Name 🔻	Instance	Creation time 🗸	Status	 Actions
Endpoint configuration	TechPump	ml.m4.xlarge	Mar 07, 2018 07:42 UTC	⊘ InService	Oper Stop
Endpoints	O jihys2	ml.m4.xlarge	Jan 10, 2018 01:48 UTC	⊘ InService	Open Stop
) jihys	ml.m4.xlarge	Jan 10, 2018 01:44 UTC	⊖ Stopped	Start

Figure 50. SageMaker 노트북 인스턴스 중단 화면.

2) 삭제를 할 경우는 stop 되어 있는 해당 notebook instance 를 선택하고 Action
 Dropdown 메뉴에서 Delete 선택 하시면 됩니다.

Amazon SageMaker $ imes$	tazon SageMaker × Amazon SageMaker > Notebook Instances									
Dashboard Notebook instances Jobs	Notebook instances Q. Search notebook instances	Open Start Update sett	Ings Actions V Create notebook instance Add/Edit tags < 1 > ③							
Resources Models	Name v Instance	Creation time	▼ Status ♥ Actions							
Endpoint configuration	TechPump mLm4.xlarge	Mar 07, 2018 07:42 UTC	Open Stop							
Endpoints	O jihys2 mLm4.xlarge	Jan 10, 2018 01:48 UTC	Open Stop							
	O jihys mLm4.xlarge	Jan 10, 2018 01:44 UTC	⊖ Stopped Start							
	N									

Figure 51. SageMaker 노트북 인스턴스 삭제 화면.

• SageMaker Endpoints:

훈련된 모델을 실제 예측 업무를 위해 배포된 한대 이상으로 구성된 클러스터입니다. Notebook 안에서 명령어로 삭제하거나 SageMaker console 에서 삭제 하실 수 있습니다. 삭제



하시기 위해서는 왼쪽 패널의 Endpoints를 선택 하신 후 해당 endpoints들 옆에 radio button을 클릭 하신 후 Action Dropdown 메뉴에서 Delete 선택 하시면 됩니다.

aws Services -	Resource Group	s 🗸 🧍 IAM 👖	EC2	😩 VPC 🔹 🚯 S3 🌗 Lambda	👃 CloudW 🔹 🛠	Д лін	ye Seo 👻 🛝	I. Virginia 🔻	Support 👻
Amazon SageMaker $~ imes$	Amazon SageM	aker > Endpoints							
Dashboard Notebook instances Jobs	Endpoint Q Search	S endpoints			Update	endpoint	Actions V Add/Edit tag Delete	Creat	e endpoint
Resources Models	Nat	ne		ARN		Creation time	▼ Sta	tus 🔻	Last updated
Endpoints	• sag 201	emaker-mxnet-py2-cpu- 8-01-10-04-58-24-250		arn:aws:sagemaker:us- east-1:870180618679:endpoint/sagemak py2-cpu-2018-01-10-04-58-24-250	er-mxnet-	Jan 10, 2 05:17 UT	018 C	nService	Jan 10, 2018 05:28 UTC
	O sag 201	emaker-mxnet-py2-gpu- 8-01-10-04-56-58-109		arn:aws:sagemaker:us- east-1:870180618679:endpoint/sagemak py2-gpu-2018-01-10-04-56-58-109	er-mxnet-	Jan 10, 2 05:12 UT	018 C	nService	Jan 10, 2018 05:24 UTC
	O sag 201	emaker-mxnet-py2-cpu- 8-01-10-02-40-22-904		arn:aws:sagemaker:us- east-1:870180618679:endpoint/sagemak py2-cpu-2018-01-10-02-40-22-904	er-mxnet-	Jan 10, 2 02:51 UT	018 C	nService	Jan 10, 2018 03:01 UTC

Figure 52. SageMaker Endpoint 삭제 화면.

• Lambda instance: 생성하신 Lambda instance 를 삭제합니다.

Lambda > Functions			
Functions (12) C		Actions v	Create function
Q Filter by tags and attributes or search by keyword		View details Test	1 2 > ③
Function name	Runtime 🔻	Delete Code size	Last Modified 🛛 🔻
• PilHoSeq2SeqInference	Python 3.6	1.7 kB	8 days ago

Figure 53. Lambda 인스턴스 삭제 화면.

Amazon API Gateway instance: 생성하신 Gateway instance 를 삭제합니다.



Figure 54. API Gateway 삭제 화면.



• Amazon S3 buckets: 생성하신 S3 Bucket (SageMaker 용, Public Internet 용)들을 모두 삭제합니다.

🏟 Amazon S3		pilho-sagem	naker-public-tes	st ×
Q Search for buckets				
+ Create bucket Delete bucket Empty bucket		Properties	Events Versioning	0 Active notifications Disabled
Bucket name ↑ <u>=</u>	Access 🜖 † <u>–</u>		MFA delete	Disabled
Scloudtrail-awslogs-082256166551-jsoo9odc-isengard-do-not-delete	Not public *		Static web hosting Tags	Enable website hosting 0 Tags
🗟 pilho-immersionday-public-material	Public		Requester pays	Disabled
			Transfer acceleration	Disabled
pilho-immersionday-public-material-accesslog	Not public *			
😨 pilho-lambda-traillogs	Not public *	Permissions	Owner Bucket policy	kimpil No
			Access control list	2 Grantees
S pilho-macbook-backup	Not public *		CORS configuration	No
pilho-sagemaker-ai-workshop	Not public *	Management	Lifecycle	Disabled
😺 pilho-sagemaker-ai-workshop-lambda	Public		Cross-region replication Analytics	Disabled Disabled
😺 pilho-sagemaker-mbp	Not public *		Inventory Metrics	Disabled Disabled
🗟 pilho-sagemaker-public-test	Public			

Figure 55. S3 버킷 삭제 화면.

이상으로 본 핸즈온 세션의 모든 과정을 마무리 하셨습니다. 수고하셨습니다.

