# 딥러닝 – Part2_v1

2020-12-08 이동환

과학기술연합대학원대학교 ETRI 지능로보틱스연구본부

# 목차

Part2 – CNN : 딥러닝 고려사항(keras)

# Preprocessing Data

1. Raw Image
(.zip, .csv ..)

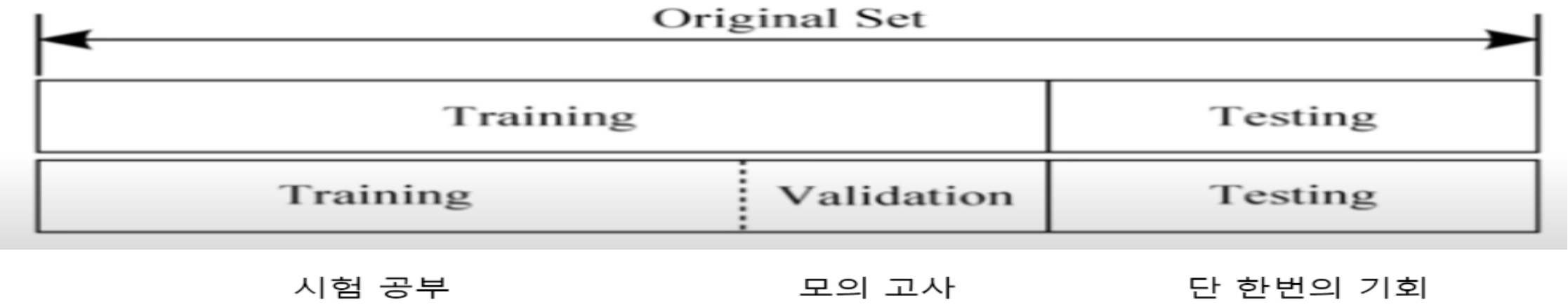
→ Load images, Grayscale, Reshape …

**2. Encoding**
**from sklearn.preprocessing import ___**

- LabelEncoder : 0부터 n까지 정수로 변환
- OneHotEncoder, LabelBinarizer : 두 결과는 비슷 (사용법 참고)

```
Data:  ['cold' 'cold' 'warm' 'cold' 'hot' 'hot' 'warm' 'cold' 'warm' 'hot']
Label Encoder: [0 0 2 0 1 1 2 0 2 1]
OneHot Encoder: [[ 1.  0.  0.]
 [ 1.  0.  0.]
 [ 0.  0.  1.]
 [ 1.  0.  0.]
 [ 0.  1.  0.]
 [ 0.  1.  0.]
 [ 0.  0.  1.]
 [ 1.  0.  0.]
 [ 0.  0.  1.]
 [ 0.  1.  0.]]
Label Binarizer: [[1 0 0]
 [1 0 0]
 [0 0 1]
 [1 0 0]
 [0 1 0]
 [0 1 0]
 [0 0 1]
 [1 0 0]
 [0 0 1]
 [0 1 0]]
```

# Train, Test, Validation Split

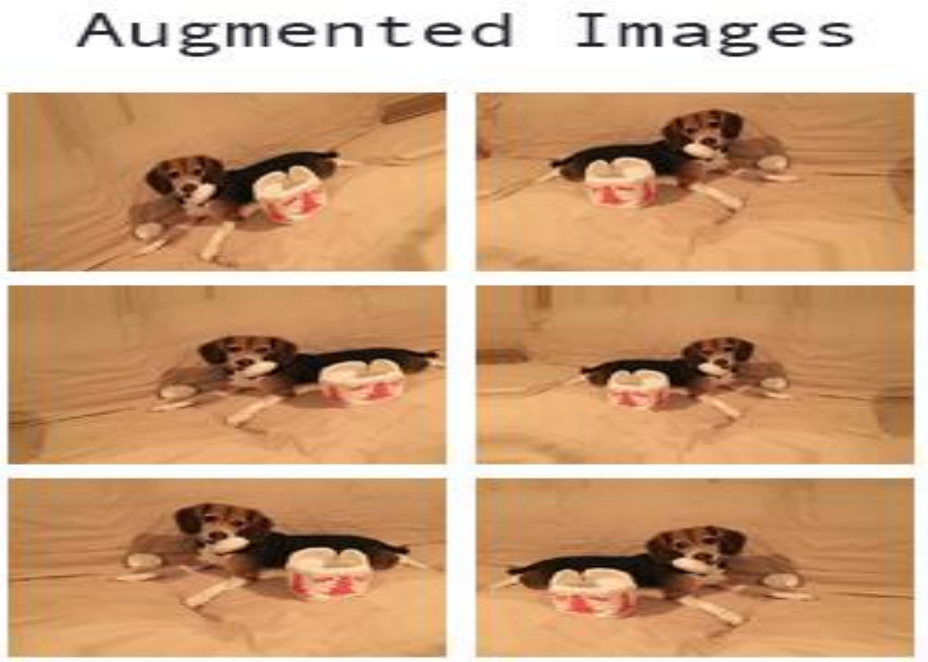



[사용 이유]
overfitting 방지
[사용법]
from sklearn.model_selection import train_test_split
X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split()

- Validation set은 위 함수를 한번 더 사용하여 생성함
- Default : 0.25%-test, 0.75%-train
- 6:3:1(train:validation:test)

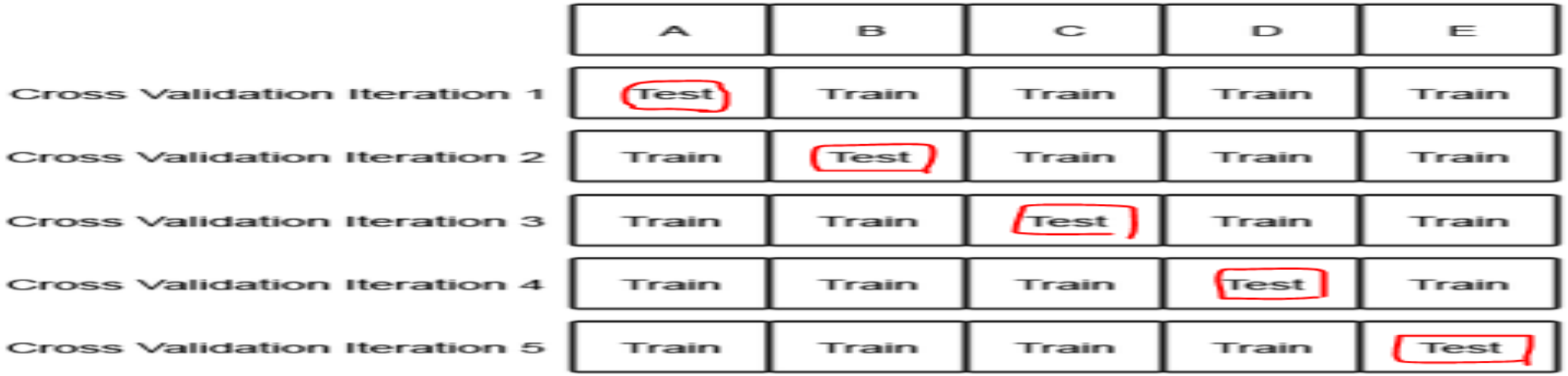
# Image Data Generator

[Option]
rotation_range : 원본 이미지 회전
width(hight)_shift_range : 원본 이미지 이동
rescale : 0~1 사이의 값으로 변환
zoom_range : 원본 이미지 확대/축소
horizontal_flip : 수평방향 뒤집기
vertical_flip : 수직방향 뒤집기
fill_mode : 새로운 공간 채우는 방법




[사용 이유]
부족한 데이터셋 보충하여 성능 향상, overfitting 방지
[사용법]
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator

# K-fold Cross Validation




[사용 이유]
[Train으로 학습, Validation으로 evaluate, test에 대한 predict]-K번 반복, accuracy 획득(평균)
목적 : fold에서 최고의 모델을 뽑아내는 것이 아니라,
여러 모델 중 데이터 분포에 대한 평균 정확도 비교를 통해 모델 선택을 위해 사용함
Kfold(독립적이고, 동일한 분포 데이터), StratifiedKFold(동일 분포 아닌 경우) 등을 사용
[사용법]
from sklearn.model_selection import Kfold

# Weight Initialization

◦ Xavier Normal Initialization

$$W \sim N(0, Var(W))$$

$$Var(W) = \sqrt{\frac{2}{n_{in} + n_{out}}}$$

($n_{in}$ : 이전 layer(input)의 노드 수, $n_{out}$ : 다음 layer의 노드 수)

```
# Xavier initialization
# Glorot et al. 2010
W = np.random.randn(fan_in, fan_out)/np.sqrt(fan_in)
```

Xavier(Glorot) Initialization
- sigmoid, tanh

◦ He Normal Initialization

$$W \sim N(0, Var(W))$$

$$Var(W) = \sqrt{\frac{2}{n_{in}}}$$

($n_{in}$ : 이전 layer(input)의 노드 수)

```
# He et al. 2015
W = np.random.randn(fan_in, fan_out)/np.sqrt(fan_in/2)
```

He Initialization
- ReLU

[사용 이유]
기울기 소실 문제(Part1 참고) 해결을 위한 방법
[사용법]
kernel_initializer = tensorflow.keras.initializers.he_normal()

# Regularization

$$||w||_1 = \sum_{i=1}^{n} |w|$$

L1 노름

$$||w||_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} |w_1|^2}$$

L2 노름

가중치의 절대값에 비례하는 비용을
Loss function에 추가

가중치의 제곱에 비례하는 비용을
Loss function에 추가

[사용 이유]
overfitting 방지, weight가 작아지도록 학습(outlier : 비이상적 가중치 영향 감소를 위함)
[사용법]
from tensorflow.keras.regularizers import l2

# Batch Normalization

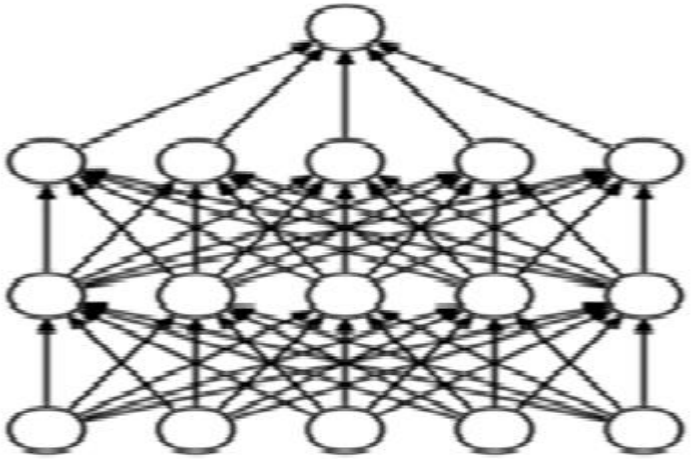
[사용 이유]
기울기 소실 문제(Part1 참고) 해결을 위한 방법
[사용법]
from tensorflow.keras.layers import BatchNormalization
model.add(BatchNormalization())

# Activation Function

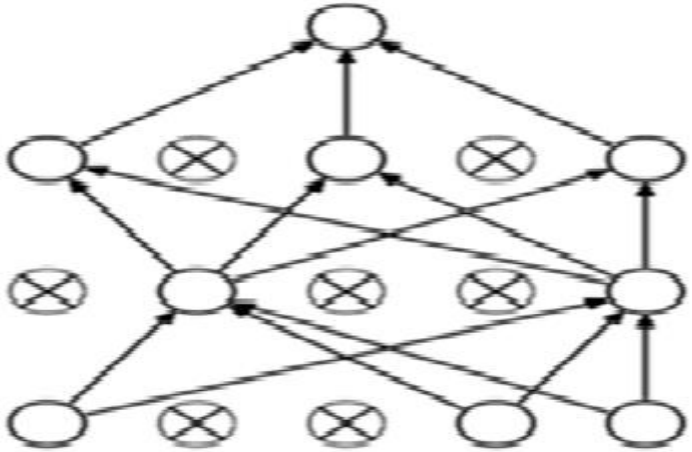
| Activation Function | 사용법 |
|---|---|
| Sigmoid | activation='sigmoid' |
| Tanh | activation='tanh' |
| ReLU | activation='relu' |
| selu | activation='selu' |
| Swish | from keras import backend K<br>from keras.utils.generic_utils import get_custom_objects<br>from keras layers import Activation<br>def swish(x) :<br>return K.sigmoid(x) * x<br>get_custom_objects().update({'swish': Activation(swish)})<br>이후, 위와 같이 사용 |
| Mish | def mish(x) :<br>return x * K.tanh(K.softplus(x)) |

[사용 이유]
기울기 소실 문제(Part1 참고) 해결을 위한 방법

# Dropout



(a) Standard Neural Net



(b) After applying dropout.

학습 시 전체 Node 중에서 일부 Node를 쉬게 한다.
(Test에는 Dropout 적용하지 않음)

[사용 이유]
overfitting 방지, 성능 향상
[사용법]
from tensorflow.keras.layers import Dropout

# Loss Function

## 회귀

- 평균 제곱 오차 : mean_square_error
- 평균 절대 오차 : mean_absolute_error

## 분류

- 이진 분류 : binary_crossentropy(결과 : 0과 1로 Encoding)
- 3개 이상 분류 : categorical_crossentropy(결과 : 0과 1로 Encoding)
- 3개 이상 분류 : sparse_categorical_crossentropy(결과 : 0,1,2와 같은 정수 형태로 Encoding)

[사용 이유]
높은 정확도를 가진 weight와 bias를 구하기 위함
[사용법]
loss = 'categorical_crossentropy'

# Optimization

| 고급 경사 하강법 | 사용법 |
| --- | --- |
| 확률적 경사 하강법 (SGD) + 모멘텀 (Momentum) + 네스테로프 모멘텀 (NAG) | from tensorflow.keras.optimizers<br>sgd = optimizers.SGD(lr=0.01, momentum=0.9, nesterov=True, decay=1e-6)<br>- decay : 0보다 크거나 같은 float값. 업데이트 마다 적용되는 학습률의 감소율 |
| 아다그라드 (Adagrad) | adagrad = optimizers.Adagrad<br>(default lr = 0.01) |
| 알엠에스프롭 (RMSProp) | rmsprop = optimizers.RMSprop<br>(default lr = 0.001) |
| 아담 (Adam) | adam = optimizers.Adam<br>(default lr = 0.001) |

[사용 이유]
정확하고 빠르게 Loss Function을 최소화 하는 weight 탐색

# Batch, Epoch, Iteration


Ex) 데이터 셋 : 2000개, Epoch : 20, batch_size = 500

1 Epoch = 2000/500, 4번의 iteraton으로 구성되어 있음
각 Epoch마다 4번의 iteration을 수행
즉, 전체 데이터셋에 대해 20번의 학습 수행
20*4 = 80번의 학습 수행(iteration기준)

[사용 이유]
데이터가 너무 많은 경우 여러 번으로 나눠 학습 수행
[사용법]
epochs = OO , batch_size = OO

# Callbacks

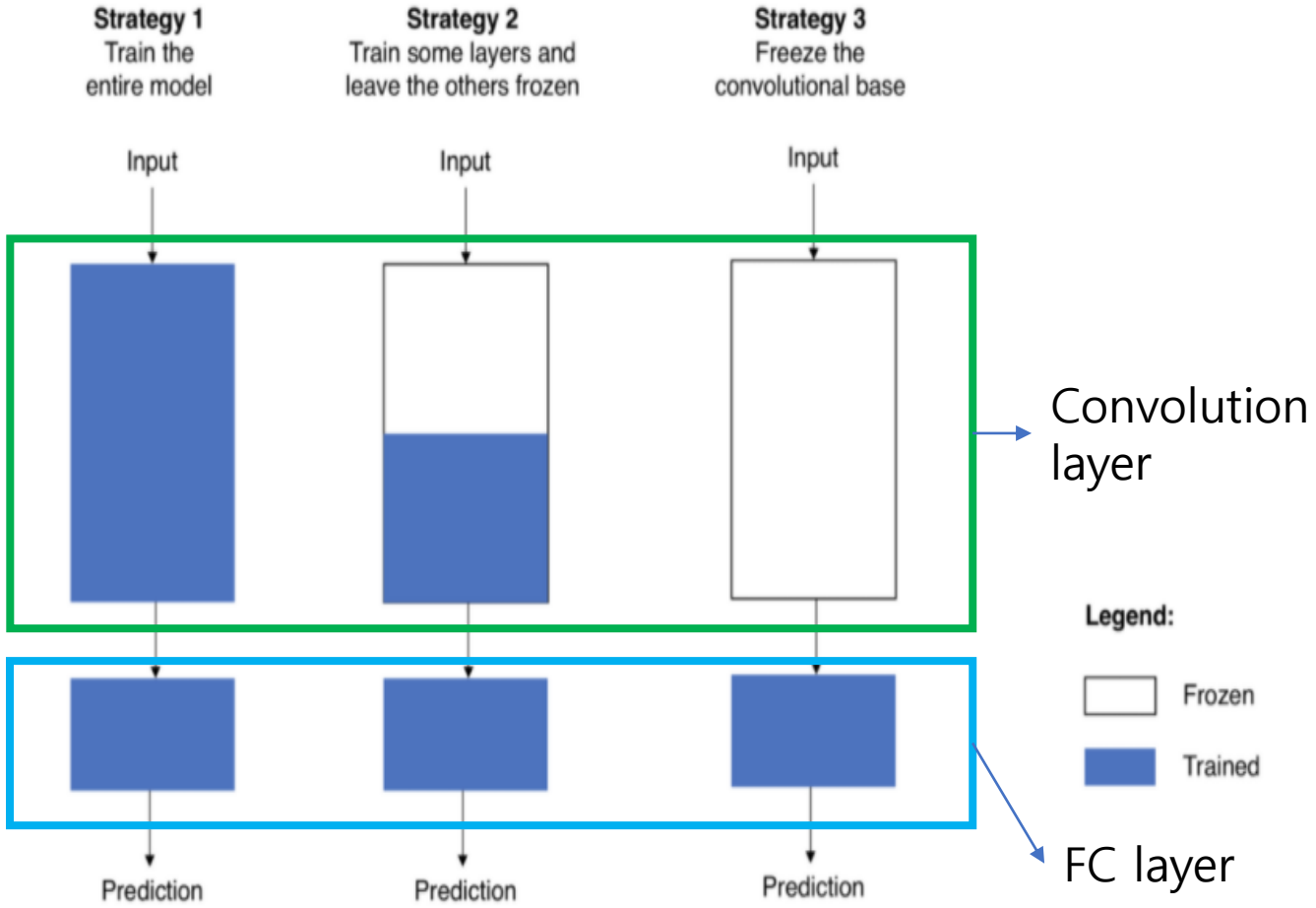
EarlyStopping → 더 좋은 성능의 모델이 발견되지 않는 경우 학습 중단

ReduceLROnPlateau → 모델 성능이 향상되지 않는 경우 Learning rate 조정

ModelCheckpoint → 가장 좋은 성능인 경우의 모델을 저장

[사용 이유]
학습 과정의 특정 단계에서 적용하여 상태 파악
[사용법]
from tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping, ReduceLROnPlateau, ModelCheckpoint

# Transfer Learning




- 전략 1 : 사전학습 모델 구조만 사용하고, 내 데이터셋에 맞게 전부 새로 학습 시키는 방법
  - 데이터셋 많고, 유사성 작은 경우
- 전략 2 : Convolution layer low level 계층(일반적인 특징 추출)은 고정시키고, high level는 다시 학습(구체적인 특징)
  - 데이터셋이 작고 유사성 작은 경우
    - High level 범위 증가
  - 데이터셋이 많고 유사성 높은 경우
    - High level 범위 감소
- 전략 3 : Convolution layer 전체는 고정시키고, FC layer만 다시 학습시키는 방법
  - 데이터셋 작고, 유사성 높은 경우

# 전이학습 사용법(전략1)

```
# init the models
vgg_model = vgg16.VGG16(weights='imagenet')
```

1. 모델 load

```
# load an image in PIL format
original = load_img(filename, target_size=(224, 224))
print('PIL image size',original.size)
plt.imshow(original)
plt.show()

# convert the PIL image to a numpy array
# IN PIL - image is in (width, height, channel)
# In Numpy - image is in (height, width, channel)
numpy_image = img_to_array(original)
plt.imshow(np.uint8(numpy_image))
plt.show()
print('numpy array size',numpy_image.shape)

# Convert the image / images into batch format
# expand_dims will add an extra dimension to the data at a particular axis
# We want the input matrix to the network to be of the form (batchsize, height, width, channels)
# Thus we add the extra dimension to the axis 0
image_batch = np.expand_dims(numpy_image, axis=0)
print('image batch size', image_batch.shape)
plt.imshow(np.uint8(image_batch[0]))
```

2. 이미지 크기 및 형태 변경

```
# prepare the image for the VGG model
processed_image = vgg16.preprocess_input(image_batch.copy())

# get the predicted probabilities for each class
predictions = vgg_model.predict(processed_image)
# print predictions
# convert the probabilities to class labels
# we will get top 5 predictions which is the default
label_vgg = decode_predictions(predictions)
# print VGG16 predictions
for prediction_id in range(len(label_vgg[0])):
    print(label_vgg[0][prediction_id])
```

```
('n02123597', 'Siamese_cat', 0.3093419)
('n01877812', 'wallaby', 0.080341235)
('n02326432', 'hare', 0.075098425)
('n02325366', 'wood_rabbit', 0.05053069)
('n03223299', 'doormat', 0.04817361)
```

3. 예측

# 전이학습 사용법(전략2) – VGG16 load

```
from tensorflow.python.keras.applications.vgg16 import VGG16

model_vgg16 = VGG16(include_top = False, weights='imagenet', input_shape = (150,150,3))
```

```
_________________________________________________________________
flatten (Flatten)            (None, 25088)             0
_________________________________________________________________
fc1 (Dense)                  (None, 4096)              102764544
_________________________________________________________________
fc2 (Dense)                  (None, 4096)              16781312
_________________________________________________________________
predictions (Dense)          (None, 1000)              4097000
=================================================================
Total params: 138,357,544
Trainable params: 138,357,544
Non-trainable params: 0
```

```
Model: "vgg16"
_________________________________________________________________
Layer (type)                 Output Shape              Param #
=================================================================
input_1 (InputLayer)         [(None, 150, 150, 3)]     0
_________________________________________________________________
block1_conv1 (Conv2D)        (None, 150, 150, 64)      1792
_________________________________________________________________
block1_conv2 (Conv2D)        (None, 150, 150, 64)      36928
_________________________________________________________________
block1_pool (MaxPooling2D)   (None, 75, 75, 64)        0
_________________________________________________________________
block2_conv1 (Conv2D)        (None, 75, 75, 128)       73856
_________________________________________________________________
block2_conv2 (Conv2D)        (None, 75, 75, 128)       147584
_________________________________________________________________
block2_pool (MaxPooling2D)   (None, 37, 37, 128)       0
_________________________________________________________________
block3_conv1 (Conv2D)        (None, 37, 37, 256)       295168
_________________________________________________________________
block3_conv2 (Conv2D)        (None, 37, 37, 256)       590080
_________________________________________________________________
block3_conv3 (Conv2D)        (None, 37, 37, 256)       590080
_________________________________________________________________
block3_pool (MaxPooling2D)   (None, 18, 18, 256)       0
_________________________________________________________________
block4_conv1 (Conv2D)        (None, 18, 18, 512)       1180160
_________________________________________________________________
block4_conv2 (Conv2D)        (None, 18, 18, 512)       2359808
_________________________________________________________________
block4_conv3 (Conv2D)        (None, 18, 18, 512)       2359808
_________________________________________________________________
block4_pool (MaxPooling2D)   (None, 9, 9, 512)         0
_________________________________________________________________
block5_conv1 (Conv2D)        (None, 9, 9, 512)         2359808
_________________________________________________________________
block5_conv2 (Conv2D)        (None, 9, 9, 512)         2359808
_________________________________________________________________
block5_conv3 (Conv2D)        (None, 9, 9, 512)         2359808
_________________________________________________________________
block5_pool (MaxPooling2D)   (None, 4, 4, 512)         0
=================================================================
Total params: 14,714,688
Trainable params: 0
Non-trainable params: 14,714,688
```

include_top = False
- 나의 데이터셋은 1000개의 class를 분류하지 않기 때문에, FC layer는 불러오지 않는다.
- FC layer는 내가 새로 정의하여 사용하겠다.

(이미지 : FC layer)

weight = 'imagenet'
- 가중치 초기화 시 이미지넷을 학습한 가중치를 사용하겠다.

# 전이학습 사용법(전략2) – FC 추가

```
from tensorflow.keras import models, layers
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, Flatten

input_shape = model_vgg16.output_shape[1]
# model_vgg16.add(layers.Flatten())
additional_model = models.Sequential()
additional_model.add(model_vgg16)
additional_model.add(layers.Flatten())
additional_model.add(layers.Dense(4096, activation='relu'))
additional_model.add(layers.Dense(2048, activation='relu'))
additional_model.add(layers.Dense(1024, activation='relu'))
additional_model.add(layers.Dense(4, activation='softmax'))

additional_model.summary()
```

분류하려는 Class 개수

```
Model: "sequential_3"
_________________________________________________________________
Layer (type)                 Output Shape              Param #
=================================================================
vgg16 (Functional)           (None, 4, 4, 512)         14714688
_________________________________________________________________
flatten_1 (Flatten)          (None, 8192)              0
_________________________________________________________________
dense_4 (Dense)              (None, 4096)              33558528
_________________________________________________________________
dense_5 (Dense)              (None, 2048)              8390656
_________________________________________________________________
dense_6 (Dense)              (None, 1024)              2098176
_________________________________________________________________
dense_7 (Dense)              (None, 4)                 4100
=================================================================
Total params: 58,766,148
Trainable params: 44,051,460
Non-trainable params: 14,714,688
```

나머지 과정(학습 및 결과 예측)은 동일함

# 전이학습 사용법(전략2) – 학습 layer 설정

```
import pandas as pd
pd.set_option('max_colwidth',-1)
layers = [(layer, layer.name, layer.trainable) for layer in model.layers]
pd.DataFrame(layers, columns=['Layer Type', 'Layer Name', 'Layer Trainable'])
```

시각화

| | Layer Type | Layer Name | Layer Trainable |
|---|---|---|---|
| 0 | <tensorflow.python.keras.engine.input_layer.InputLayer object at 0x000001ECFBA83488> | input_5 | False |
| 1 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ECFBA83608> | block1_conv1 | False |
| 2 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED04901FC8> | block1_conv2 | False |
| 3 | <tensorflow.python.keras.layers.pooling.MaxPooling2D object at 0x000001ED04900688> | block1_pool | False |
| 4 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ECFBA96808> | block2_conv1 | False |
| 5 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED048F60C8> | block2_conv2 | False |
| 6 | <tensorflow.python.keras.layers.pooling.MaxPooling2D object at 0x000001ED0490EBC8> | block2_pool | False |
| 7 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED08243048> | block3_conv1 | False |
| 8 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED082489C8> | block3_conv2 | False |
| 9 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED0824B908> | block3_conv3 | False |
| 10 | <tensorflow.python.keras.layers.pooling.MaxPooling2D object at 0x000001ED08254248> | block3_pool | False |
| 11 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED0825CC48> | block4_conv1 | False |
| 12 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED08265648> | block4_conv2 | False |
| 13 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED08268448> | block4_conv3 | False |
| 14 | <tensorflow.python.keras.layers.pooling.MaxPooling2D object at 0x000001ED086A5548> | block4_pool | False |
| 15 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED086A6148> | block5_conv1 | False |
| 16 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED086B1FC8> | block5_conv2 | False |
| 17 | <tensorflow.python.keras.layers.convolutional.Conv2D object at 0x000001ED086B4548> | block5_conv3 | False |
| 18 | <tensorflow.python.keras.layers.pooling.MaxPooling2D object at 0x000001ED086BF708> | block5_pool | False |

```
model.trainable = False
for layer in model.layers :
    layer.trainable = False
```

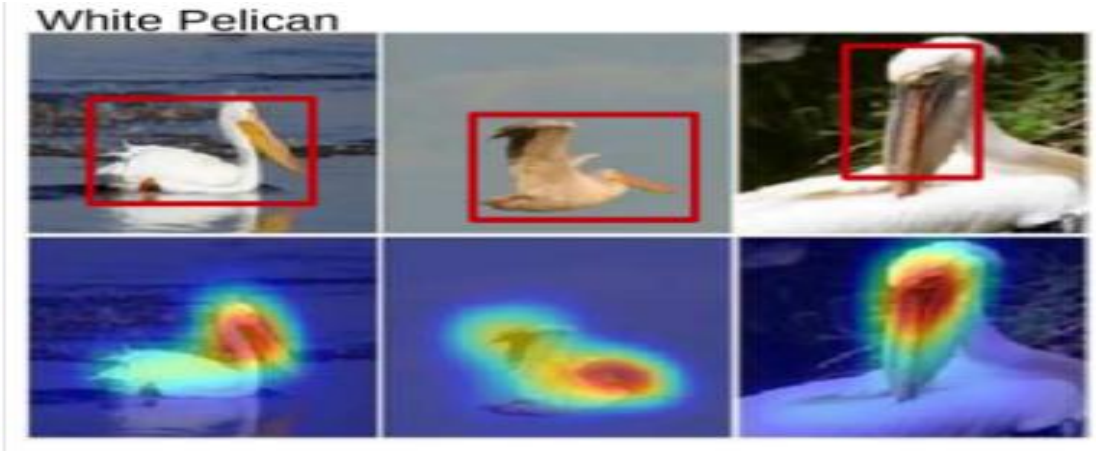
전체 모델 layer 중 학습하지 않고(freeze)
사용할 layer 설정(전체)

```
set_trainable = False
for layer in model.layers :
    if layer.name == 'block5_conv1' :
        set_trainable = True
    if set_trainable :
        layer.trainable = True
    else :
        layer.trainable = False
```

전체 모델 layer 중 새롭게 학습할 layer 설정(일부)
(초록 box : True로 변함)

# Grad-CAM(Class Activation Map)

- Convolution Neural Network는 어떻게 사물을 예측할까?
  - 예측 모델을 사용하는 현업자들이 이해하기 쉽게
  - 구축한 예측 모델 결과가 타당함을 직관적으로 보이게
  - 예측 결과에 대한 원인을 분석하고 향후 대처 할 수 있게




Zhou, Bolei, et al. "Learning deep features for discriminative localization." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016.