

Lecture 1

Hello Python,
Hello PyTorch!



Seoul National University



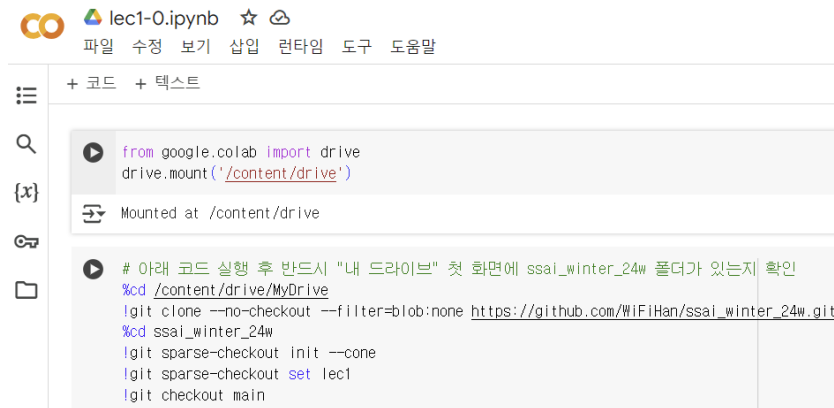
Human Interface Laboratory

Preparation

- 실습환경 설정

- 본인 구글드라이브에 실습코드 다운로드받기

- https://github.com/WiFiHan/ssai_winter_24w 에서 lec1/lec1-0.ipynb 파일 다운로드
- 본인 구글드라이브에 lec1-0.ipynb 파일 업로드
- 구글드라이브에 업로드된 lec1-0.ipynb 파일 더블클릭



The screenshot shows a Google Colab notebook titled 'lec1-0.ipynb'. The left sidebar contains icons for file explorer, search, and other functions. The main area displays two code cells. The first cell contains the code to mount Google Drive: `from google.colab import drive` and `drive.mount('/content/drive')`. Below the code, a message indicates 'Mounted at /content/drive'. The second cell contains a comment in Korean: '# 아래 코드 실행 후 반드시 "내 드라이브" 첫 화면에 ssai_winter_24w 폴더가 있는지 확인' (After running the code below, be sure to check if the ssai_winter_24w folder is on the first screen of 'My Drive'). Below the comment, the code clones a repository: `%cd /content/drive/MyDrive`, `!git clone --no-checkout --filter=blob:none https://github.com/WiFiHan/ssai_winter_24w.git`, `%cd ssai_winter_24w`, `!git sparse-checkout init --cone`, `!git sparse-checkout set lec1`, and `!git checkout main`.

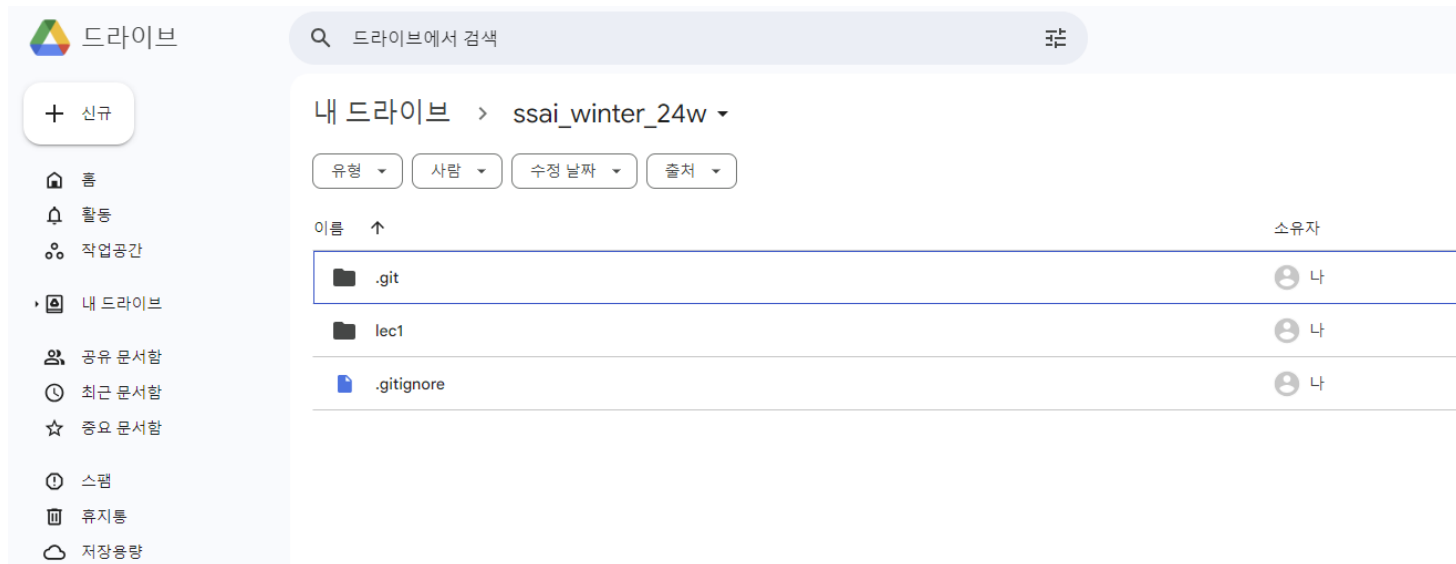
- 셀(블록) 두 개를 모두 실행
- “내 드라이브” 첫 화면에 “ssai_winter_24w” 폴더가 다운로드됐는지 확인
- “ssai_winter_24w” 폴더 내부에 “lec1” 폴더가 있는지 확인

Preparation

- 강의노트 다운로드

- 강의노트 다운로드받기

- 구글드라이브에 설치된 ssai_winter_24w/lec1 폴더의 lab1.pptx(또는 pdf) 파일 다운로드
- 혹은 https://github.com/WiFiHan/ssai_winter_24w 에서 lec1/lab1.pptx(또는 pdf) 파일 다운로드



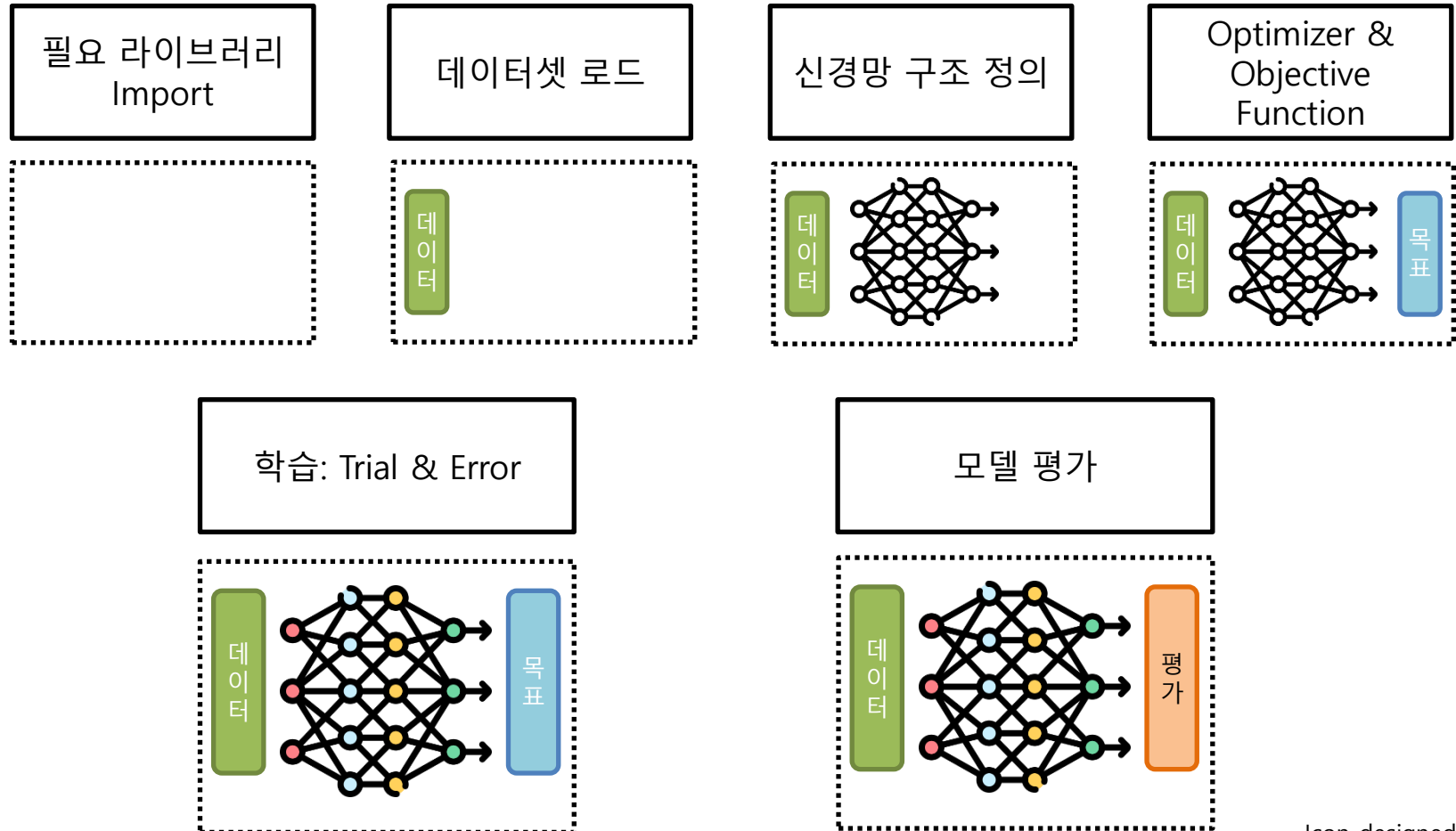
Contents

- **Intro**
 - 딥러닝 코드의 대략적 구조
 - Python이란?
 - PyTorch란?
- **실습환경 구축**
- **Python 입문**
- **PyTorch 입문**
- **실습코드 실행**



Intro

- 딥러닝 코드의 대략적 구조



Icon designed by freepik

Intro

- **Python**

- 컴퓨터에게 사용자가 의도한 연산을 수행시키는 프로그래밍 언어
- 다음과 같은 장점으로 AI 개발 커뮤니티의 필수 언어로 자리잡음
 - ‘비교적’ 쉽고 간단함
 - 다양한 라이브러리와 모듈
 - 사용자가 일일이 구현해야 하는 수고를 덜 수 있음
 - 데이터 분석, AI 개발 등을 위한 프레임워크도 이미 구현돼있음
 - 상당량의 온라인 오픈소스 코드

Current Works

- **PyTorch**

- Facebook에서 개발한 딥러닝 프레임워크
- 구현의 편의성과 자유도가 높음
- GPU 사용이 편리함
- 대부분의 AI Research Community에서 사용 중

Intro

- 코드 예제
 - 간단한 딥러닝 코드 구현

```
import torch
import torch.nn as nn
import torch.optim as optim
from torchvision import datasets, transforms
from torch.utils.data import DataLoader

# 데이터 전처리
transform = transforms.Compose([transforms.ToTensor(), transforms.Normalize((0.5,), (0.5,))])

# 데이터셋 다운로드 및 로드
train_dataset = datasets.MNIST(root='./data', train=True, transform=transform, download=True)
test_dataset = datasets.MNIST(root='./data', train=False, transform=transform, download=True)

# DataLoader 설정
train_loader = DataLoader(train_dataset, batch_size=64, shuffle=True)
test_loader = DataLoader(test_dataset, batch_size=64, shuffle=False)

# 간단한 신경망 모델
class SimpleNN(nn.Module):
    def __init__(self):
        super(SimpleNN, self).__init__()
        self.fc1 = nn.Linear(28 * 28, 128)
        self.relu = nn.ReLU()
        self.fc2 = nn.Linear(128, 64)
        self.fc3 = nn.Linear(64, 10)

    def forward(self, x):
        x = x.view(-1, 28 * 28) # Flatten the image
        x = self.fc1(x)
        x = self.relu(x)
        x = self.fc2(x)
        x = self.relu(x)
        x = self.fc3(x)
        return x

device = torch.device('cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu')
model = SimpleNN().to(device)

# 손실 함수 및 옵티마이저 설정
criterion = nn.CrossEntropyLoss()
optimizer = optim.Adam(model.parameters(), lr=0.001)
```

```
# 모델 훈련
epochs = 5
for epoch in range(epochs):
    model.train()
    for images, labels in train_loader:
        images, labels = images.to(device), labels.to(device)

        # Forward
        outputs = model(images)
        loss = criterion(outputs, labels)

        # Backward
        optimizer.zero_grad()
        loss.backward()
        optimizer.step()

    print(f"Epoch [{epoch+1}/{epochs}], Loss: {loss.item():.4f}")

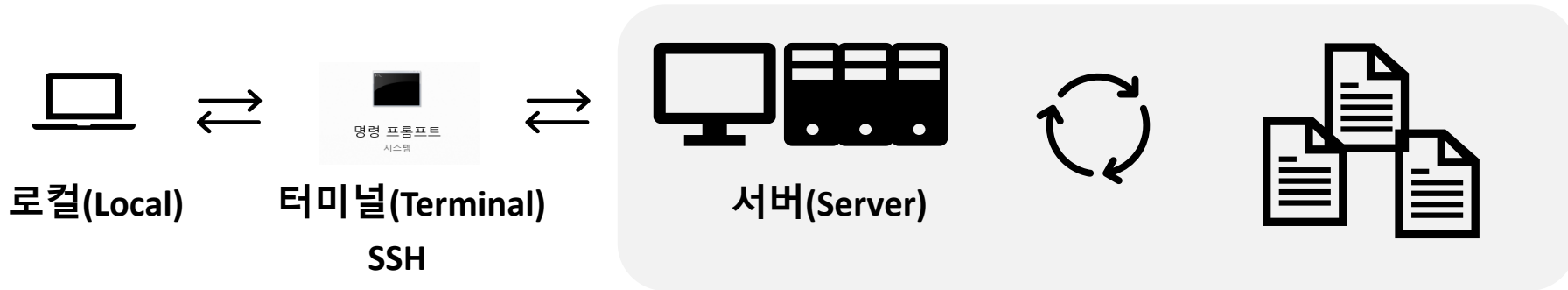
model.eval()
correct = 0
total = 0

with torch.no_grad():
    for images, labels in test_loader:
        images, labels = images.to(device), labels.to(device)
        outputs = model(images)
        _, predicted = torch.max(outputs.data, 1)
        total += labels.size(0)
        correct += (predicted == labels).sum().item()

accuracy = 100 * correct / total
print(f'Accuracy: {accuracy:.2f}%')
```


실습환경

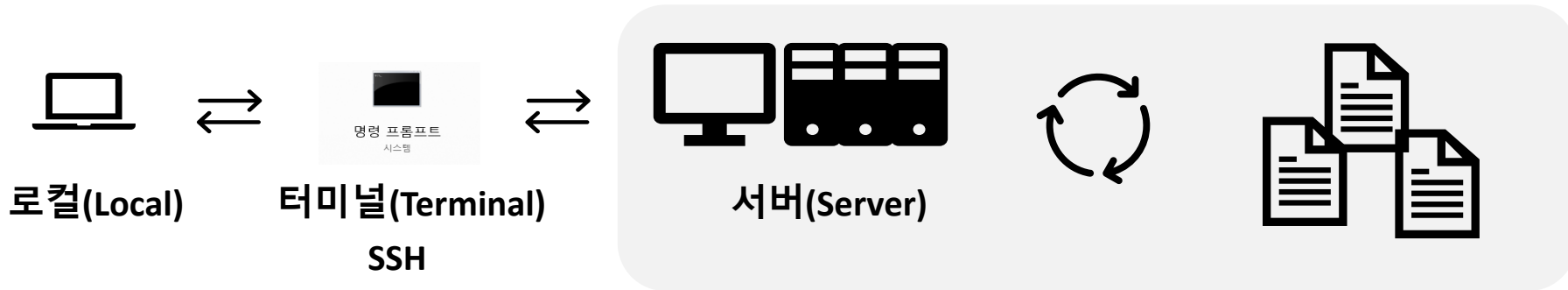
• 실습환경 도식



- **로컬(local)**: 현재 사용중인 노트북으로, 하드웨어 성능 한계로 AI 모델 직접 동작은 어려움
- **서버(server)**: 코드가 실제로 저장되고 실행될 고성능 컴퓨터
- **터미널(terminal)**: 네트워크 연결(**SSH**)을 통해 로컬에서 서버로 접속하는 창구
- **콘다(conda)**: 프로젝트에 맞게 서버 내 환경을 설정하는 도구
- **주피터 랩(jupyter lab)**: 코드 편집 도구

실습환경

• 실습환경 설정



• 코랩(Google Colab): 서버 설정을 편리하게 도와주는 서비스

- 클라우드 서버(하드웨어) 자원 제공(CPU, GPU, RAM)
- 터미널, 콘다, 주피터랩(소프트웨어) 설정이 대부분 돼있어 사용자의 개발환경 설정 부담을 덜어줌

```
lec1-1.ipynb
파일 수정 보기 삽입 런타임 도구 도움말

+ 코드 + 텍스트
연결

구글 코랩을 사용할 경우에만 아래 두 셀을 실행

[ ] from google.colab import drive
    drive.mount('/content/drive')

Mounted at /content/drive

[ ] #만드시 "내 드라이브" 첫 화면에 lec1 폴더가 있는지 확인(다른 경로에 있을 경우 인식 안 됨)
    %cd /content/drive/MyDrive/lec1/lec1

/content/drive/MyDrive

출력 & 입력
```

Python 입문

- **Contents**
 - 출력과 입력
 - 변수를 저장하는 자료형
 - 반복문과 조건문
 - 함수
 - 클래스와 상속
 - 모듈과 패키지



Python 입문

- 출력과 입력

- print: 출력

- 화면에 사용자가 원하는 텍스트나 변수의 내용을 출력할 때 사용



```
print("Hello, World!")  
# 결과: Hello, World!
```



```
name = "홍길동"  
age = 25  
print(f"이름: {name}, 나이: {age}")  
# 결과: 이름: 홍길동, 나이: 25
```

Python 입문

- 출력과 입력

- input: 입력

- 프로그램에 사용자가 원하는 텍스트나 변수의 내용을 입력할 때 사용



```
name = input("이름을 입력하세요: ")  
print(f"안녕하세요, {name}님!")
```

Python 입문

- 자료형: 변수의 '품사'
 - 숫자형
 - int(정수), float(실수)

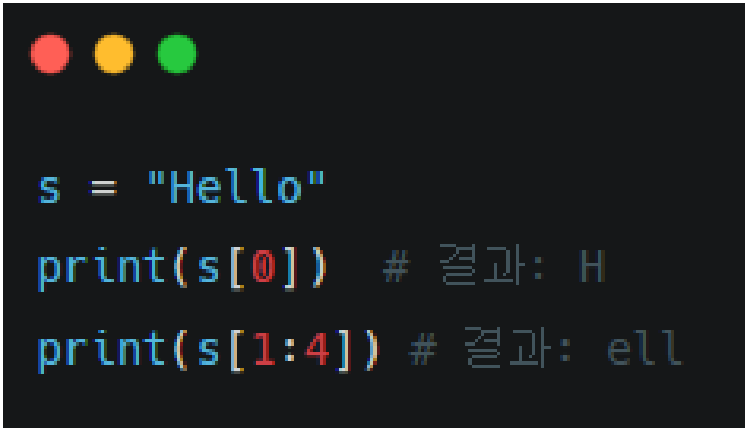
```
x = 10      # int
y = 3.14    # float
```

Python 입문

- 자료형: 변수의 '품사'

- 문자열

- 큰따옴표(“”) 또는 작은따옴표(”)로 묶음
 - s[0]: 문자열의 첫 번째 글자, s[1:4]: 문자열의 두 번째~다섯 번째 글자



```
s = "Hello"  
print(s[0]) # 결과: H  
print(s[1:4]) # 결과: ell
```

Python 입문

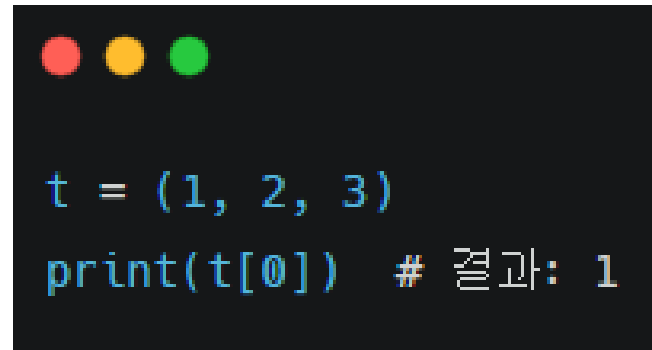
- 자료형: 변수의 '품사'
 - 리스트: 여러 데이터를 저장하는 '유연한' 상자과 같음
 - 개별 데이터를 넣었다 빼는 것이 자유로움(mutable)
 - 대신 처리 속도가 튜플(tuple) 자료형에 비해 느림

```
numbers = [1, 2, 3, 4]
numbers.append(5) # 리스트에 요소 추가
print(numbers)   # 결과: [1, 2, 3, 4, 5]
print(numbers[3]) # 결과: 4
```


Python 입문

- 자료형: 변수의 '품사'

- 튜플: 여러 데이터를 저장하는 '고정된' 상자와 같음
 - 개별 데이터를 넣었다 빼는 것이 어려움(immutable)
 - 대신 처리 속도가 리스트(list) 자료형에 비해 빠름

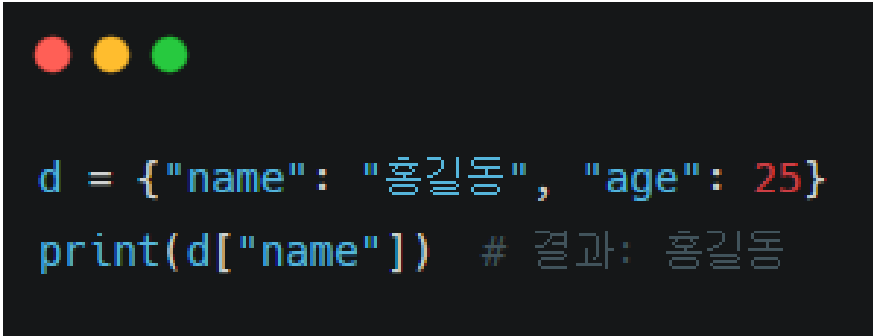


```
t = (1, 2, 3)
print(t[0]) # 결과: 1
```

Python 입문

- 자료형: 변수의 '품사'

- 딕셔너리: 여러 데이터를 '라벨을 붙여' 저장하는 상자와 같음
 - Key-value 쌍으로 데이터를 저장함

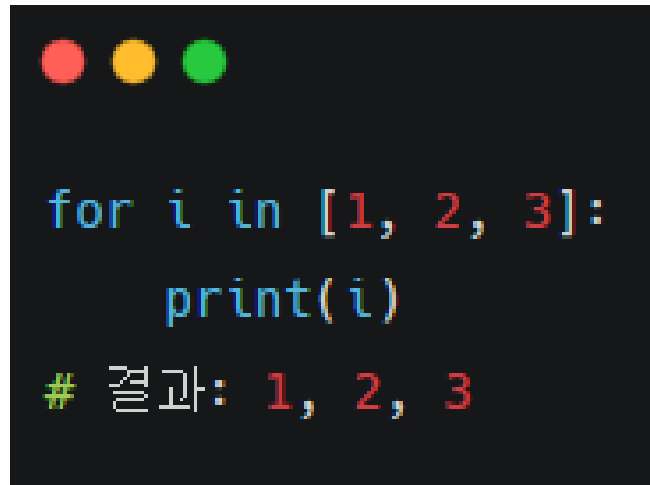


```
d = {"name": "홍길동", "age": 25}
print(d["name"]) # 결과: 홍길동
```

Python 입문

- 반복문

- For문: 각 요소에 대하여 들여쓰기된 행위를 반복 수행



```
for i in [1, 2, 3]:  
    print(i)  
# 결과: 1, 2, 3
```

Python 입문

- 반복문

- While문: 어떤 조건의 평가값이 True일 때까지 들여쓰기된 행위를 반복 수행

```
x = 0
while x < 3:
    print(x)
    x += 1
# 결과: 0, 1, 2

while True:
    print("논문을 투고합니다")
# 무한루프
```

Python 입문

• 조건문

- 조건에 따라 수행되는 코드를 다르게 할 수 있음(Branch)
- 참고) Python에서 '='과 '=='는 다름
 - '=': 좌변의 변수에, 우변을 계산한 값을 할당하는 기호
 - Ex. `x = x+10`: 변수 x에 기존 x값에 10을 더한 새로운 값을 할당하겠다
 - '==': 좌변과 우변을 각각 계산한 값이 같은지 다른지 True/False로 판단하는 기호

```
x = 10
if x > 5:
    print("크다")
elif x == 5:
    print("같다")
else:
    print("작다")
# 결과: 크다
```

Python 입문

• 함수

- 특정 행위들을 수행하고 경우에 따라 반환하는 코드 블록
- 함수의 동작 원리와 반환값을 앞에서 정의하면(definition),
- 나중에 input argument를 제공하여 호출함으로써(call) 해당 동작을 실행 가능

```
def greet(name):  
    return f"안녕하세요, {name}님!"
```

```
print(greet("홍길동"))  
# 결과: 안녕하세요, 홍길동님!
```

```
def add(x, y):  
    return x + y
```

```
result = add(3, 5)  
print(result) # 결과: 8
```

Python 입문

• 클래스와 상속

- 동일한 특징과 기능을 공유하는 대상을 하나로 묶어서 정의하는 설계도
- Ex) Human Class는
 - Attribute(Human이 공유하는 속성)으로 name, age 등이 있으며
 - Method(Human이 공유하는 기능)으로 introduce, celebrate_birthday 등이 있다

```
class Person: # 클래스 정의
    # 생성자
    def __init__(self, name, age):
        self.name = name # 속성
        self.age = age

    # 메서드
    def introduce(self):
        print(f"안녕하세요, 제 이름은 {self.name}이고 나이는 {self.age}살입니다.")

    def celebrate_birthday(self):
        self.age += 1
        print(f"생일 축하합니다! 이제 {self.age}살이에요.")
```

```
p1 = Person("홍길동", 25) # 객체 생성
p2 = Person("김영희", 30)

p1.introduce() # 메서드 호출
# 출력: 안녕하세요, 제 이름은 홍길동이고 나이는 25살입니다.

p2.celebrate_birthday()
# 출력: 생일 축하합니다! 이제 31살이에요.
```

Python 입문

• 클래스와 상속

- 어떤 클래스는 다른 클래스를 상속할 수 있음(Inheritance)
- Ex) Dog Class가 Animal Class를 상속하도록 정의하면
 - Dog Class는 Animal Class의 Attribute, Method를 물려받으며
 - 물려받은 Attribute, Method를 재정의하거나 새 Attribute, Method를 가질 수 있음

```
# 부모 클래스
class Animal:
    def __init__(self, name, sound):
        # Animal의 속성 (Attributes)
        self.name = name
        self.sound = sound

    # Animal의 메서드 (Methods)
    def speak(self):
        print(f"{self.name}는 '{self.sound}' 소리를 냅니다.")

    def eat(self):
        print(f"{self.name}가 음식을 먹습니다.")
```

```
# 자식 클래스
class Dog(Animal):
    def __init__(self, name, sound, breed):
        # 부모 클래스의 __init__ 메서드 호출 (상속)
        super().__init__(name, sound)
        # Dog만의 새로운 속성 추가
        self.breed = breed

    # 부모 메서드 'speak' 재정의 (오버라이딩)
    def speak(self):
        print(f"{self.name}(품종: {self.breed})가 '{self.sound}' 소리를 냅니다.")

    # Dog만의 새로운 메서드 추가
    def fetch(self, item):
        print(f"{self.name}가 {item}을 물어옵니다.")
```


Python 입문

- 모듈과 패키지

- 모듈: 특정 함수, 변수, 클래스들의 정의가 담긴 개별 파일
- 코드 중복을 줄이고, 기능별로 프로그램을 구조화하기 위해 사용

```
# module1.py
def add(x, y):
    return x + y
```

=

```
#main.py
import module1
print(add(2, 3))
# 결과: 5
```

```
# main.py
def add(x, y):
    return x + y

print(add(2, 3))
# 결과: 5
```

Python 입문

• 모듈과 패키지

- 패키지: 여러 모듈(파일)이 담긴 폴더
- 모듈이 책 한 권이라면, 패키지는 책장과 같음
- 모듈과 패키지의 집합이 라이브러리(PyTorch 또한 라이브러리임)

```
math_package/  
  __init__.py  
  calculator.py  
  geometry.py  
  main.py
```

```
# math_package/calculator.py  
  
def add(x, y):  
    return x + y  
  
def subtract(x, y):  
    return x - y  
  
def multiply(x, y):  
    return x * y  
  
def divide(x, y):  
    if y == 0:  
        return "0으로 나눌 수 없습니다."  
    return x / y  
  
# math_package/geometry.py  
import math  
  
def area_circle(radius):  
    return math.pi * radius ** 2  
  
def perimeter_circle(radius):  
    return 2 * math.pi * radius  
  
def area_rectangle(width, height):  
    return width * height  
  
def perimeter_rectangle(width, height):  
    return 2 * (width + height)
```

```
# main.py  
  
from math_package.calculator import add, subtract, multiply, divide  
from math_package.geometry import area_circle, perimeter_circle, area_rectangle, perimeter_rectangle  
  
# 계산기 기능 테스트  
print(add(3, 4))           # 결과: 7  
print(subtract(10, 5))     # 결과: 5  
print(multiply(3, 4))      # 결과: 12  
print(divide(10, 2))       # 결과: 5.0  
print(divide(10, 0))       # 결과: 0으로 나눌 수 없습니다.  
  
# 도형 계산 기능 테스트  
print(area_circle(5))      # 결과: 78.53981633974483  
print(perimeter_circle(5)) # 결과: 31.41592653589793  
print(area_rectangle(3, 4)) # 결과: 12  
print(perimeter_rectangle(3, 4)) # 결과: 14
```

Python 입문

• 모듈과 패키지

- 패키지: 여러 모듈(파일)이 담긴 폴더
- 모듈이 책 한 권이라면, 패키지는 책장과 같음
- 모듈과 패키지의 집합이 라이브러리(PyTorch 또한 라이브러리임)

```
math_package/  
  __init__.py  
  calculator.py  
  geometry.py  
  main.py
```

```
# math_package/calculator.py  
  
def add(x, y):  
    return x + y  
  
def subtract(x, y):  
    return x - y  
  
def multiply(x, y):  
    return x * y  
  
def divide(x, y):  
    if y == 0:  
        return "0으로 나눌 수 없습니다."  
    return x / y  
  
# math_package/geometry.py  
import math  
  
def area_circle(radius):  
    return math.pi * radius ** 2  
  
def perimeter_circle(radius):  
    return 2 * math.pi * radius  
  
def area_rectangle(width, height):  
    return width * height  
  
def perimeter_rectangle(width, height):  
    return 2 * (width + height)
```

```
# main.py  
  
from math_package.calculator import add, subtract, multiply, divide  
from math_package.geometry import area_circle, perimeter_circle, area_rectangle, perimeter_rectangle  
  
# 계산기 기능 테스트  
print(add(3, 4))           # 결과: 7  
print(subtract(10, 5))     # 결과: 5  
print(multiply(3, 4))      # 결과: 12  
print(divide(10, 2))       # 결과: 5.0  
print(divide(10, 0))       # 결과: 0으로 나눌 수 없습니다.  
  
# 도형 계산 기능 테스트  
print(area_circle(5))      # 결과: 78.53981633974483  
print(perimeter_circle(5)) # 결과: 31.41592653589793  
print(area_rectangle(3, 4)) # 결과: 12  
print(perimeter_rectangle(3, 4)) # 결과: 14
```

PyTorch 입문

- **Contents**
 - Tensor
 - 데이터 로드하기
 - 신경망 모델 구조 정의하기
 - 손실함수 및 옵티마이저 정의하기
 - 모델 훈련 및 평가하기



PyTorch 입문

- **Tensor**

- PyTorch에서 사용하는 다차원 배열(배열의 일반화)의 자료형
- 1D: 벡터, 2D: 행렬, 3D: 행렬의 묶음, 4D...
- CPU에 저장된 Tensor를 GPU로 이동시킬 수 있음
 - 병렬처리가 가능해져 연산속도가 가속됨

```
import torch

# 1D Tensor 생성
x = torch.tensor([1, 2, 3])
print(x)

# 2D Tensor 생성
y = torch.tensor([[1, 2], [3, 4]])
print(y)

z = torch.tensor([[[1,2], [3,4]], [[5,6], [7,8]]])

# 랜덤 Tensor 생성
w = torch.rand(3, 3) # 3x3 행렬
print(w)
```

```
# 1. 디바이스 설정 (GPU 사용 가능 여부 확인)
device = torch.device('cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu')

# 2. 텐서 생성 및 디바이스로 전송
x = torch.tensor([1, 2, 3], dtype=torch.float32).to(device)

# 3. 텐서 정보 출력
print("Shape:", x.shape)      # 크기 출력
print("Dtype:", x.dtype)     # 자료형 출력
print("Device:", x.device)    # 사용 중인 장치 출력 (CPU/GPU)
```

PyTorch 입문

- **Dataset & Dataloader**

- Dataset: 데이터를 정의하고 저장함
 - 아래 예제에선 MNIST 손글씨 데이터셋(0~9 손글씨)을 사용
- DataLoader: Dataset에서 batch 단위로 데이터를 로드함
 - Batch Size: 한 번에 학습하는 데이터의 수. 클수록 학습 속도 & 메모리 사용량 증가
 - 아래 예제에서는 Batch Size가 64; 즉 한 번에 64개의 손글씨 이미지를 처리함



```
from torchvision import datasets, transforms
from torch.utils.data import DataLoader

# 데이터 변환 정의
transform = transforms.Compose([
    transforms.ToTensor(),          # 이미지를 Tensor로 변환
    transforms.Normalize((0.5,), (0.5,)) # 정규화 수행
])

# 훈련 및 테스트 데이터셋 로드
train_dataset = datasets.MNIST(root='./data', train=True, download=True, transform=transform)
test_dataset = datasets.MNIST(root='./data', train=False, download=True, transform=transform)

# DataLoader 설정
train_loader = DataLoader(train_dataset, batch_size=64, shuffle=True)
test_loader = DataLoader(test_dataset, batch_size=64, shuffle=False)
```

PyTorch 입문

- 신경망 모델 구조 정의

- nn.Module 클래스를 상속하여 신경망 정의
- 모델 구조 정의: 레이어의 크기 및 순서 설정



```
import torch.nn as nn
import torch.nn.functional as F

class SimpleNN(nn.Module):
    def __init__(self):
        super(SimpleNN, self).__init__()
        self.fc1 = nn.Linear(28 * 28, 128) # 입력층 → 은닉층
        self.fc2 = nn.Linear(128, 64)      # 은닉층 → 은닉층
        self.fc3 = nn.Linear(64, 10)       # 은닉층 → 출력층

    def forward(self, x):
        x = x.view(-1, 28 * 28) # 이미지 데이터 Flatten
        x = F.relu(self.fc1(x)) # 활성화 함수 적용
        x = F.relu(self.fc2(x))
        x = self.fc3(x)
        return x
```

PyTorch 입문

- 손실함수 및 옵티마이저 정의

- 손실함수: 모델의 예측 오차를 정량화
 - 아래 예제에선 CrossEntropyLoss라는 손실함수를 사용
- 옵티마이저: 손실함수값을 바탕으로 가중치 갱신 규칙을 정함
 - 아래 예제에선 Adam이라는 옵티마이저를 사용

```
import torch.optim as optim

device = torch.device('cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu')
model = SimpleNN().to(device)

criterion = nn.CrossEntropyLoss() # 손실 함수
optimizer = optim.Adam(model.parameters(), lr=0.001) # 옵티마이저
```


PyTorch 입문

• 모델 훈련 및 평가

- 훈련(Train): 데이터셋을 바탕으로 가중치를 갱신하는 과정
 - 데이터셋을 바탕으로 손실함수값을 계산한 뒤, 옵티마이저를 작동시킴
- 평가(Evaluation): 훈련된 모델의 성능을 평가하는 과정
 - 아래 예제에서는 Accuracy를 계산함

```
epochs = 5
for epoch in range(epochs):
    model.train()
    for images, labels in train_loader:
        images, labels = images.to(device), labels.to(device)

        # Forward
        outputs = model(images)
        loss = criterion(outputs, labels)

        # Backward
        optimizer.zero_grad()
        loss.backward()
        optimizer.step()

    print(f"Epoch [{epoch+1}/{epochs}], Loss: {loss.item():.4f}")
```

```
model.eval()
correct = 0
total = 0

with torch.no_grad():
    for images, labels in test_loader:
        images, labels = images.to(device), labels.to(device)
        outputs = model(images)
        _, predicted = torch.max(outputs, 1)
        total += labels.size(0)
        correct += (predicted == labels).sum().item()

print(f'Accuracy: {100 * correct / total:.2f}%')
```

PyTorch 입문

- 예측 결과 시각화

- Matplotlib: Python에서 사용되는 시각화 라이브러리

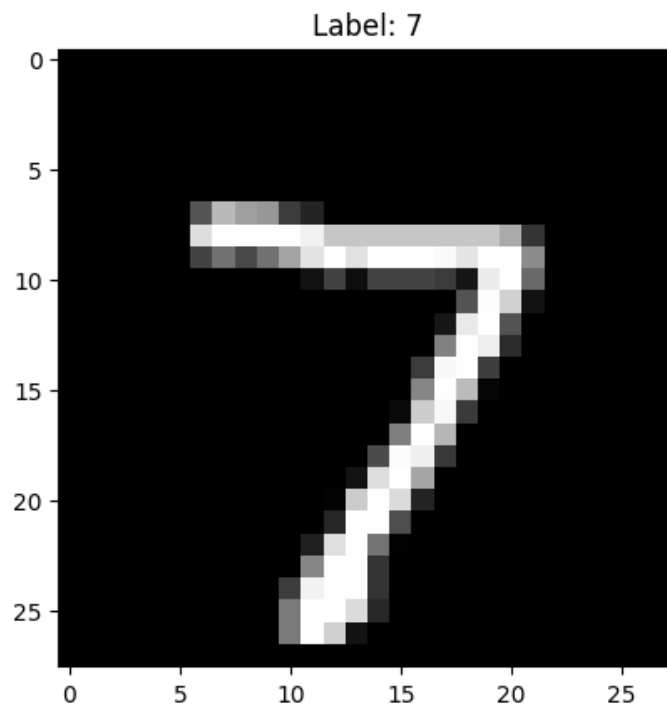
```
import matplotlib.pyplot as plt

sample_image, sample_label = test_dataset[0]

plt.imshow(sample_image.squeeze(), cmap='gray')
plt.title(f"Label: {sample_label}")
plt.show()

sample_image = sample_image.to(device)
model.eval()
with torch.no_grad():
    prediction = model(sample_image.unsqueeze(0))
    predicted_label = torch.argmax(prediction, 1).item()

print(f"Predicted Label: {predicted_label}")
```



Closing

• 코드 예제 해석

- 라이브러리 Import, 데이터셋 로드, 신경망 모델구조 정의, 손실함수 및 옵티마이저 정의
- 모델 훈련 및 평가

```
import torch
import torch.nn as nn
import torch.optim as optim
from torchvision import datasets, transforms
from torch.utils.data import DataLoader

# 데이터 전처리
transform = transforms.Compose([transforms.ToTensor(), transforms.Normalize((0.5,), (0.5,))])

# 데이터셋 다운로드 및 로드
train_dataset = datasets.MNIST(root='./data', train=True, transform=transform, download=True)
test_dataset = datasets.MNIST(root='./data', train=False, transform=transform, download=True)

# DataLoader 설정
train_loader = DataLoader(train_dataset, batch_size=64, shuffle=True)
test_loader = DataLoader(test_dataset, batch_size=64, shuffle=False)

# 간단한 신경망 모델
class SimpleNN(nn.Module):
    def __init__(self):
        super(SimpleNN, self).__init__()
        self.fc1 = nn.Linear(28 * 28, 128)
        self.relu = nn.ReLU()
        self.fc2 = nn.Linear(128, 64)
        self.fc3 = nn.Linear(64, 10)

    def forward(self, x):
        x = x.view(-1, 28 * 28) # Flatten the image
        x = self.fc1(x)
        x = self.relu(x)
        x = self.fc2(x)
        x = self.relu(x)
        x = self.fc3(x)
        return x

device = torch.device('cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu')
model = SimpleNN().to(device)

# 손실 함수 및 옵티마이저 설정
criterion = nn.CrossEntropyLoss()
optimizer = optim.Adam(model.parameters(), lr=0.001)
```

```
# 모델 훈련
epochs = 5
for epoch in range(epochs):
    model.train()
    for images, labels in train_loader:
        images, labels = images.to(device), labels.to(device)

        # Forward
        outputs = model(images)
        loss = criterion(outputs, labels)

        # Backward
        optimizer.zero_grad()
        loss.backward()
        optimizer.step()

    print(f"Epoch [{epoch+1}/{epochs}], Loss: {loss.item():.4f}")

model.eval()
correct = 0
total = 0

with torch.no_grad():
    for images, labels in test_loader:
        images, labels = images.to(device), labels.to(device)
        outputs = model(images)
        _, predicted = torch.max(outputs.data, 1)
        total += labels.size(0)
        correct += (predicted == labels).sum().item()

accuracy = 100 * correct / total
print(f'Accuracy: {accuracy:.2f}%')
```