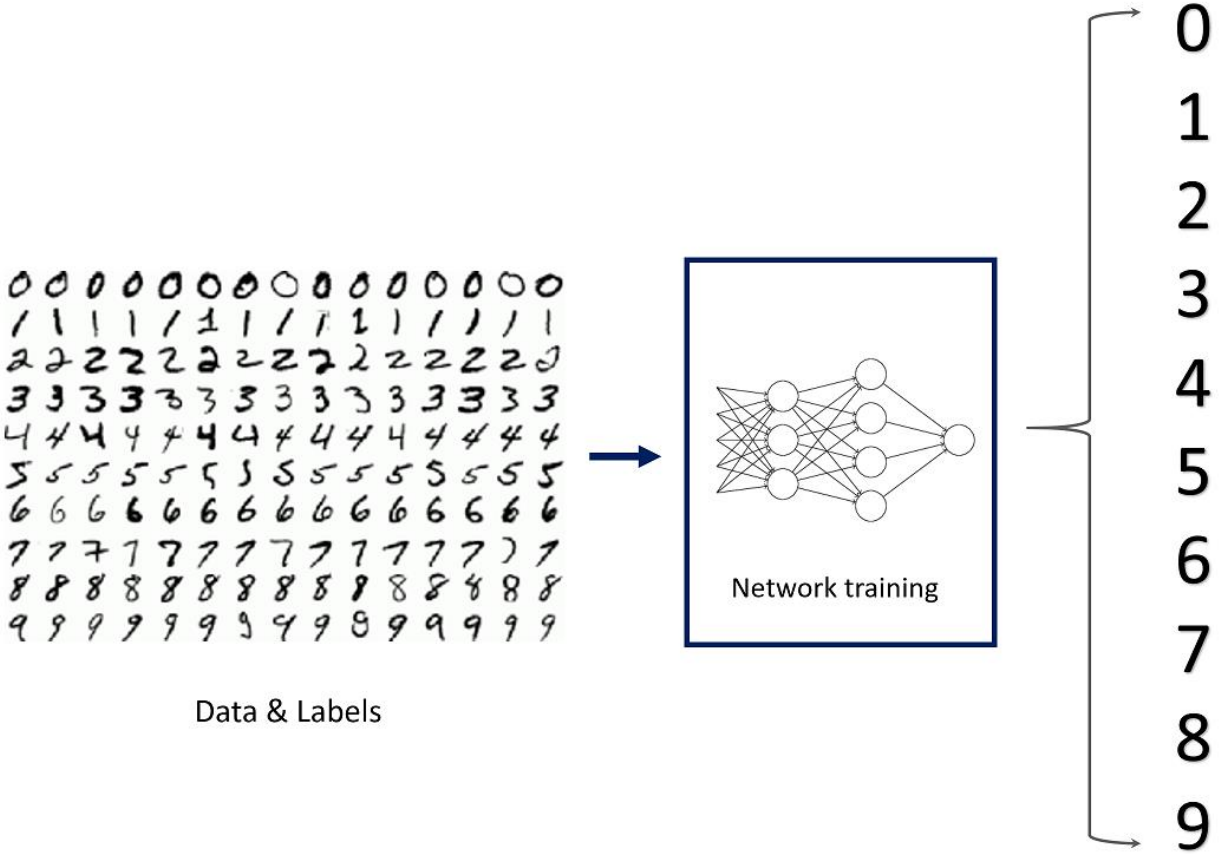
딥러닝의 Hello World MNIST 이해를 위한 손글씨 보기

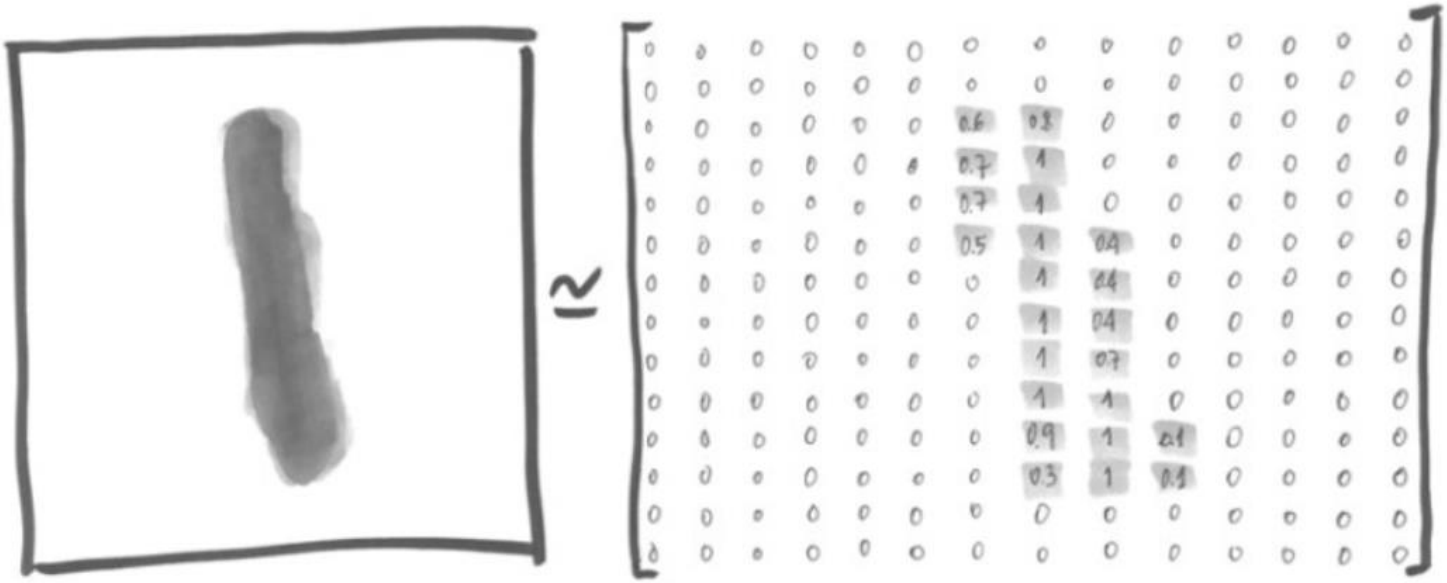
Hello World

- **MNIST 데이터셋**
  - 딥러닝 손글씨 인식에 사용되는 데이터셋



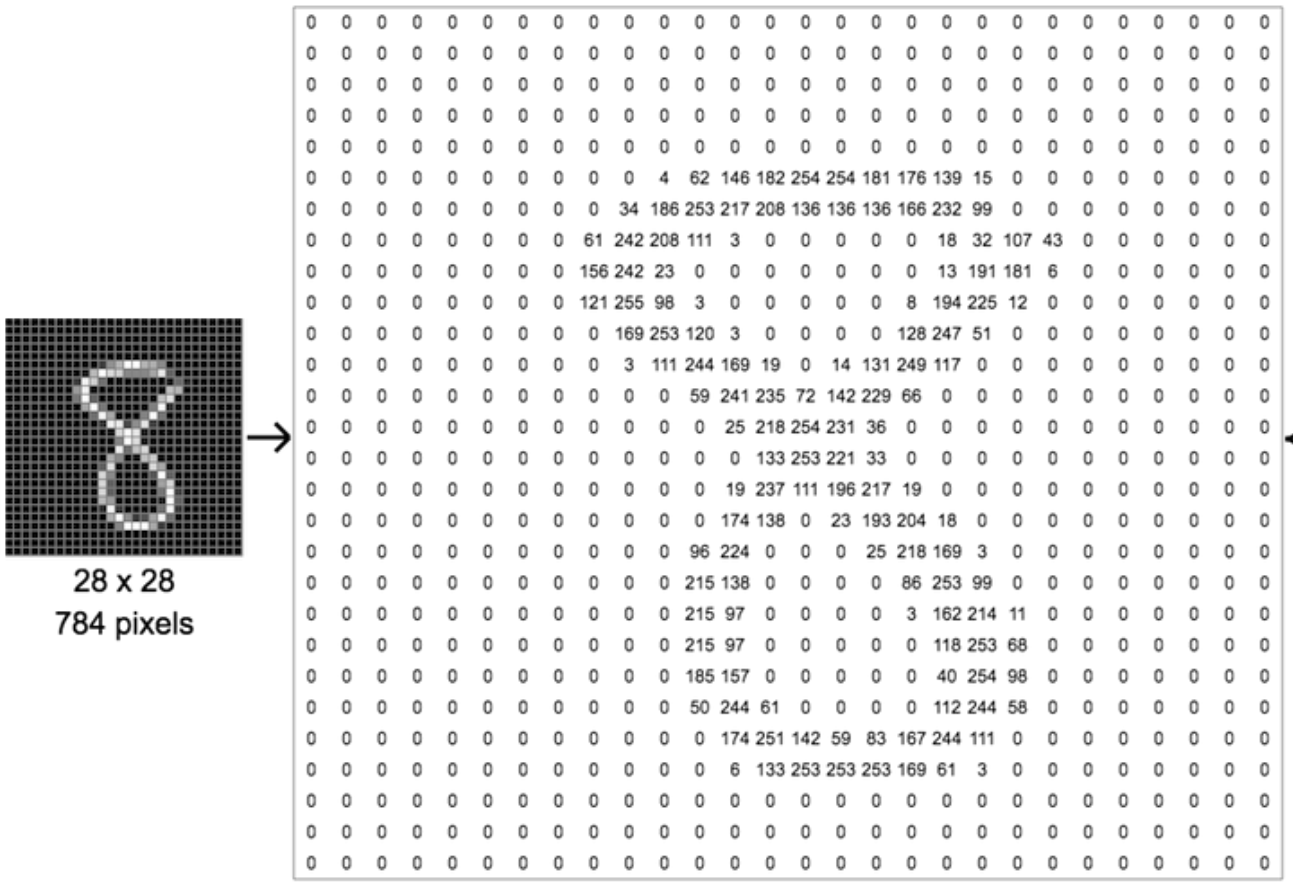
손글씨 하나의 구조

- **784 픽셀**
  - 28 X 28
    - **내부 값은 0~255**
      - **이 값을 0~1로 수정해서 사용**



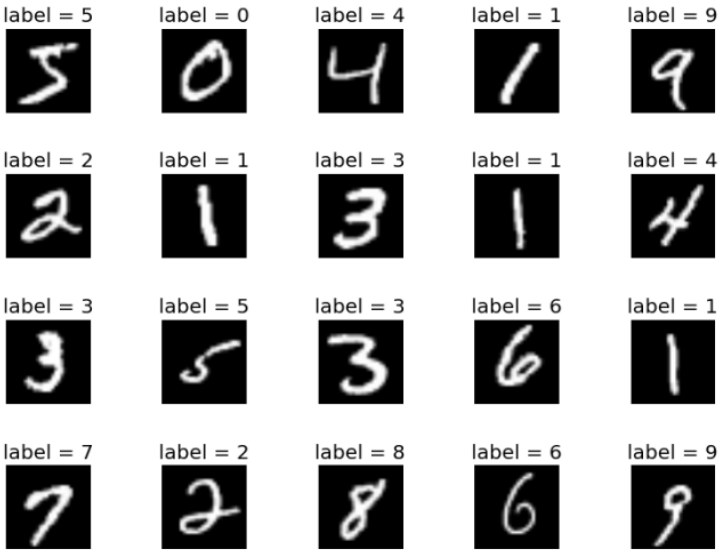
MNIST 이미지와 딥러닝

- 흑백 28 * 28



MNIST 데이터 셋

- **MNIST(Modified National Institute of Standards and Technology)**
  - 손으로 쓴 자릿수에 대한 데이터 집합
    - **Yann Lecun의 The MNIST DATABASE of handwritten numerics 웹 사이트에서 배포**
      - http://yann.lecun.com/exdb/mnist/
  - "필기 숫자 이미지"와 정답인 " 레이블 " 의 쌍으로 구성
    - **숫자의 범위는 0에서 9까지, 총 10 개의 패턴을 의미**
  - 필기 숫자 이미지
    - **크기가 28 x 28 픽셀인 회색조 이미지**
  - Label
    - **이미지의 정답: 필기 숫자 이미지가 나타내는 실제 숫자, 0에서 9**
  - 대표적인 두 가지의 데이터 가져오는 방법
    - **tensorflow.keras.datasets.mnist**
    - **tensorflow.examples.tutorials.mnist**



딥러닝 과정

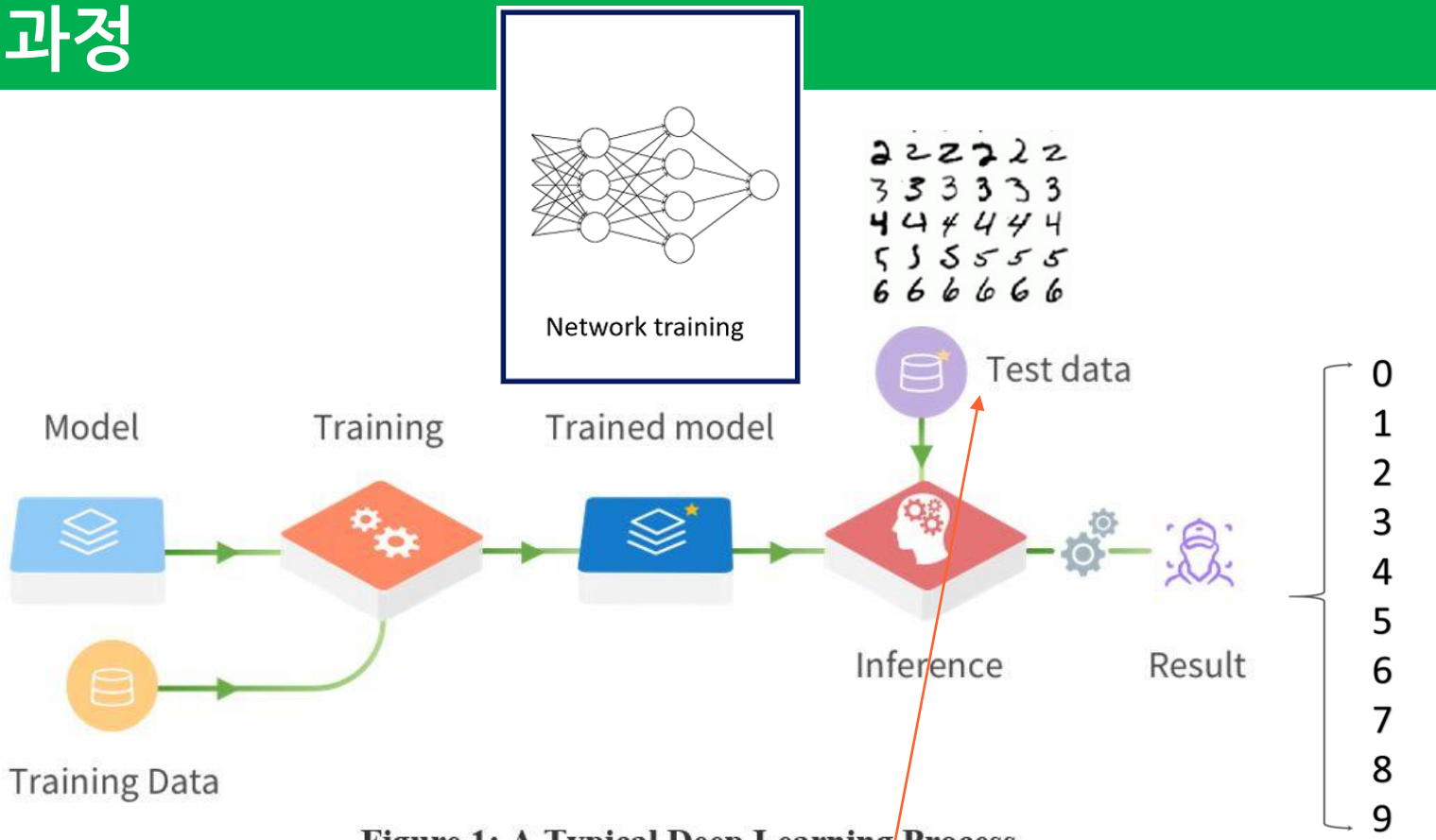
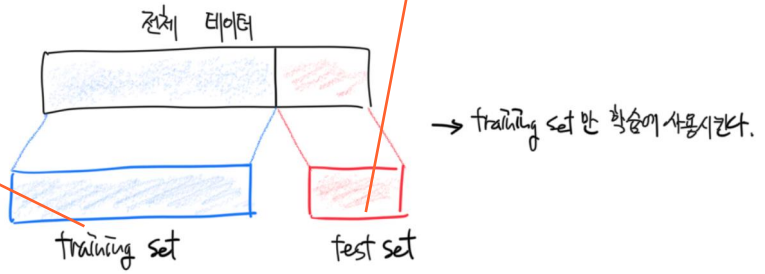
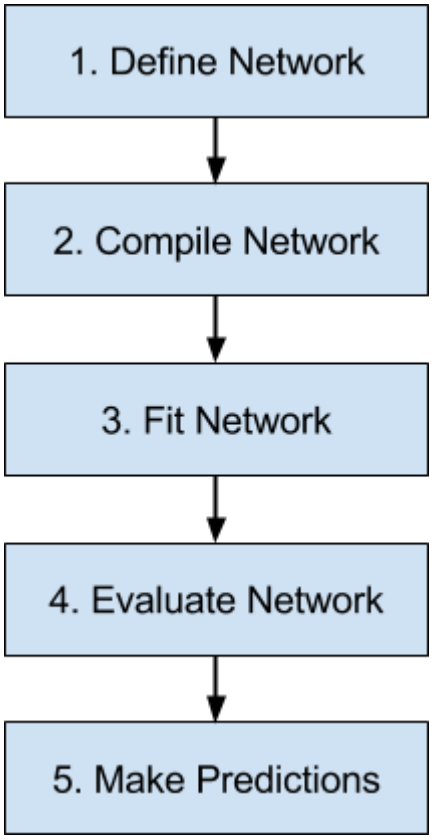


Figure 1: A Typical Deep Learning Process



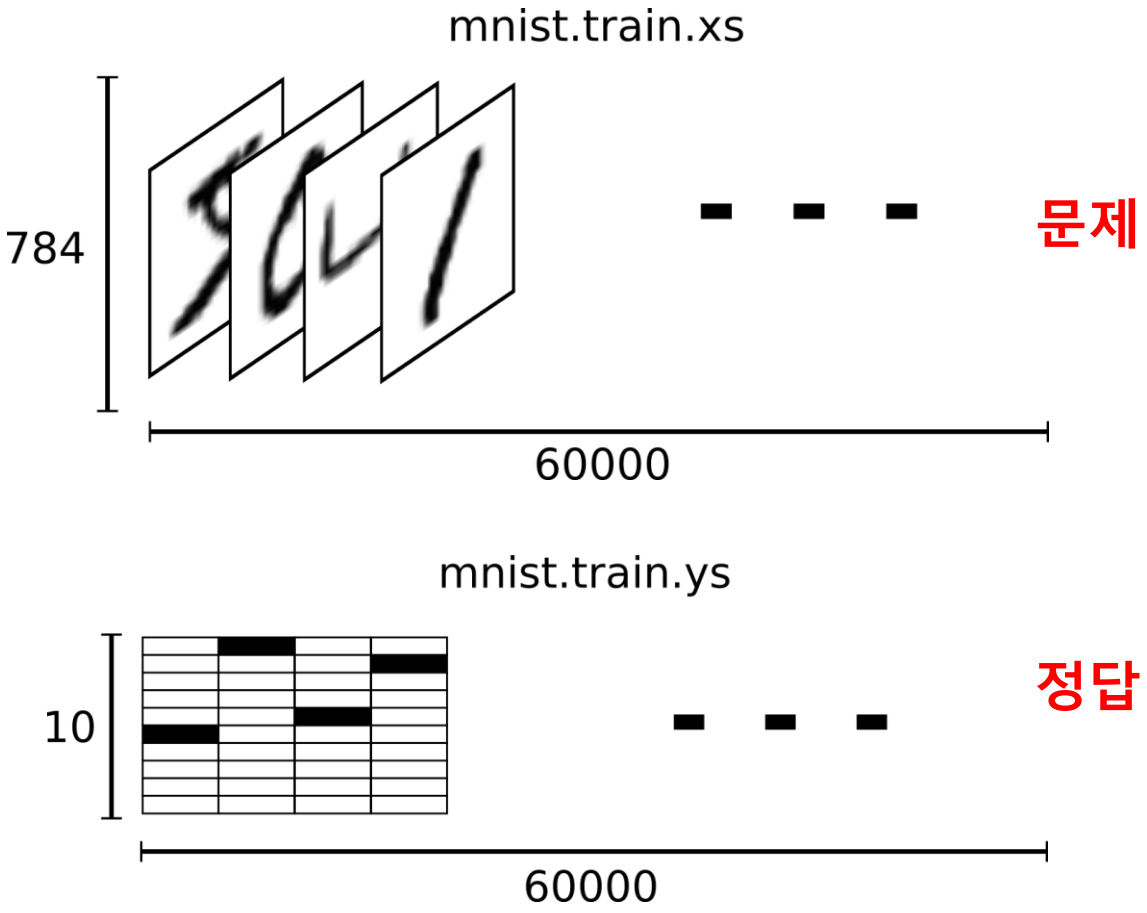
텐서플로-케라스 딥러닝 구현

- **5개 과정**
  - 딥러닝을 모델을 만들어
    - **define**
  - 주요 훈련방법을 설정하고
    - **compile**
      - **최적화 방법(optimizers)**
      - **손실 함수(losses)**
      - **훈련 모니터링 지표(metrics)**
  - 훈련시켜
    - **fit**
  - 테스트 데이터를 평가하고
    - **evaluate**
  - 정답을 예측
    - **predict**



Mnist 데이터

- **훈련 데이터 구조**
  - 총 6만개의 손글씨



실습 파일

- 21-5-mnist-basic.ipynb

MNIST 손글씨 데이터 로드 코드

- 훈련 데이터 손글씨와 정답
  - x_train, y_train
    - 6만개
- 테스트 데이터 손글씨와 정답
  - x_test, y_test
    - 1만개

```
import tensorflow as tf

mnist = tf.keras.datasets.mnist
# MNIST 데이터셋을 훈련과 테스트 데이터로 로드하여 준비
(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()
```

MNIST 손글씨 데이터 구조 확인

- **첫 손글씨와 데이터와 정답**
  - x_train[0], y_train[0]

```
[62]  1 x_train.shape
```

```
(60000, 28, 28)
```

```
[68]  1 y_train.shape
```

```
(60000,)
```

```
[70]  1 x_train[0]
```

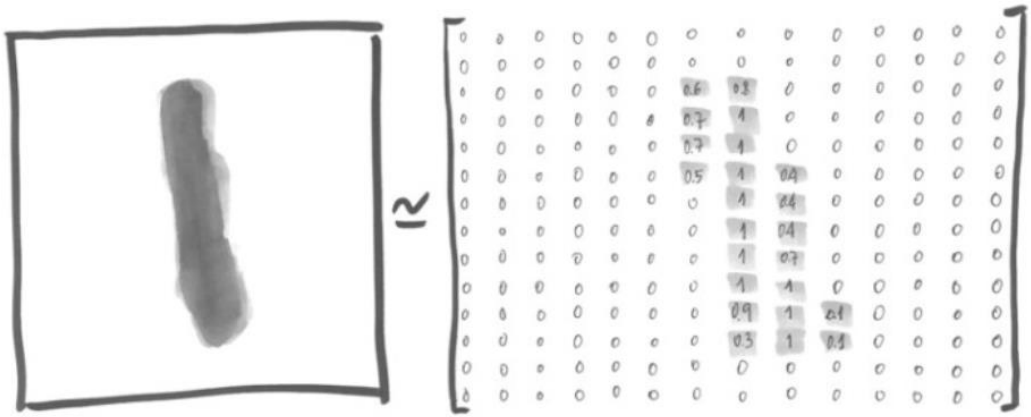
```
array([[  0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,   3,
         18,  18,  18, 126, 136, 175,  26, 166, 255, 247, 127,   0,   0,
          0,   0],
       [  0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,  30,  36,  94, 154, 170,
        253, 253, 253, 253, 253, 225, 172, 253, 242, 195,  64,   0,   0,
          0,   0],
       [  0,   0,   0,   0,   0,   0,   0,  49, 238, 253, 253, 253, 253,
        253, 253, 253, 253, 251,  93,  82,  82,  56,  39,   0,   0,   0,
          0,   0],
```

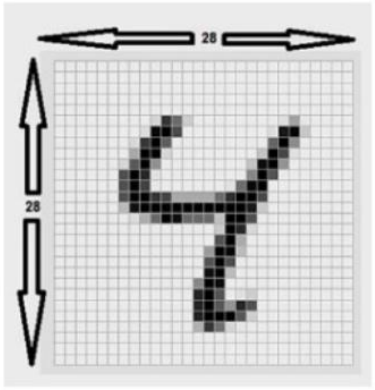
```
[71]  1 y_train[0]
```

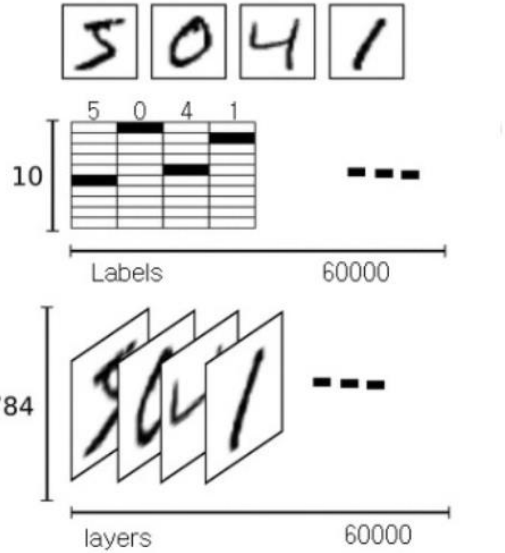
```
5
```

MNIST 데이터 기본 확인

- **배열 구조**
  - 속성 shape







MNIST 손글씨 데이터 구조 확인 코드

```
# MNIST 데이터셋을 훈련과 테스트 데이터로 로드하여 준비
(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()

# MNIST 형태를 알아 봅시다. 데이터 수, 행렬 형태 등
print(x_train.shape, y_train.shape)
print(x_test.shape, y_test.shape)

# MNIST 훈련 데이터의 내부 첫 내용도 알아보자.
print(x_train[0])
print(y_train[0])

# MNIST 테스트 데이터의 내부 첫 내용도 알아보자.
print(x_test[0])
print(y_test[0])
```

이차원 28 x 28

```
(60000, 28, 28) (60000,)
(10000, 28, 28) (10000,)

[[...]]
5

[[...]]
7
```

행렬 내용 직접 출력

- **이미지 28 x 28**
  - 784 개의 정수 값(0~255)

```
import sys

for x in x_train[0]:
    for i in x:
        sys.stdout.write('%3d' % i)
    sys.stdout.write('\n')
```

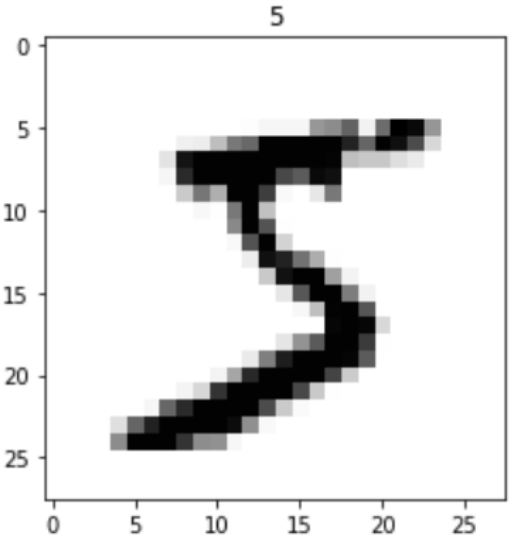
```
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  3 18 18 18126136175 26166255247127  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0 30 36 94154170253253253253225172253242195 64  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0 49238253253253253253253253251 93 82 82 56 39  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0 18219253253253253198182247241  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0 80156107253253205 11  0 43154  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0 14  1154253 90  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0139253190  2  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 11190253 70  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 35241225160108  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 81240253253119 25  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 45186253253150 27  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 16 93252253187  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0249253249 64  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 46130183253253207  2  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 39148229253253253250182  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0 24114221253253253253201 78  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0 23 66213253253253253198 81  2  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0 18171219253253253253195 80  9  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0 55172226253253253253244133 11  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0136253253253212135132 16  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
```

훈련 데이터 첫 손글씨 보기

- **x_train[0], y_train[0]**
  - 손글씨 5

```
[67]  1 n = 0
      2 ttl = str(y_train[n])
      3 plt.figure(figsize=(6, 4))
      4 plt.title(ttl)
      5 plt.imshow(x_train[n], cmap='Greys')
```

```
<matplotlib.image.AxesImage at 0x7faf8ba0bda0>
```

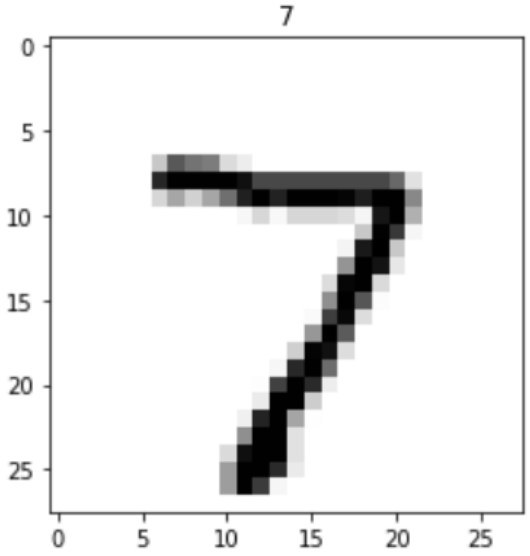


테스트 데이터 첫 손글씨 보기

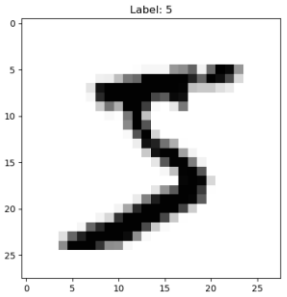
- **x_test[0], y_test[0]**
  - 손글씨 7

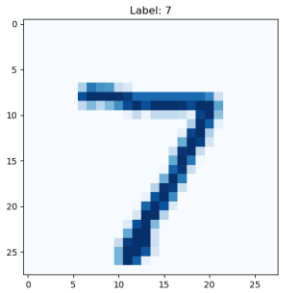
```
[74]  1 n = 0
      2 ttl = str(y_test[n])
      3 plt.figure(figsize=(6, 4))
      4 plt.title(ttl)
      5 plt.imshow(x_test[n], cmap='Greys')
```

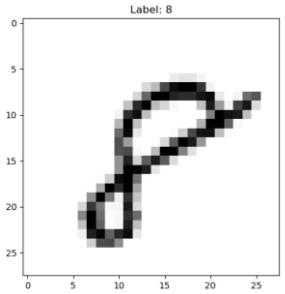
```
<matplotlib.image.AxesImage at 0x7faf8c402be0>
```

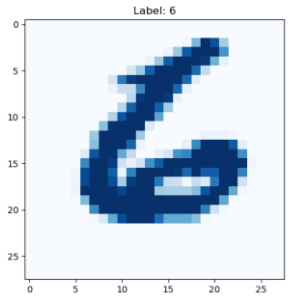


첫 손글씨와 마지막 손글씨 그려 보기










```python
# MNIST 데이터(훈련, 테스트)의 내부 첫 내용을 그려보자.
import matplotlib.pyplot as plt

tmp = "Label: " + str(y_train[0])
plt.title(tmp)
plt.imshow(x_train[0], cmap="Greys")
plt.show()

tmp = "Label: " + str(y_test[0])
plt.title(tmp)
plt.imshow(x_test[0], cmap='Blues')
plt.show()

# MNIST 데이터(훈련, 테스트)의 내부 마지막 내용을 그려보자.
idx = len(x_train) - 1
tmp = "Label: " + str(y_train[idx])
plt.title(tmp)
plt.imshow(x_train[idx], cmap="Greys")
plt.show()

idx = len(x_test) - 1
tmp = "Label: " + str(y_test[idx])
plt.title(tmp)
plt.imshow(x_test[idx], cmap='Blues')
plt.show()
```

훈련용 데이터 60000 개 중에서 임의 손글씨 출력

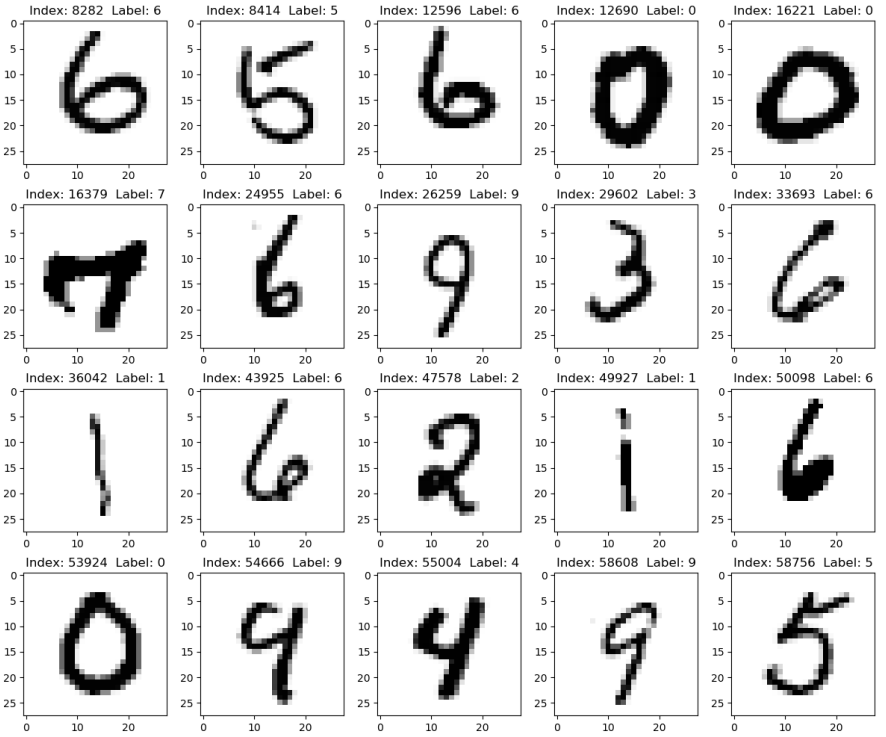
- **0~59999 중의 임의 수 20개 선택**
  - 선택할 번호 선정

```
import tensorflow as tf
mnist = tf.keras.datasets.mnist
(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()

from random import sample
nrows, ncols = 4, 5 #출력 가로 세로 수

# 출력할 첨자 선정
idx = sorted(sample(range(len(x_train)), nrows * ncols))
print(idx)
```

```
[577, 4733, 6096, 7075, 15445, 15592, 22448, 22721, 23361, … ]
```

손글씨 그려 보기

- 랜덤하게 20개

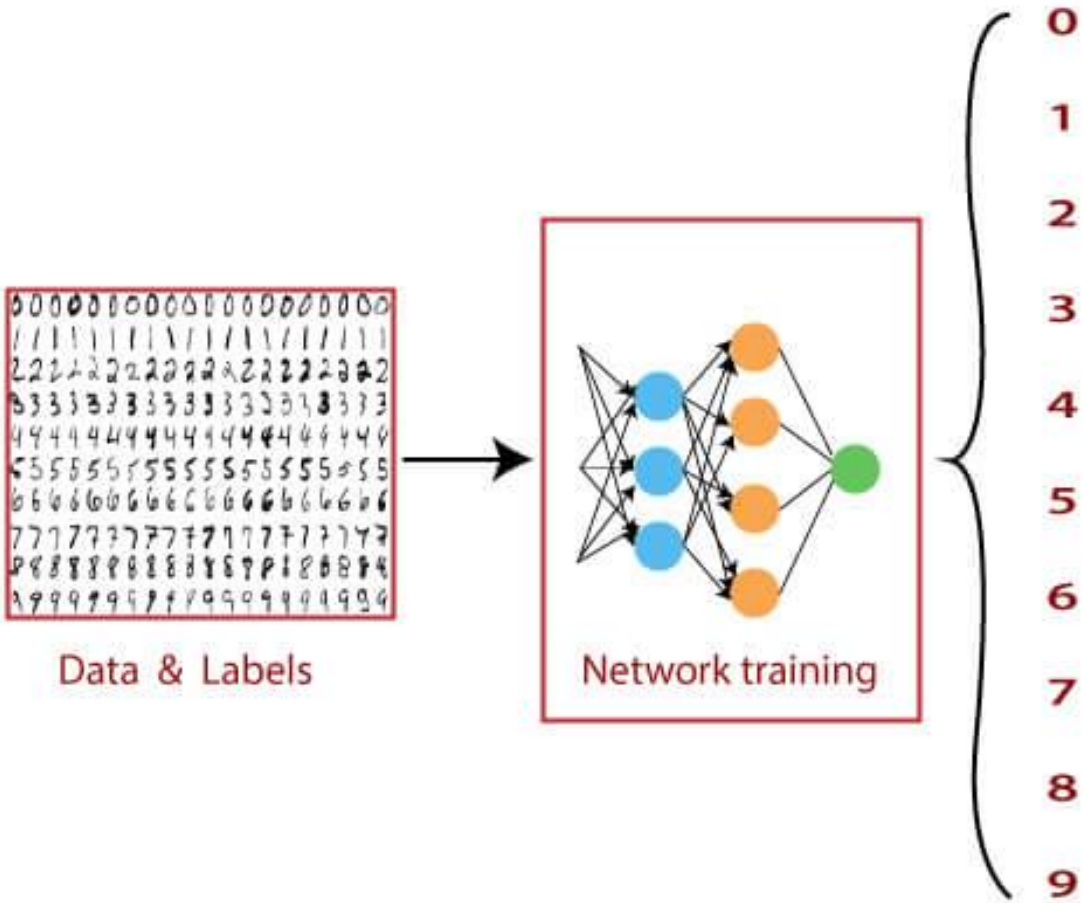



```
#랜덤하게 20개의 훈련용 자료를 그려 보자.
from random import sample

nrows, ncols = 4, 5 #출력 가로 세로 수
# 출력할 첨자 선정
idx = sorted(sample(range(len(x_train)), nrows * ncols))
#print(idx)

count = 0
plt.figure(figsize=(12, 10))

for n in idx:
    count += 1
    plt.subplot(nrows, ncols, count)
    tmp = "Index: " + str(n) + "  Label: " + str(y_train[n])
    plt.title(tmp)
    plt.imshow(x_train[n], cmap='Greys')

plt.tight_layout()
plt.show()
```

MNIST 데이터
딥러닝 모델 적용 예측

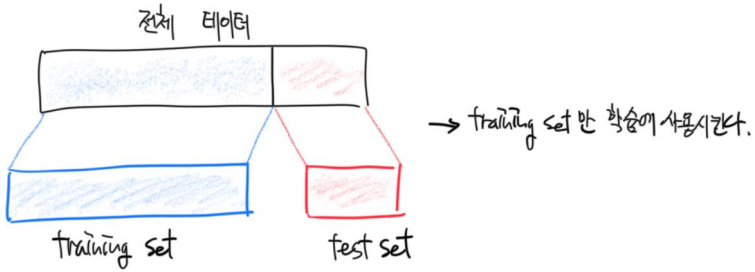
MNIST 데이터 셋을 위한 딥러닝

- **0에서 9까지의 분류**
  - Number of classes: 10



딥러닝 과정

- **모델 구성(개발)**
  - 블랙 박스
- **모델 훈련: train**
  - 모델이 문제를 해결하도록 훈련
    - **어린 아이가 부모에게 훈련 받는 것에 비유**
  - 훈육 방법과 여러 설정
    - **경사하강법(내리막 경사 따라 가기)**
    - **손실 함수(Loss Function)**
    - **모니터링 지표 metrics**
- **예측: inference, prediction**



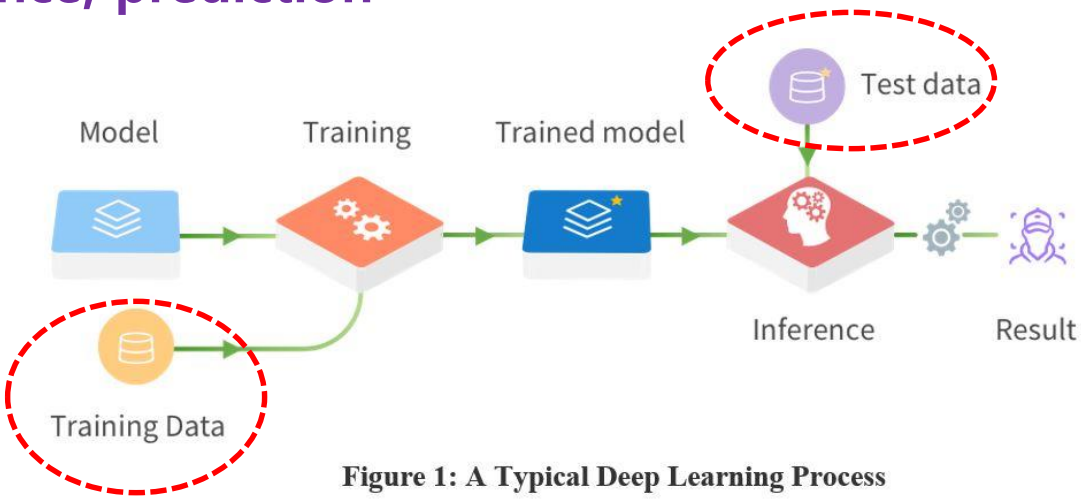
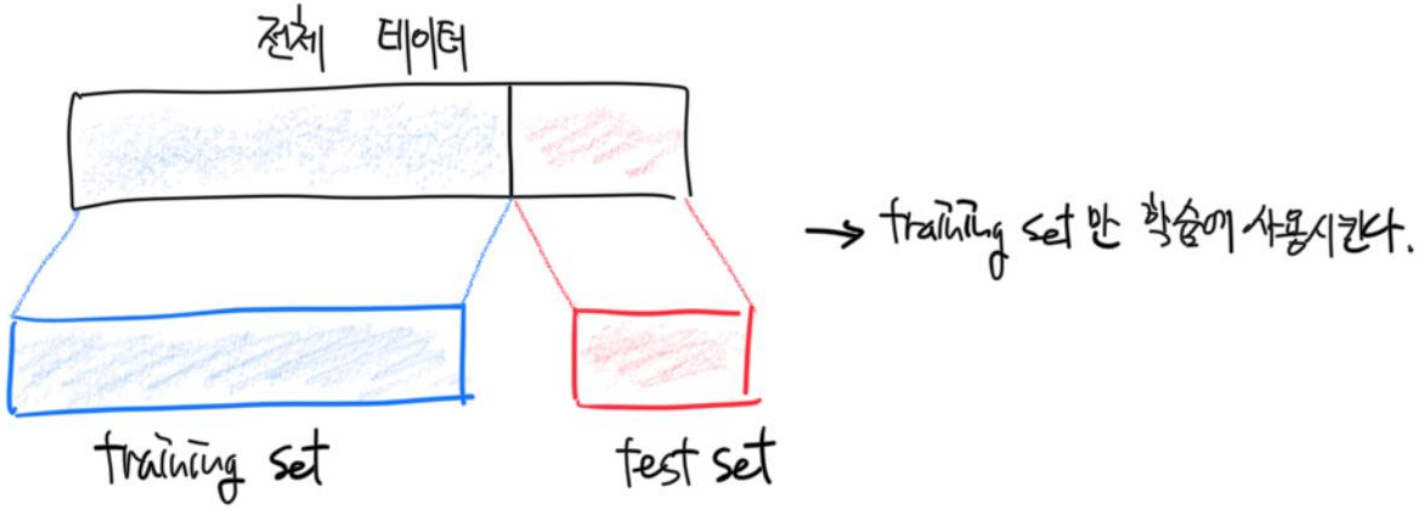


Figure 1: A Typical Deep Learning Process

훈련 데이터와 테스트 데이터로 구분

- **MNIST에는 총 70000 개의 데이터**
  - 훈련 데이터 세트(training data set) 크기: 60000
  - 테스트 데이터 세트(test data set) 크기: 10000

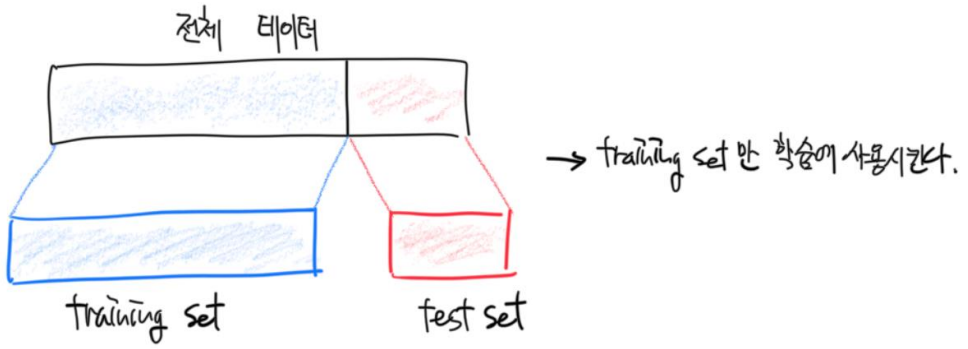


딥러닝 구현 순서

- **0 필요 모듈 임포트**
- **① 훈련과 정답 데이터 지정**
  - ① - 1 데이터 전처리(옵션)
- **② 모델 구성**
- **③ 학습에 필요한 최적화 방법과 손실 함수 등 설정**
  - ③ - 1 구성된 모델 요약(옵션)
- **④ 생성된 모델로 훈련 데이터 학습**
- **⑤ 테스트 데이터로 성능 평가**
  - ⑤ - 1 테스트 데이터 또는 다른 데이터로 결과 예측(옵션)

주요 용어

- **데이터셋**
  - 훈련용과 테스트용
    - **Train data set, Test data set**
    - **x(입력, 문제), y(정답, 레이블)**
  - 전처리
- **모델**
  - 딥러닝 핵심 신경망, 여러 층 구성
    - **완전연결층**
      - **Dense()**
    - **1차원 배열로 평탄화**
      - **Flatten()**



- **학습 방법의 여러 요소들**
  - 옵티마이저(optimizer), 최적화 방법
    - **경사하강법: 내리막 경사 따라 가기**
  - 손실 함수(Loss Function)
    - **Cross entropy(크로스엔트로피), MSE(Mean Square Error 평균제곱오차)**
- **딥러닝 훈련**
  - Epochs
    - **총 훈련 횟수, 훈련 데이터를 한번 모두 훈련시키는 것이 1 에폭**

① 훈련과 정답 데이터 지정

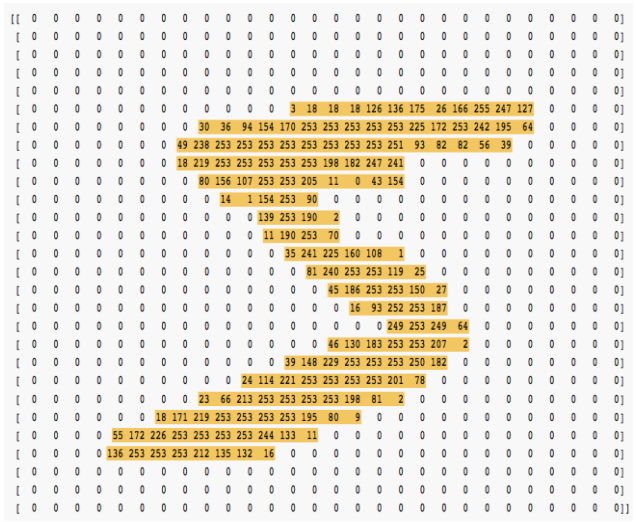
① - 1 데이터 전처리(옵션)

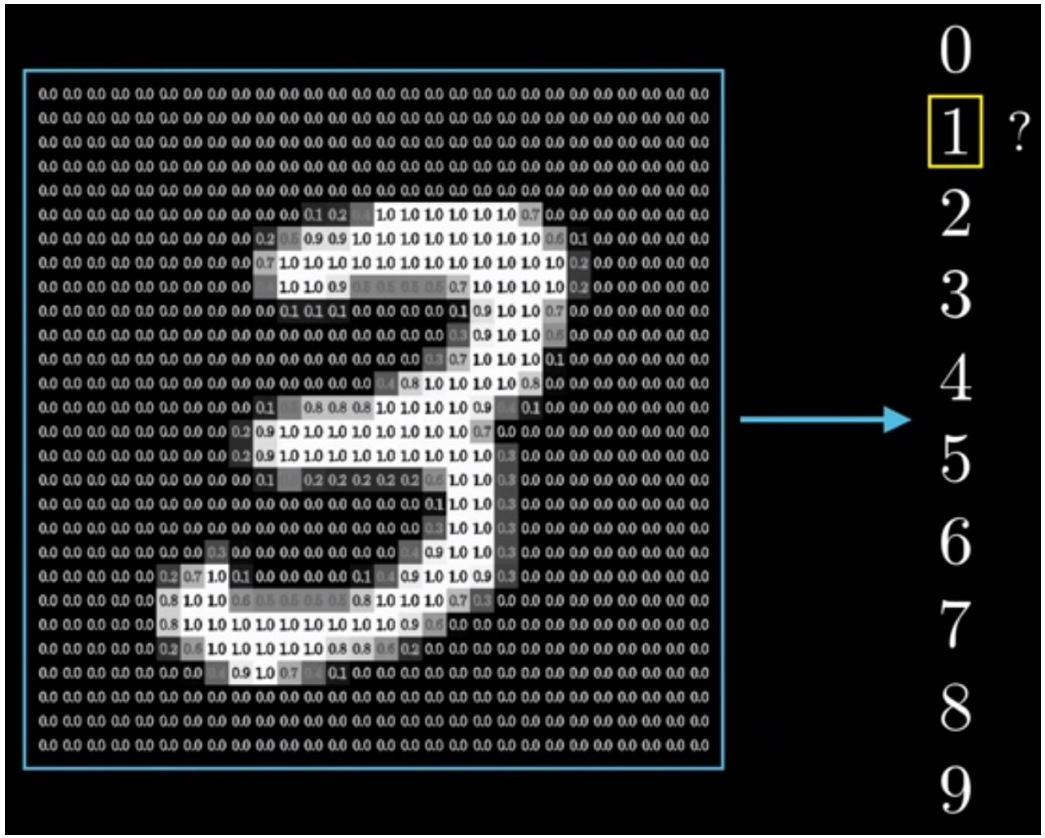
- **MNIST 데이터셋을 로드하여 준비**
  - 전처리
    - **샘플 값을 정수에서 부동소수로 변환**
      - **한 비트의 값을 255로 나눔**

```
import tensoflow as tf

mnist = tf.keras.datasets.mnist

(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()

# 샘플 값을 정수(0~255)에서 부동소수(0~1)로 변환
x_train, x_test = x_train / 255.0, x_test / 255.0
```

① - 1 데이터 전처리(옵션)

- **정규화 결과**
  - 픽셀 값은 0에서 1사이의 값

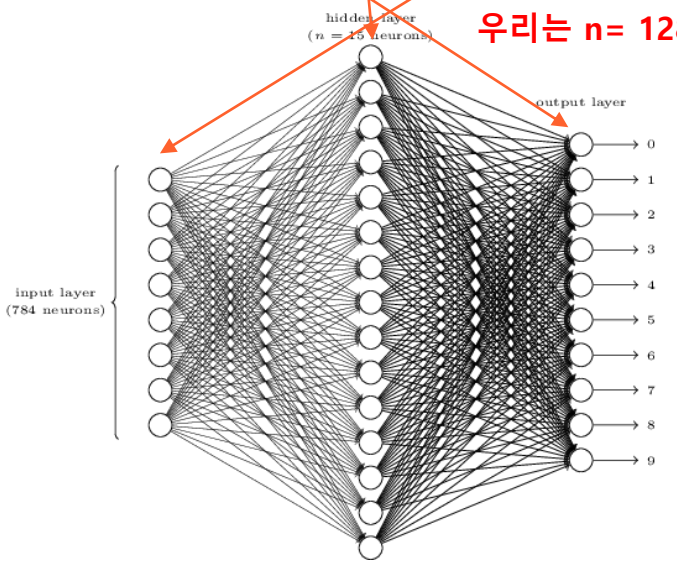




② 모델 구성

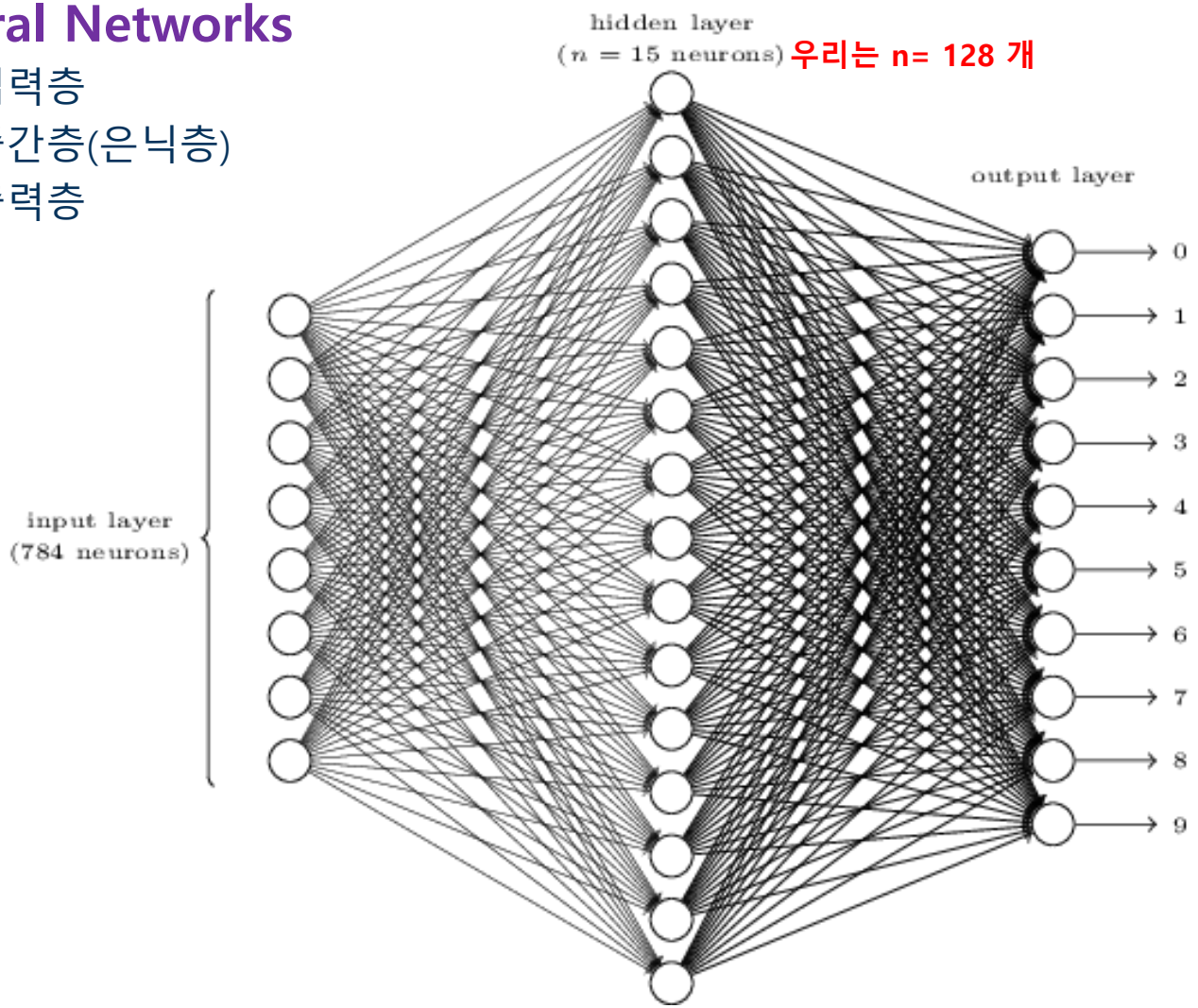
- **층을 차례대로 쌓아 tf.keras.models.Sequential 모델을 생성**
  - 신경망 구성

```
# 층을 차례대로 쌓아 tf.keras.models.Sequential 모델을 생성
model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(10, activation='softmax')
])
```



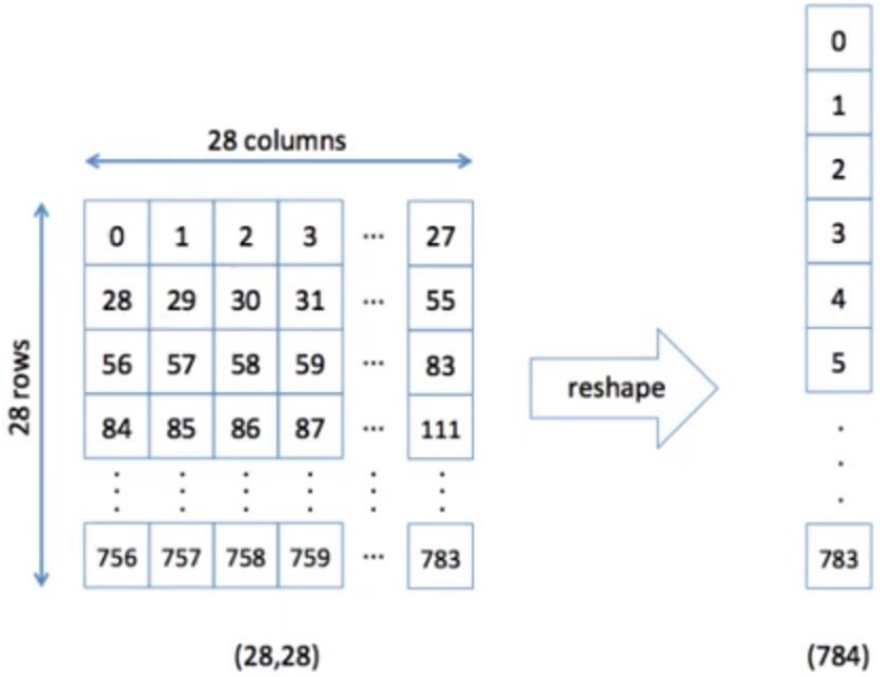
MNIST 해결을 위한 인공 신경망

- **Neural Networks**
  - 입력층
  - 중간층(은닉층)
  - 출력층



모델에서 2차원 그림을 1차원으로 평탄화

- **Flatten(input_shape=(28, 28)),**
  - 60000 개의 (28, 28) 크기를 가진 배열
    - **60000개의 (28 * 28) 크기의 배열로 수정**

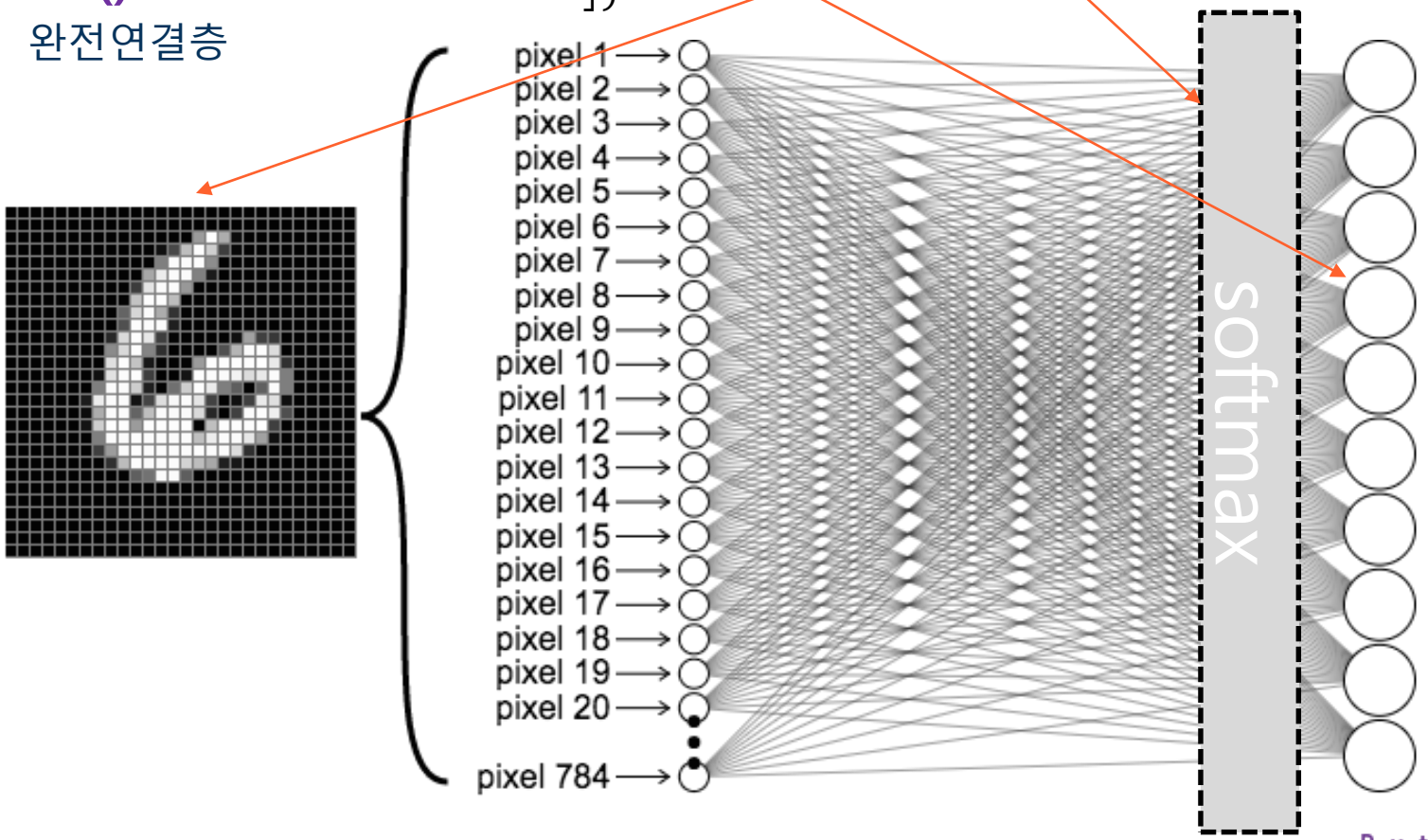



```
# 층을 차례대로 쌓아 tf.keras.models.Sequential 모델을 생성
model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(10, activation='softmax')
])
```

단순 신경망 모델과 Dense() 층

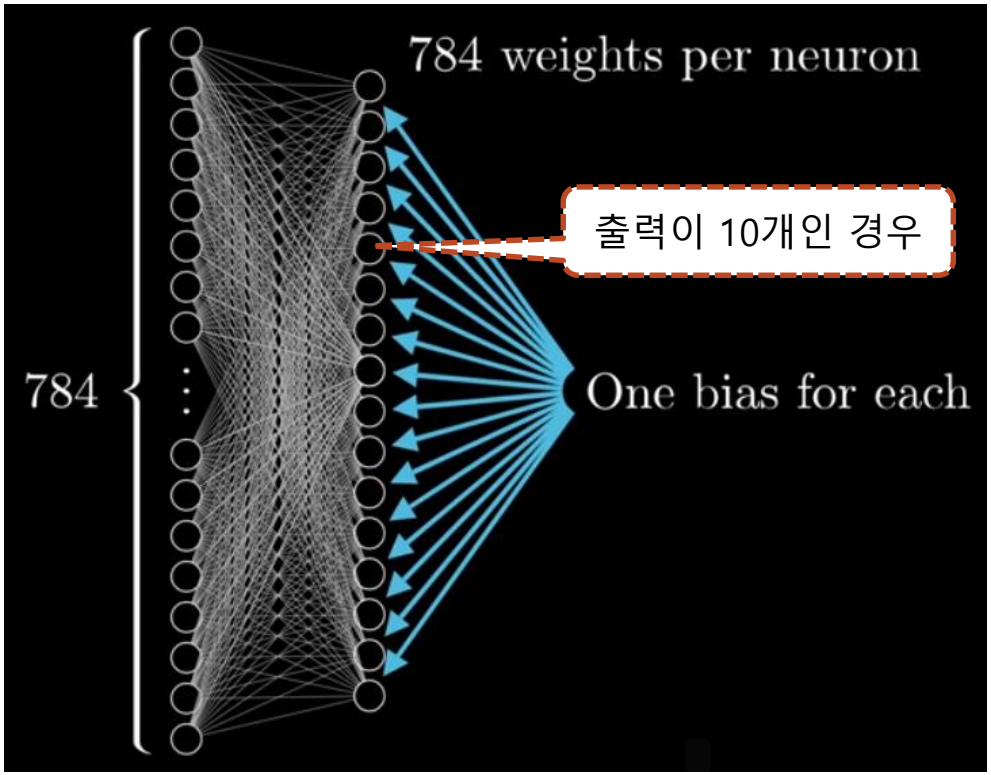
- **중간 은닉층이 없는 구조**
  - 입력층과 출력층만 존재
- **Dense()**
  - 완전연결층

```
# ④ 인공신경망 모델 생성(구성)
# 층을 차례대로 쌓아 tf.keras.Sequential 모델을 생성
model = Sequential([
    Flatten(input_shape=(28, 28)),
    Dense(10, activation='softmax')
])
```



중간층(은닉층)이 없는 경우

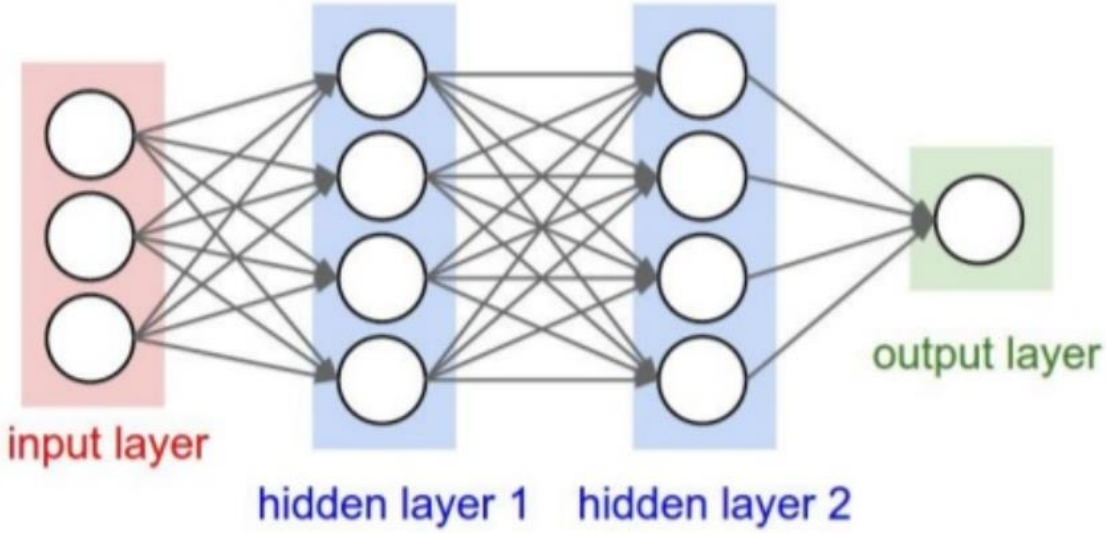
- **입력: 784**
  - 이미지의 각 픽셀 값
- **출력: 10**
  - 각 위치의 값이 될 크기
  - [1.22, .67, .45, .46, .86 .87, .45, .65, 1.14, 2.56]



Dense 층 의미

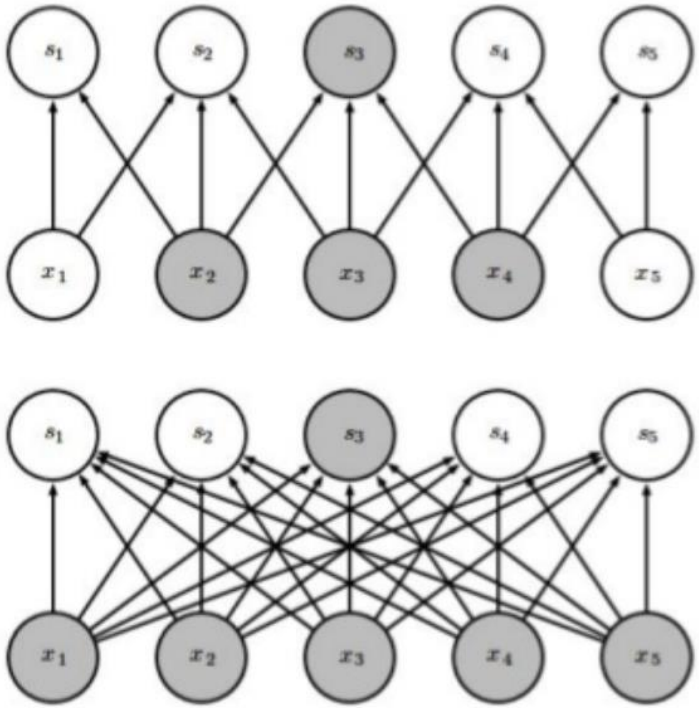
Fully Connected(Dense) Neural Network

- Typical 3-layer fully connected neural network



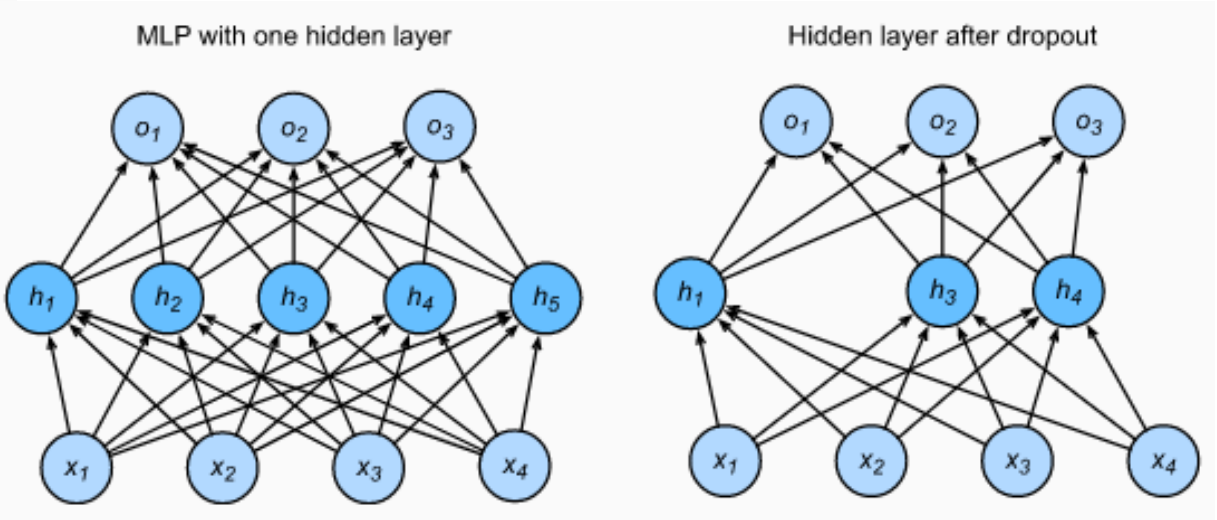
전체 연결과 부분 연결

Sparse connectivity vs. Dense connectivity



드롭아웃

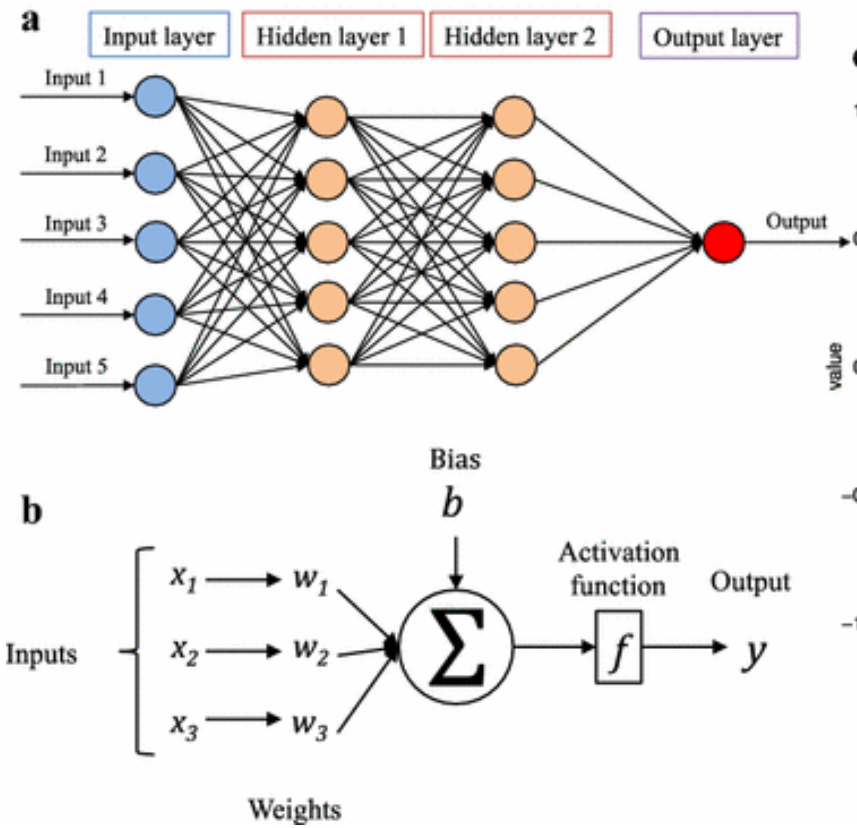
- **tf.keras.layers.Dropout(0.2)**
  - 훈련 중에 20%를 중간에 끊음
    - **예측할 때는 모두 사용**

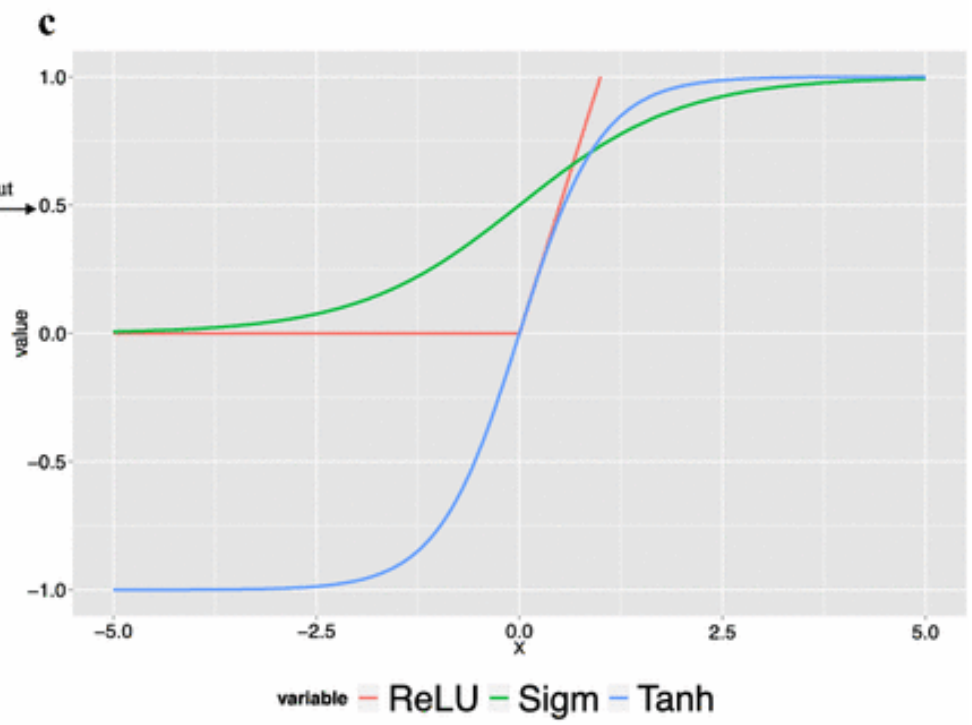


활성화 함수

- **activation function**

```
# 층을 차례대로 쌓아 tf.keras.models.Sequential 모델을 생성
model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(10, activation='softmax')
])
```





③ 학습에 필요한 최적화 방법과 손실 함수 등 설정

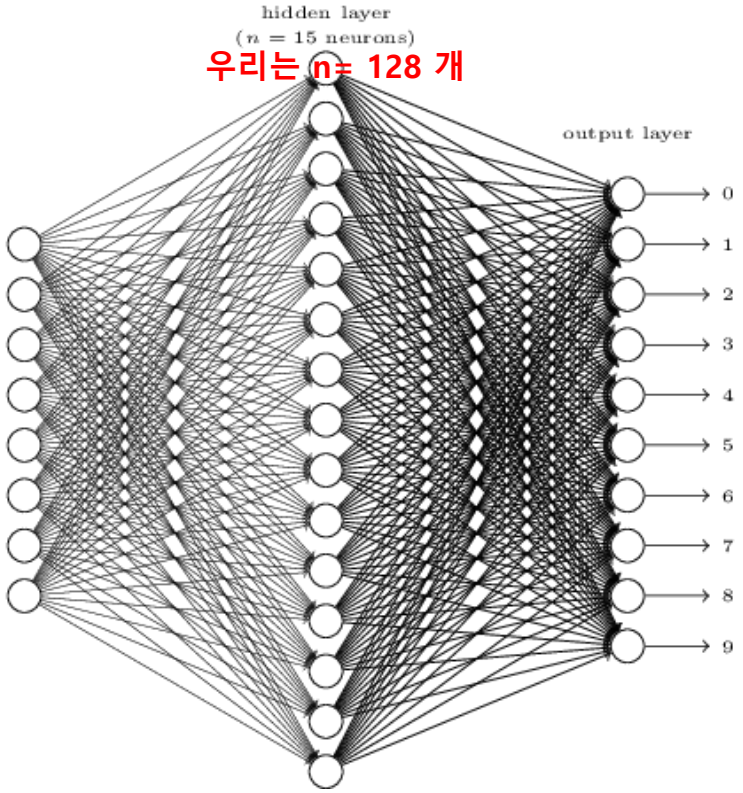
③ - 1 구성된 모델 요약(옵션)

- **훈련에 사용할 옵티마이저(optimizer)와 손실 함수 등을 선택**
  - 옵티마이저:
    - **입력된 데이터와 손실 함수를 기반으로 모델(w와 b)을 업데이트하는 메커니즘**
  - 손실 함수:
    - **훈련 데이터에서 신경망의 성능을 측정하는 방법**
    - **모델이 옳은 방향으로 학습될 수 있도록 도와 주는 기준 값**
  - 훈련과 테스트 과정을 모니터링할 지표
    - **여기에서는 정확도(정확히 분류된 이미지의 비율)만 고려**
- **모델 요약**
  - compile 전에도 summary() 가능

```
# 훈련에 사용할 옵티마이저(optimizer)와 손실 함수, 출력정보를 모델에 설정
model.compile(optimizer='adam',
              loss='sparse_categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])
              # metrics=['accuracy', 'mse'])

# 모델 요약 표시
model.summary()
```

③ - 1 구성된 모델 요약(옵션)

- **model.summary()**
  - 각 층의 구조와 패라미터 수 표시
    - **가중치(weights)와 편향(biases)**
  - 총 패라미터 수
    - **모델이 구해야 할 수의 개수**
    - **101,770**



input layer
(784 neurons)

```
Model: "sequential_1"
_________________________________________________________________
Layer (type)                 Output Shape              Param #
=================================================================
flatten (Flatten)            (None, 784)               0
_________________________________________________________________
dense (Dense)                (None, 128)               100480
_________________________________________________________________
dropout (Dropout)            (None, 128)               0
_________________________________________________________________
dense_1 (Dense)              (None, 10)                1290
=================================================================
Total params: 101,770
Trainable params: 101,770
Non-trainable params: 0
_________________________________________________________________
```

④ 생성된 모델로 훈련 데이터 학습

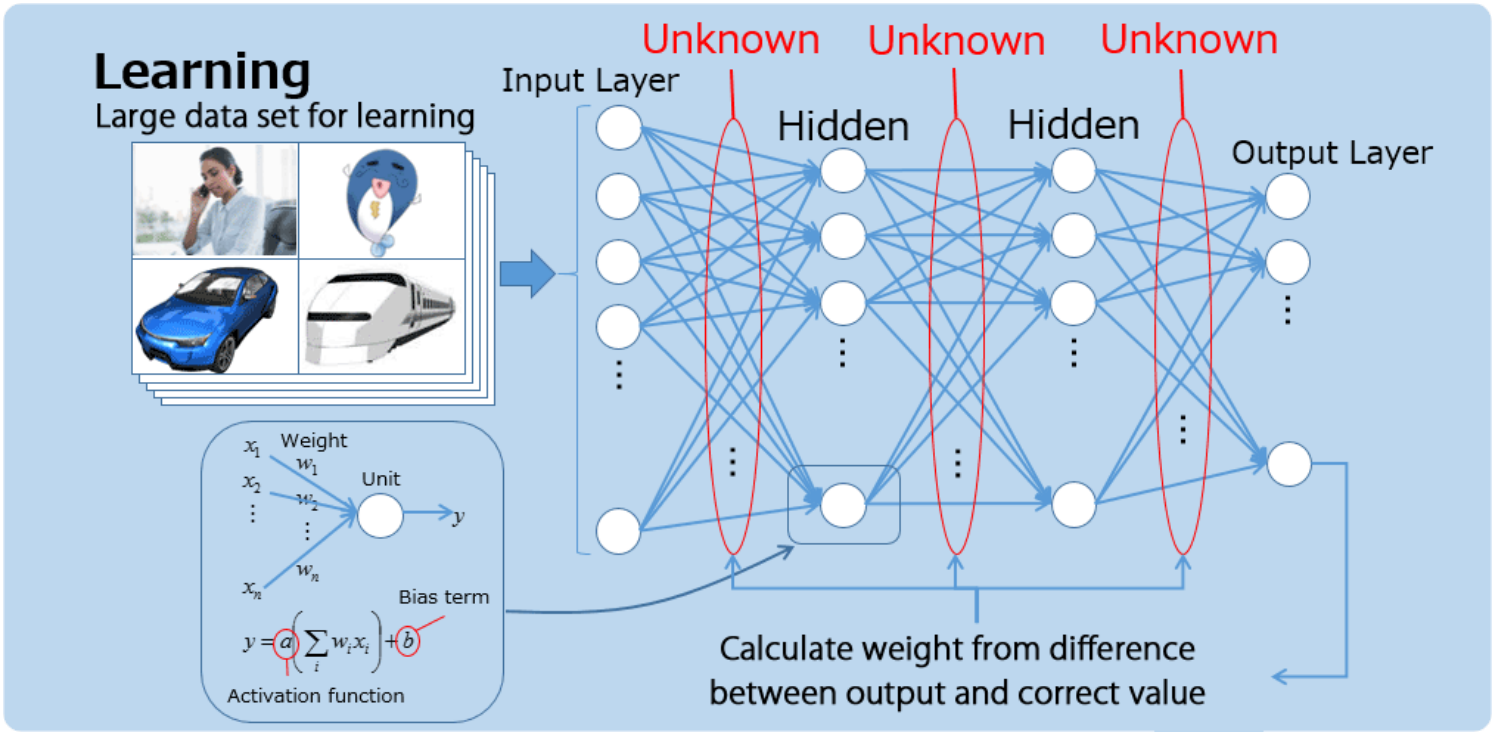
- **모델을 훈련**
  - model.fit()
    - **훈련 횟수 epochs에 지정**

```
# 모델을 훈련 데이터로 총 5번 훈련
model.fit(x_train, y_train, epochs=5)
```

```
Epoch 1/5
1875/1875 [==============================] - 4s 2ms/step - loss: 0.0248 - accuracy: 0.9913
Epoch 2/5
1875/1875 [==============================] - 3s 2ms/step - loss: 0.0234 - accuracy: 0.9920
Epoch 3/5
1875/1875 [==============================] - 3s 2ms/step - loss: 0.0236 - accuracy: 0.9918
Epoch 4/5
1875/1875 [==============================] - 4s 2ms/step - loss: 0.0232 - accuracy: 0.9920
Epoch 5/5
1875/1875 [==============================] - 4s 2ms/step - loss: 0.0229 - accuracy: 0.9922
<tensorflow.python.keras.callbacks.History at 0x7f4a78e6cd30>
```

딥러닝 훈련, 학습

- **fit() 메서드 호출**
  - 훈련 데이터에 모델을 학습
    - **모델의 매개변수를 정하는 과정**



⑤ 테스트 데이터로 성능 평가

- **모델을 평가**
  - 테스트 세트에서도 모델이 잘 작동하는지 확인
  - model.evaluate()
    - **손실 값과 예측 정확도 반환**
      - **loss, accuracy**

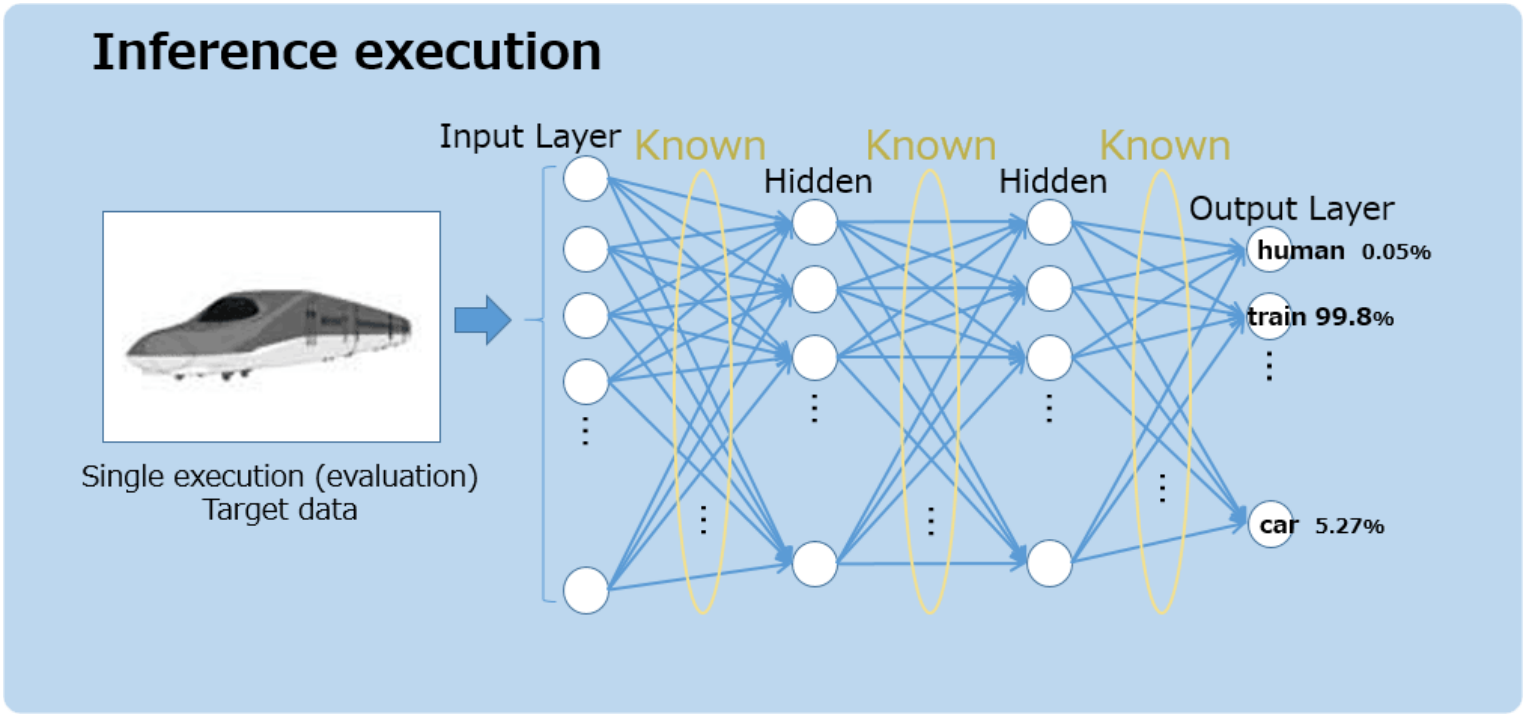
```
# 모델을 테스트 데이터로 평가
model.evaluate(x_test, y_test)
```

```
313/313 [==============================] - 0s 1ms/step - loss: 0.0868 - accuracy: 0.9805
[0.08675415068864822, 0.9804999828338623]
```

98%의 정확도로
손글씨를 맞춤

모델 평가 evaluate

- 테스트 데이터로 모델을 평가



MNIST 딥러닝 구현 전 소스

```
##################################################################
import tensorflow as tf

# mnist 모듈 준비
mnist = tf.keras.datasets.mnist

# MNIST 데이터셋을 훈련과 테스트 데이터로 로드하여 준비
(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()

# 샘플 값을 정수(0~255)에서 부동소수(0~1)로 변환
x_train, x_test = x_train / 255.0, x_test / 255.0


# 층을 차례대로 쌓아 tf.keras.Sequential 모델을 생성
model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(.2),
    tf.keras.layers.Dense(10, activation='softmax')

])

# 훈련에 사용할 옵티마이저(optimizer)와 손실 함수, 출력정보를 선택
model.compile(optimizer='adam',
              loss='sparse_categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

# 모델 요약 표시
model.summary()

# 모델을 훈련 데이터로 총 5번 훈련
model.fit(x_train, y_train, epochs=5)

# 모델을 테스트 데이터로 평가
model.evaluate(x_test, y_test)
```