Animal Image Classifier using CNN

1. Data Preparation & Exploration

- Download and extract the dataset (from Kaggle or your local folder).
- Organize images into train/validation/test folders by class.
- Visualize sample images from each class.
- Perform data augmentation to increase robustness.. Data Preparation & Exploration

```
import os
import shutil
import random
from glob import glob
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator,
load_img, img_to_array

import matplotlib.pyplot as plt

# Set paths
base_dir = 'dataset/Animals'
classes = ['cats', 'dogs', 'snakes']
output_base = 'dataset/organized'

# Create train/val/test split
split_ratios = {'train': 0.8, 'val': 0.1, 'test': 0.1}

# Organize images into train/val/test folders
if not os.path.exists(output_base):
    for cls in classes:
        img_paths = glob(os.path.join(base_dir, cls, '*'))
        random.shuffle(img_paths)
        n_total = len(img_paths)
        n_train = int(n_total * split_ratios['train'])
        n_val = int(n_total * split_ratios['val'])
        splits = {
            'train': img_paths[:n_train],
            'val': img_paths[n_train:n_train + n_val],
            'test': img_paths[n_train + n_val:]
        }
        for split, files in splits.items():
            split_dir = os.path.join(output_base, split, cls)
            os.makedirs(split_dir, exist_ok=True)
            for f in files:
                shutil.copy(f, split_dir)

# Visualize sample images from each class
fig, axes = plt.subplots(1, len(classes), figsize=(12, 4))
for idx, cls in enumerate(classes):
    sample_dir = os.path.join(output_base, 'train', cls)
```

```
    sample_img = random.choice(os.listdir(sample_dir))
    img_path = os.path.join(sample_dir, sample_img)
    img = load_img(img_path, target_size=(128, 128))
    axes[idx].imshow(img)
    axes[idx].set_title(cls)
    axes[idx].axis('off')
plt.tight_layout()
plt.show()

# Data augmentation
datagen = ImageDataGenerator(
    rotation_range=20,
    width_shift_range=0.1,
    height_shift_range=0.1,
    shear_range=0.1,
    zoom_range=0.2,
    horizontal_flip=True,
    fill_mode='nearest'
)

# Visualize augmented images for one sample
sample_dir = os.path.join(output_base, 'train', classes[0])
sample_img = random.choice(os.listdir(sample_dir))
img_path = os.path.join(sample_dir, sample_img)
img = load_img(img_path, target_size=(128, 128))
x = img_to_array(img)
x = x.reshape((1,) + x.shape)

fig, ax = plt.subplots(1, 5, figsize=(15, 3))
i = 0
for batch in datagen.flow(x, batch_size=1):
    ax[i].imshow(batch[0].astype('uint8'))
    ax[i].axis('off')
    i += 1
    if i == 5:
        break
plt.suptitle(f'Augmented samples: {classes[0]}')
plt.show()
```

2. Data Loading with Keras

- Use `ImageDataGenerator` for loading and augmenting images.
- Split data into training, validation, and test sets.

```
# Prepare ImageDataGenerators for train, validation, and test sets
train_dir = os.path.join(output_base, 'train')
val_dir = os.path.join(output_base, 'val')
test_dir = os.path.join(output_base, 'test')

img_height, img_width = 128, 128  # Standard for transfer learning
batch_size = 32  # batch_size means number of images processed
together

# Training data generator with augmentation
train_gen = datagen.flow_from_directory(
    train_dir,
    target_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical'
)

# Validation and test generators without augmentation
test_val_datagen = ImageDataGenerator()
val_gen = test_val_datagen.flow_from_directory(
    val_dir,
    target_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size,
```

```
    class_mode='categorical',
    shuffle=False
)
test_gen = test_val_datagen.flow_from_directory(
    test_dir,
    target_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical',
    shuffle=False
)
```

```
Found 2100 images belonging to 3 classes.
Found 450 images belonging to 3 classes.
Found 450 images belonging to 3 classes.
```

3. Load Pre-trained ResNet Model

- Use ResNet50 (or ResNet101 for more complexity) with imagenet weights.
- Exclude the top layer (include_top=False) to add custom layers.

```
from tensorflow.keras.applications import ResNet50

# Load ResNet50 with imagenet weights, excluding the top layer
base_model = ResNet50(weights='imagenet', include_top=False,
input_shape=(128, 128, 3))
base_model.trainable = False  # Freeze base model layers

base_model.summary()
```

```
Model: "resnet50"
```

```
┌─────────────────────┬─────────────────────┬─────────────┬──────────────────────┐
│ Layer (type)        │ Output Shape        │     Param # │ Connected to         │
├─────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────────┤
│ input_layer_1       │ (None, 128, 128,    │           0 │ -                    │
│ (InputLayer)        │ 3)                  │             │                      │
├─────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────────┤
│ conv1_pad           │ (None, 134, 134,    │           0 │                      │
│ (ZeroPadding2D)     │ 3)                  │             │                      │
├─────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────────┤
│ conv1_conv (Conv2D) │ (None, 64, 64,      │       9,472 │ conv1_pad[0]         │
```

```
[0]   |
|                      | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv1_bn             | (None, 64, 64,      |         256 | conv1_conv[0]
[0]  |
| (BatchNormalizatio… | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv1_relu           | (None, 64, 64,      |           0 | conv1_bn[0]
[0]    |
| (Activation)         | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| pool1_pad            | (None, 66, 66,      |           0 | conv1_relu[0]
[0]  |
| (ZeroPadding2D)      | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| pool1_pool           | (None, 32, 32,      |           0 | pool1_pad[0]
[0]   |
| (MaxPooling2D)       | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_1_conv | (None, 32, 32,      |       4,160 | pool1_pool[0]
[0]  |
| (Conv2D)             | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_1_bn    | (None, 32, 32,      |         256 |
conv2_block1_1_c… |
| (BatchNormalizatio… | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_1_relu | (None, 32, 32,      |           0 |
conv2_block1_1_b… |
| (Activation)         | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_2_conv | (None, 32, 32,      |      36,928 |
conv2_block1_1_r… |
```

```
| (Conv2D)              | 64)                  |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_2_bn     | (None, 32, 32,       |         256 |
conv2_block1_2_c… |
| (BatchNormalizatio… | 64)                  |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_2_relu | (None, 32, 32,       |           0 |
conv2_block1_2_b… |
| (Activation)          | 64)                  |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_0_conv | (None, 32, 32,       |      16,640 | pool1_pool[0]
[0]  |
| (Conv2D)              | 256)                 |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_3_conv | (None, 32, 32,       |      16,640 |
conv2_block1_2_r… |
| (Conv2D)              | 256)                 |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_0_bn     | (None, 32, 32,       |       1,024 |
conv2_block1_0_c… |
| (BatchNormalizatio… | 256)                 |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_3_bn     | (None, 32, 32,       |       1,024 |
conv2_block1_3_c… |
| (BatchNormalizatio… | 256)                 |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_add      | (None, 32, 32,       |           0 |
conv2_block1_0_b… |
| (Add)                 | 256)                 |             |
conv2_block1_3_b… |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_out      | (None, 32, 32,       |           0 |
conv2_block1_add… |
| (Activation)          | 256)                 |             |
```

```
│
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼─────────────
───────┤
│ conv2_block2_1_conv │ (None, 32, 32,      │      16,448 │
conv2_block1_out… │
│ (Conv2D)            │ 64)                 │             │
│
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼─────────────
───────┤
│ conv2_block2_1_bn   │ (None, 32, 32,      │         256 │
conv2_block2_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 64)                 │             │
│
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼─────────────
───────┤
│ conv2_block2_1_relu │ (None, 32, 32,      │           0 │
conv2_block2_1_b… │
│ (Activation)        │ 64)                 │             │
│
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼─────────────
───────┤
│ conv2_block2_2_conv │ (None, 32, 32,      │      36,928 │
conv2_block2_1_r… │
│ (Conv2D)            │ 64)                 │             │
│
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼─────────────
───────┤
│ conv2_block2_2_bn   │ (None, 32, 32,      │         256 │
conv2_block2_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 64)                 │             │
│
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼─────────────
───────┤
│ conv2_block2_2_relu │ (None, 32, 32,      │           0 │
conv2_block2_2_b… │
│ (Activation)        │ 64)                 │             │
│
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼─────────────
───────┤
│ conv2_block2_3_conv │ (None, 32, 32,      │      16,640 │
conv2_block2_2_r… │
│ (Conv2D)            │ 256)                │             │
│
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼─────────────
───────┤
│ conv2_block2_3_bn   │ (None, 32, 32,      │       1,024 │
conv2_block2_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 256)                │             │
│
```

```
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block2_add     │ (None, 32, 32,       │            0 │
conv2_block1_out… │
│ (Add)                │ 256)                 │              │
conv2_block2_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block2_out     │ (None, 32, 32,       │            0 │
conv2_block2_add… │
│ (Activation)         │ 256)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_1_conv  │ (None, 32, 32,       │       16,448 │
conv2_block2_out… │
│ (Conv2D)             │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_1_bn    │ (None, 32, 32,       │          256 │
conv2_block3_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_1_relu  │ (None, 32, 32,       │            0 │
conv2_block3_1_b… │
│ (Activation)         │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_2_conv  │ (None, 32, 32,       │       36,928 │
conv2_block3_1_r… │
│ (Conv2D)             │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_2_bn    │ (None, 32, 32,       │          256 │
conv2_block3_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_2_relu  │ (None, 32, 32,       │            0 │
conv2_block3_2_b… │
│ (Activation)         │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
```

```
──────┤
│ conv2_block3_3_conv │ (None, 32, 32,     │     16,640 │
conv2_block3_2_r… │
│ (Conv2D)            │ 256)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv2_block3_3_bn   │ (None, 32, 32,     │      1,024 │
conv2_block3_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 256)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv2_block3_add    │ (None, 32, 32,     │          0 │
conv2_block2_out… │
│ (Add)               │ 256)               │            │
conv2_block3_3_b… │
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv2_block3_out    │ (None, 32, 32,     │          0 │
conv2_block3_add… │
│ (Activation)        │ 256)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block1_1_conv │ (None, 16, 16,     │     32,896 │
conv2_block3_out… │
│ (Conv2D)            │ 128)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block1_1_bn   │ (None, 16, 16,     │        512 │
conv3_block1_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block1_1_relu │ (None, 16, 16,     │          0 │
conv3_block1_1_b… │
│ (Activation)        │ 128)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block1_2_conv │ (None, 16, 16,     │    147,584 │
conv3_block1_1_r… │
│ (Conv2D)            │ 128)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
```

```
| conv3_block1_2_bn   | (None, 16, 16,     |         512 |
conv3_block1_2_c… |
| (BatchNormalizatio… | 128)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_2_relu | (None, 16, 16,     |           0 |
conv3_block1_2_b… |
| (Activation)        | 128)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_0_conv | (None, 16, 16,     |     131,584 |
conv2_block3_out… |
| (Conv2D)            | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_3_conv | (None, 16, 16,     |      66,048 |
conv3_block1_2_r… |
| (Conv2D)            | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_0_bn   | (None, 16, 16,     |       2,048 |
conv3_block1_0_c… |
| (BatchNormalizatio… | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_3_bn   | (None, 16, 16,     |       2,048 |
conv3_block1_3_c… |
| (BatchNormalizatio… | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_add    | (None, 16, 16,     |           0 |
conv3_block1_0_b… |
| (Add)               | 512)               |             |
conv3_block1_3_b… |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_out    | (None, 16, 16,     |           0 |
conv3_block1_add… |
| (Activation)        | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block2_1_conv | (None, 16, 16,     |      65,664 |
```

```
conv3_block1_out… │
│ (Conv2D)              │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_1_bn    │ (None, 16, 16,      │         512 │
conv3_block2_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_1_relu  │ (None, 16, 16,      │           0 │
conv3_block2_1_b… │
│ (Activation)         │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_2_conv  │ (None, 16, 16,      │     147,584 │
conv3_block2_1_r… │
│ (Conv2D)             │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_2_bn    │ (None, 16, 16,      │         512 │
conv3_block2_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_2_relu  │ (None, 16, 16,      │           0 │
conv3_block2_2_b… │
│ (Activation)         │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_3_conv  │ (None, 16, 16,      │      66,048 │
conv3_block2_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 512)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_3_bn    │ (None, 16, 16,      │       2,048 │
conv3_block2_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 512)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_add     │ (None, 16, 16,      │           0 │
conv3_block1_out… │
```

```
| (Add)                 | 512)                 |             |
conv3_block2_3_b… |
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block2_out    | (None, 16, 16,       |           0 |
conv3_block2_add… |
| (Activation)        | 512)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_1_conv | (None, 16, 16,       |      65,664 |
conv3_block2_out… |
| (Conv2D)            | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_1_bn   | (None, 16, 16,       |         512 |
conv3_block3_1_c… |
| (BatchNormalizatio… | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_1_relu | (None, 16, 16,       |           0 |
conv3_block3_1_b… |
| (Activation)        | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_2_conv | (None, 16, 16,       |     147,584 |
conv3_block3_1_r… |
| (Conv2D)            | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_2_bn   | (None, 16, 16,       |         512 |
conv3_block3_2_c… |
| (BatchNormalizatio… | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_2_relu | (None, 16, 16,       |           0 |
conv3_block3_2_b… |
| (Activation)        | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_3_conv | (None, 16, 16,       |      66,048 |
conv3_block3_2_r… |
| (Conv2D)            | 512)                 |             |
```

```
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block3_3_bn    │ (None, 16, 16,       │        2,048 │
conv3_block3_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 512)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block3_add     │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block2_out… │
│ (Add)                │ 512)                 │              │
conv3_block3_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block3_out     │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block3_add… │
│ (Activation)         │ 512)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_1_conv  │ (None, 16, 16,       │       65,664 │
conv3_block3_out… │
│ (Conv2D)             │ 128)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_1_bn    │ (None, 16, 16,       │          512 │
conv3_block4_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_1_relu  │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block4_1_b… │
│ (Activation)         │ 128)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_2_conv  │ (None, 16, 16,       │      147,584 │
conv3_block4_1_r… │
│ (Conv2D)             │ 128)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_2_bn    │ (None, 16, 16,       │          512 │
conv3_block4_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)                 │              │
│
```

```
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_2_relu  │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block4_2_b… │
│ (Activation)         │ 128)                 │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_3_conv  │ (None, 16, 16,       │      66,048 │
conv3_block4_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 512)                 │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_3_bn    │ (None, 16, 16,       │       2,048 │
conv3_block4_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 512)                 │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_add     │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block3_out… │
│ (Add)                │ 512)                 │              │
conv3_block4_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_out     │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block4_add… │
│ (Activation)         │ 512)                 │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv4_block1_1_conv  │ (None, 8, 8, 256)    │     131,328 │
conv3_block4_out… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv4_block1_1_bn    │ (None, 8, 8, 256)    │       1,024 │
conv4_block1_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv4_block1_1_relu  │ (None, 8, 8, 256)    │            0 │
conv4_block1_1_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
```

```
| conv4_block1_2_conv | (None, 8, 8, 256) |    590,080 |
conv4_block1_1_r… |
| (Conv2D)            |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_2_bn   | (None, 8, 8, 256) |      1,024 |
conv4_block1_2_c… |
| (BatchNormalizatio… |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_2_relu | (None, 8, 8, 256) |          0 |
conv4_block1_2_b… |
| (Activation)        |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_0_conv | (None, 8, 8,      |    525,312 |
conv3_block4_out… |
| (Conv2D)            | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_3_conv | (None, 8, 8,      |    263,168 |
conv4_block1_2_r… |
| (Conv2D)            | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_0_bn   | (None, 8, 8,      |      4,096 |
conv4_block1_0_c… |
| (BatchNormalizatio… | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_3_bn   | (None, 8, 8,      |      4,096 |
conv4_block1_3_c… |
| (BatchNormalizatio… | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_add    | (None, 8, 8,      |          0 |
conv4_block1_0_b… |
| (Add)               | 1024)             |            |
conv4_block1_3_b… |
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_out    | (None, 8, 8,      |          0 |
```

```
conv4_block1_add… │
│ (Activation)         │ 1024)              │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_1_conv  │ (None, 8, 8, 256)  │     262,400 │
conv4_block1_out… │
│ (Conv2D)             │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_1_bn    │ (None, 8, 8, 256)  │       1,024 │
conv4_block2_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_1_relu  │ (None, 8, 8, 256)  │           0 │
conv4_block2_1_b… │
│ (Activation)         │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_2_conv  │ (None, 8, 8, 256)  │     590,080 │
conv4_block2_1_r… │
│ (Conv2D)             │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_2_bn    │ (None, 8, 8, 256)  │       1,024 │
conv4_block2_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_2_relu  │ (None, 8, 8, 256)  │           0 │
conv4_block2_2_b… │
│ (Activation)         │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_3_conv  │ (None, 8, 8,       │     263,168 │
conv4_block2_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 1024)              │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_3_bn    │ (None, 8, 8,       │       4,096 │
conv4_block2_3_c… │
```

```
| (BatchNormalizatio… | 1024)              |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block2_add    | (None, 8, 8,       |           0 |
conv4_block1_out… |
| (Add)               | 1024)              |             |
conv4_block2_3_b… |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block2_out    | (None, 8, 8,       |           0 |
conv4_block2_add… |
| (Activation)        | 1024)              |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_1_conv | (None, 8, 8, 256) |     262,400 |
conv4_block2_out… |
| (Conv2D)            |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_1_bn   | (None, 8, 8, 256) |       1,024 |
conv4_block3_1_c… |
| (BatchNormalizatio… |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_1_relu | (None, 8, 8, 256) |           0 |
conv4_block3_1_b… |
| (Activation)        |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_2_conv | (None, 8, 8, 256) |     590,080 |
conv4_block3_1_r… |
| (Conv2D)            |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_2_bn   | (None, 8, 8, 256) |       1,024 |
conv4_block3_2_c… |
| (BatchNormalizatio… |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_2_relu | (None, 8, 8, 256) |           0 |
conv4_block3_2_b… |
| (Activation)        |                    |             |
```

```
│
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
───────┤
│ conv4_block3_3_conv │ (None, 8, 8,       │     263,168 │
conv4_block3_2_r… │
│ (Conv2D)            │ 1024)              │             │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
───────┤
│ conv4_block3_3_bn   │ (None, 8, 8,       │       4,096 │
conv4_block3_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 1024)              │             │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
───────┤
│ conv4_block3_add    │ (None, 8, 8,       │           0 │
conv4_block2_out… │
│ (Add)               │ 1024)              │             │
conv4_block3_3_b… │
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
───────┤
│ conv4_block3_out    │ (None, 8, 8,       │           0 │
conv4_block3_add… │
│ (Activation)        │ 1024)              │             │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
───────┤
│ conv4_block4_1_conv │ (None, 8, 8, 256)  │     262,400 │
conv4_block3_out… │
│ (Conv2D)            │                    │             │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
───────┤
│ conv4_block4_1_bn   │ (None, 8, 8, 256)  │       1,024 │
conv4_block4_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
───────┤
│ conv4_block4_1_relu │ (None, 8, 8, 256)  │           0 │
conv4_block4_1_b… │
│ (Activation)        │                    │             │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
───────┤
│ conv4_block4_2_conv │ (None, 8, 8, 256)  │     590,080 │
conv4_block4_1_r… │
│ (Conv2D)            │                    │             │
│
```

```
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_2_bn    │ (None, 8, 8, 256)    │        1,024 │
conv4_block4_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_2_relu  │ (None, 8, 8, 256)    │            0 │
conv4_block4_2_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_3_conv  │ (None, 8, 8,         │    263,168 │
conv4_block4_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 1024)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_3_bn    │ (None, 8, 8,         │        4,096 │
conv4_block4_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 1024)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_add     │ (None, 8, 8,         │            0 │
conv4_block3_out… │
│ (Add)                │ 1024)                │              │
conv4_block4_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_out     │ (None, 8, 8,         │            0 │
conv4_block4_add… │
│ (Activation)         │ 1024)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_1_conv  │ (None, 8, 8, 256)    │    262,400 │
conv4_block4_out… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_1_bn    │ (None, 8, 8, 256)    │        1,024 │
conv4_block5_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
```

```
──────┤
│ conv4_block5_1_relu │ (None, 8, 8, 256) │          0 │
conv4_block5_1_b… │
│ (Activation)        │                   │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_2_conv │ (None, 8, 8, 256) │    590,080 │
conv4_block5_1_r… │
│ (Conv2D)            │                   │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_2_bn   │ (None, 8, 8, 256) │      1,024 │
conv4_block5_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                   │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_2_relu │ (None, 8, 8, 256) │          0 │
conv4_block5_2_b… │
│ (Activation)        │                   │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_3_conv │ (None, 8, 8,      │    263,168 │
conv4_block5_2_r… │
│ (Conv2D)            │ 1024)             │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_3_bn   │ (None, 8, 8,      │      4,096 │
conv4_block5_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 1024)             │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_add    │ (None, 8, 8,      │          0 │
conv4_block4_out… │
│ (Add)               │ 1024)             │            │
conv4_block5_3_b… │
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_out    │ (None, 8, 8,      │          0 │
conv4_block5_add… │
│ (Activation)        │ 1024)             │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
```

```
| conv4_block6_1_conv | (None, 8, 8, 256) |    262,400 |
conv4_block5_out… |
| (Conv2D)            |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_1_bn   | (None, 8, 8, 256) |      1,024 |
conv4_block6_1_c… |
| (BatchNormalizatio… |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_1_relu | (None, 8, 8, 256) |          0 |
conv4_block6_1_b… |
| (Activation)        |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_2_conv | (None, 8, 8, 256) |    590,080 |
conv4_block6_1_r… |
| (Conv2D)            |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_2_bn   | (None, 8, 8, 256) |      1,024 |
conv4_block6_2_c… |
| (BatchNormalizatio… |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_2_relu | (None, 8, 8, 256) |          0 |
conv4_block6_2_b… |
| (Activation)        |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_3_conv | (None, 8, 8,      |    263,168 |
conv4_block6_2_r… |
| (Conv2D)            | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_3_bn   | (None, 8, 8,      |      4,096 |
conv4_block6_3_c… |
| (BatchNormalizatio… | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_add    | (None, 8, 8,      |          0 |
```

```
conv4_block5_out… │
│ (Add)                │ 1024)              │             │
conv4_block6_3_b… │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block6_out     │ (None, 8, 8,       │           0 │
conv4_block6_add… │
│ (Activation)         │ 1024)              │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_1_conv  │ (None, 4, 4, 512)  │     524,800 │
conv4_block6_out… │
│ (Conv2D)             │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_1_bn    │ (None, 4, 4, 512)  │       2,048 │
conv5_block1_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_1_relu  │ (None, 4, 4, 512)  │           0 │
conv5_block1_1_b… │
│ (Activation)         │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_2_conv  │ (None, 4, 4, 512)  │   2,359,808 │
conv5_block1_1_r… │
│ (Conv2D)             │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_2_bn    │ (None, 4, 4, 512)  │       2,048 │
conv5_block1_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_2_relu  │ (None, 4, 4, 512)  │           0 │
conv5_block1_2_b… │
│ (Activation)         │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_0_conv  │ (None, 4, 4,       │   2,099,200 │
conv4_block6_out… │
```

```
| (Conv2D)              | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_3_conv   | (None, 4, 4,         |  1,050,624 |
conv5_block1_2_r… |
| (Conv2D)              | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_0_bn     | (None, 4, 4,         |      8,192 |
conv5_block1_0_c… |
| (BatchNormalizatio…   | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_3_bn     | (None, 4, 4,         |      8,192 |
conv5_block1_3_c… |
| (BatchNormalizatio…   | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_add      | (None, 4, 4,         |          0 |
conv5_block1_0_b… |
| (Add)                 | 2048)                |             |
conv5_block1_3_b… |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_out      | (None, 4, 4,         |          0 |
conv5_block1_add… |
| (Activation)          | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block2_1_conv   | (None, 4, 4, 512)    |  1,049,088 |
conv5_block1_out… |
| (Conv2D)              |                      |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block2_1_bn     | (None, 4, 4, 512)    |      2,048 |
conv5_block2_1_c… |
| (BatchNormalizatio…   |                      |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block2_1_relu   | (None, 4, 4, 512)    |          0 |
conv5_block2_1_b… |
| (Activation)          |                      |             |
```

```
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_2_conv  │ (None, 4, 4, 512)    │    2,359,808 │
conv5_block2_1_r… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_2_bn    │ (None, 4, 4, 512)    │        2,048 │
conv5_block2_2_c… │
│ (BatchNormalizatio…  │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_2_relu  │ (None, 4, 4, 512)    │            0 │
conv5_block2_2_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_3_conv  │ (None, 4, 4,         │    1,050,624 │
conv5_block2_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_3_bn    │ (None, 4, 4,         │        8,192 │
conv5_block2_3_c… │
│ (BatchNormalizatio…  │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_add     │ (None, 4, 4,         │            0 │
conv5_block1_out… │
│ (Add)                │ 2048)                │              │
conv5_block2_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_out     │ (None, 4, 4,         │            0 │
conv5_block2_add… │
│ (Activation)         │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_1_conv  │ (None, 4, 4, 512)    │    1,049,088 │
conv5_block2_out… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
│
```

```
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_1_bn    │ (None, 4, 4, 512)    │        2,048 │
conv5_block3_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_1_relu  │ (None, 4, 4, 512)    │            0 │
conv5_block3_1_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_2_conv  │ (None, 4, 4, 512)    │    2,359,808 │
conv5_block3_1_r… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_2_bn    │ (None, 4, 4, 512)    │        2,048 │
conv5_block3_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_2_relu  │ (None, 4, 4, 512)    │            0 │
conv5_block3_2_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_3_conv  │ (None, 4, 4,         │    1,050,624 │
conv5_block3_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_3_bn    │ (None, 4, 4,         │        8,192 │
conv5_block3_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_add     │ (None, 4, 4,         │            0 │
conv5_block2_out… │
│ (Add)                │ 2048)                │              │
conv5_block3_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
```

```
| conv5_block3_out    | (None, 4, 4,       |          0 |
conv5_block3_add… |
| (Activation)        | 2048)              |            |
|                     |                    |            |
└─────────────────────┴────────────────────┴────────────┴──────────────────
─────┘

 Total params: 23,587,712 (89.98 MB)

 Trainable params: 0 (0.00 B)

 Non-trainable params: 23,587,712 (89.98 MB)
```

4. Add Custom Layers

- Add Global Average Pooling, Dropout, Dense layers, and a final softmax output layer.

```
from tensorflow.keras.layers import GlobalAveragePooling2D, Dropout,
Dense
from tensorflow.keras.models import Model

# Add custom layers on top of the base_model
x = GlobalAveragePooling2D()(base_model.output)
x = Dropout(0.5)(x)
x = Dense(128, activation='relu')(x)
output = Dense(len(classes), activation='softmax')(x)

model = Model(inputs=base_model.input, outputs=output)
model.summary()

Model: "functional_1"

┏━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━┳━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━┳━━━━━━━━━━━━┳━━━━━━━━━━━━━━━━━━
━━━━┓
┃ Layer (type)        ┃ Output Shape       ┃    Param # ┃ Connected to
    ┃
┡━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━╇━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━╇━━━━━━━━━━━━╇━━━━━━━━━━━━━━━━━━
━━━━┩
│ input_layer_1       │ (None, 128, 128,   │          0 │ -
    │
│ (InputLayer)        │ 3)                 │            │
    │
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
━━━━┤
│ conv1_pad           │ (None, 134, 134,   │          0 │
input_layer_1[0]… │
│ (ZeroPadding2D)     │ 3)                 │            │
    │
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
━━━━┤
│ conv1_conv (Conv2D) │ (None, 64, 64,     │      9,472 │ conv1_pad[0]
```

```
[0]   |
|                      | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv1_bn             | (None, 64, 64,      |         256 | conv1_conv[0]
[0]  |
| (BatchNormalizatio… | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv1_relu           | (None, 64, 64,      |           0 | conv1_bn[0]
[0]    |
| (Activation)         | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| pool1_pad            | (None, 66, 66,      |           0 | conv1_relu[0]
[0]  |
| (ZeroPadding2D)      | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| pool1_pool           | (None, 32, 32,      |           0 | pool1_pad[0]
[0]   |
| (MaxPooling2D)       | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_1_conv | (None, 32, 32,      |       4,160 | pool1_pool[0]
[0]  |
| (Conv2D)             | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_1_bn    | (None, 32, 32,      |         256 |
conv2_block1_1_c… |
| (BatchNormalizatio… | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_1_relu | (None, 32, 32,      |           0 |
conv2_block1_1_b… |
| (Activation)         | 64)                 |             |
|
├──────────────────────┼─────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_2_conv | (None, 32, 32,      |      36,928 |
conv2_block1_1_r… |
```

```
| (Conv2D)              | 64)                  |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_2_bn     | (None, 32, 32,       |         256 |
conv2_block1_2_c… |
| (BatchNormalizatio… | 64)                  |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_2_relu | (None, 32, 32,       |           0 |
conv2_block1_2_b… |
| (Activation)          | 64)                  |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_0_conv | (None, 32, 32,       |      16,640 | pool1_pool[0]
[0]  |
| (Conv2D)              | 256)                 |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_3_conv | (None, 32, 32,       |      16,640 |
conv2_block1_2_r… |
| (Conv2D)              | 256)                 |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_0_bn     | (None, 32, 32,       |       1,024 |
conv2_block1_0_c… |
| (BatchNormalizatio… | 256)                 |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_3_bn     | (None, 32, 32,       |       1,024 |
conv2_block1_3_c… |
| (BatchNormalizatio… | 256)                 |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_add      | (None, 32, 32,       |           0 |
conv2_block1_0_b… |
| (Add)                 | 256)                 |             |
conv2_block1_3_b… |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv2_block1_out      | (None, 32, 32,       |           0 |
conv2_block1_add… |
| (Activation)          | 256)                 |             |
```

```
│
├──────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────
───────┤
│ conv2_block2_1_conv │ (None, 32, 32,     │     16,448 │
conv2_block1_out… │
│ (Conv2D)            │ 64)                │            │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────
───────┤
│ conv2_block2_1_bn   │ (None, 32, 32,     │        256 │
conv2_block2_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 64)                │            │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────
───────┤
│ conv2_block2_1_relu │ (None, 32, 32,     │          0 │
conv2_block2_1_b… │
│ (Activation)        │ 64)                │            │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────
───────┤
│ conv2_block2_2_conv │ (None, 32, 32,     │     36,928 │
conv2_block2_1_r… │
│ (Conv2D)            │ 64)                │            │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────
───────┤
│ conv2_block2_2_bn   │ (None, 32, 32,     │        256 │
conv2_block2_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 64)                │            │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────
───────┤
│ conv2_block2_2_relu │ (None, 32, 32,     │          0 │
conv2_block2_2_b… │
│ (Activation)        │ 64)                │            │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────
───────┤
│ conv2_block2_3_conv │ (None, 32, 32,     │     16,640 │
conv2_block2_2_r… │
│ (Conv2D)            │ 256)               │            │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────
───────┤
│ conv2_block2_3_bn   │ (None, 32, 32,     │      1,024 │
conv2_block2_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 256)               │            │
│
```

```
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block2_add     │ (None, 32, 32,       │            0 │
conv2_block1_out… │
│ (Add)                │ 256)                 │              │
conv2_block2_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block2_out     │ (None, 32, 32,       │            0 │
conv2_block2_add… │
│ (Activation)         │ 256)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_1_conv  │ (None, 32, 32,       │       16,448 │
conv2_block2_out… │
│ (Conv2D)             │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_1_bn    │ (None, 32, 32,       │          256 │
conv2_block3_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_1_relu  │ (None, 32, 32,       │            0 │
conv2_block3_1_b… │
│ (Activation)         │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_2_conv  │ (None, 32, 32,       │       36,928 │
conv2_block3_1_r… │
│ (Conv2D)             │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_2_bn    │ (None, 32, 32,       │          256 │
conv2_block3_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv2_block3_2_relu  │ (None, 32, 32,       │            0 │
conv2_block3_2_b… │
│ (Activation)         │ 64)                  │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
```

```
──────┤
│ conv2_block3_3_conv │ (None, 32, 32,     │     16,640 │
conv2_block3_2_r… │
│ (Conv2D)            │ 256)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv2_block3_3_bn   │ (None, 32, 32,     │      1,024 │
conv2_block3_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 256)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv2_block3_add    │ (None, 32, 32,     │          0 │
conv2_block2_out… │
│ (Add)               │ 256)               │            │
conv2_block3_3_b… │
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv2_block3_out    │ (None, 32, 32,     │          0 │
conv2_block3_add… │
│ (Activation)        │ 256)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block1_1_conv │ (None, 16, 16,     │     32,896 │
conv2_block3_out… │
│ (Conv2D)            │ 128)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block1_1_bn   │ (None, 16, 16,     │        512 │
conv3_block1_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block1_1_relu │ (None, 16, 16,     │          0 │
conv3_block1_1_b… │
│ (Activation)        │ 128)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block1_2_conv │ (None, 16, 16,     │    147,584 │
conv3_block1_1_r… │
│ (Conv2D)            │ 128)               │            │
│
├─────────────────────┼────────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
```

```
| conv3_block1_2_bn   | (None, 16, 16,     |         512 |
conv3_block1_2_c… |
| (BatchNormalizatio… | 128)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_2_relu | (None, 16, 16,     |           0 |
conv3_block1_2_b… |
| (Activation)        | 128)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_0_conv | (None, 16, 16,     |     131,584 |
conv2_block3_out… |
| (Conv2D)            | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_3_conv | (None, 16, 16,     |      66,048 |
conv3_block1_2_r… |
| (Conv2D)            | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_0_bn   | (None, 16, 16,     |       2,048 |
conv3_block1_0_c… |
| (BatchNormalizatio… | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_3_bn   | (None, 16, 16,     |       2,048 |
conv3_block1_3_c… |
| (BatchNormalizatio… | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_add    | (None, 16, 16,     |           0 |
conv3_block1_0_b… |
| (Add)               | 512)               |             |
conv3_block1_3_b… |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block1_out    | (None, 16, 16,     |           0 |
conv3_block1_add… |
| (Activation)        | 512)               |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
| conv3_block2_1_conv | (None, 16, 16,     |      65,664 |
```

```
conv3_block1_out… │
│ (Conv2D)              │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_1_bn    │ (None, 16, 16,      │         512 │
conv3_block2_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_1_relu  │ (None, 16, 16,      │           0 │
conv3_block2_1_b… │
│ (Activation)         │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_2_conv  │ (None, 16, 16,      │     147,584 │
conv3_block2_1_r… │
│ (Conv2D)             │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_2_bn    │ (None, 16, 16,      │         512 │
conv3_block2_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_2_relu  │ (None, 16, 16,      │           0 │
conv3_block2_2_b… │
│ (Activation)         │ 128)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_3_conv  │ (None, 16, 16,      │      66,048 │
conv3_block2_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 512)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_3_bn    │ (None, 16, 16,      │       2,048 │
conv3_block2_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 512)                │             │
├──────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block2_add     │ (None, 16, 16,      │           0 │
conv3_block1_out… │
```

```
| (Add)                 | 512)                 |             |
conv3_block2_3_b… |
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block2_out    | (None, 16, 16,       |           0 |
conv3_block2_add… |
| (Activation)        | 512)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_1_conv | (None, 16, 16,       |      65,664 |
conv3_block2_out… |
| (Conv2D)            | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_1_bn   | (None, 16, 16,       |         512 |
conv3_block3_1_c… |
| (BatchNormalizatio… | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_1_relu | (None, 16, 16,       |           0 |
conv3_block3_1_b… |
| (Activation)        | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_2_conv | (None, 16, 16,       |     147,584 |
conv3_block3_1_r… |
| (Conv2D)            | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_2_bn   | (None, 16, 16,       |         512 |
conv3_block3_2_c… |
| (BatchNormalizatio… | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_2_relu | (None, 16, 16,       |           0 |
conv3_block3_2_b… |
| (Activation)        | 128)                 |             |
|
├─────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv3_block3_3_conv | (None, 16, 16,       |      66,048 |
conv3_block3_2_r… |
| (Conv2D)            | 512)                 |             |
```

```
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block3_3_bn    │ (None, 16, 16,       │        2,048 │
conv3_block3_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 512)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block3_add     │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block2_out… │
│ (Add)                │ 512)                 │              │
conv3_block3_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block3_out     │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block3_add… │
│ (Activation)         │ 512)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_1_conv  │ (None, 16, 16,       │       65,664 │
conv3_block3_out… │
│ (Conv2D)             │ 128)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_1_bn    │ (None, 16, 16,       │          512 │
conv3_block4_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_1_relu  │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block4_1_b… │
│ (Activation)         │ 128)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_2_conv  │ (None, 16, 16,       │      147,584 │
conv3_block4_1_r… │
│ (Conv2D)             │ 128)                 │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv3_block4_2_bn    │ (None, 16, 16,       │          512 │
conv3_block4_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 128)                 │              │
│
```

```
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_2_relu  │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block4_2_b… │
│ (Activation)         │ 128)                 │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_3_conv  │ (None, 16, 16,       │      66,048 │
conv3_block4_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 512)                 │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_3_bn    │ (None, 16, 16,       │       2,048 │
conv3_block4_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 512)                 │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_add     │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block3_out… │
│ (Add)                │ 512)                 │              │
conv3_block4_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv3_block4_out     │ (None, 16, 16,       │            0 │
conv3_block4_add… │
│ (Activation)         │ 512)                 │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv4_block1_1_conv  │ (None, 8, 8, 256)    │     131,328 │
conv3_block4_out… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv4_block1_1_bn    │ (None, 8, 8, 256)    │       1,024 │
conv4_block1_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
│ conv4_block1_1_relu  │ (None, 8, 8, 256)    │            0 │
conv4_block1_1_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
                      │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────────
──────┤
```

```
| conv4_block1_2_conv | (None, 8, 8, 256) |    590,080 |
conv4_block1_1_r… |
| (Conv2D)            |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_2_bn   | (None, 8, 8, 256) |      1,024 |
conv4_block1_2_c… |
| (BatchNormalizatio… |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_2_relu | (None, 8, 8, 256) |          0 |
conv4_block1_2_b… |
| (Activation)        |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_0_conv | (None, 8, 8,      |    525,312 |
conv3_block4_out… |
| (Conv2D)            | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_3_conv | (None, 8, 8,      |    263,168 |
conv4_block1_2_r… |
| (Conv2D)            | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_0_bn   | (None, 8, 8,      |      4,096 |
conv4_block1_0_c… |
| (BatchNormalizatio… | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_3_bn   | (None, 8, 8,      |      4,096 |
conv4_block1_3_c… |
| (BatchNormalizatio… | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_add    | (None, 8, 8,      |          0 |
conv4_block1_0_b… |
| (Add)               | 1024)             |            |
conv4_block1_3_b… |
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block1_out    | (None, 8, 8,      |          0 |
```

```
conv4_block1_add… │
│ (Activation)         │ 1024)              │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_1_conv  │ (None, 8, 8, 256)  │     262,400 │
conv4_block1_out… │
│ (Conv2D)             │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_1_bn    │ (None, 8, 8, 256)  │       1,024 │
conv4_block2_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_1_relu  │ (None, 8, 8, 256)  │           0 │
conv4_block2_1_b… │
│ (Activation)         │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_2_conv  │ (None, 8, 8, 256)  │     590,080 │
conv4_block2_1_r… │
│ (Conv2D)             │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_2_bn    │ (None, 8, 8, 256)  │       1,024 │
conv4_block2_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_2_relu  │ (None, 8, 8, 256)  │           0 │
conv4_block2_2_b… │
│ (Activation)         │                    │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_3_conv  │ (None, 8, 8,       │     263,168 │
conv4_block2_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 1024)              │             │
│                      │                    │             │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
│ conv4_block2_3_bn    │ (None, 8, 8,       │       4,096 │
conv4_block2_3_c… │
```

```
| (BatchNormalizatio… | 1024)              |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block2_add    | (None, 8, 8,       |           0 |
conv4_block1_out… |
| (Add)               | 1024)              |             |
conv4_block2_3_b… |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block2_out    | (None, 8, 8,       |           0 |
conv4_block2_add… |
| (Activation)        | 1024)              |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_1_conv | (None, 8, 8, 256) |     262,400 |
conv4_block2_out… |
| (Conv2D)            |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_1_bn   | (None, 8, 8, 256) |       1,024 |
conv4_block3_1_c… |
| (BatchNormalizatio… |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_1_relu | (None, 8, 8, 256) |           0 |
conv4_block3_1_b… |
| (Activation)        |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_2_conv | (None, 8, 8, 256) |     590,080 |
conv4_block3_1_r… |
| (Conv2D)            |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_2_bn   | (None, 8, 8, 256) |       1,024 |
conv4_block3_2_c… |
| (BatchNormalizatio… |                    |             |
|                     |                    |             |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block3_2_relu | (None, 8, 8, 256) |           0 |
conv4_block3_2_b… |
| (Activation)        |                    |             |
```

conv4_block3_3_conv (Conv2D)	(None, 8, 8, 1024)	263,168	conv4_block3_2_r…
conv4_block3_3_bn (BatchNormalizatio…	(None, 8, 8, 1024)	4,096	conv4_block3_3_c…
conv4_block3_add (Add)	(None, 8, 8, 1024)	0	conv4_block2_out… conv4_block3_3_b…
conv4_block3_out (Activation)	(None, 8, 8, 1024)	0	conv4_block3_add…
conv4_block4_1_conv (Conv2D)	(None, 8, 8, 256)	262,400	conv4_block3_out…
conv4_block4_1_bn (BatchNormalizatio…	(None, 8, 8, 256)	1,024	conv4_block4_1_c…
conv4_block4_1_relu (Activation)	(None, 8, 8, 256)	0	conv4_block4_1_b…
conv4_block4_2_conv (Conv2D)	(None, 8, 8, 256)	590,080	conv4_block4_1_r…

```
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_2_bn    │ (None, 8, 8, 256)    │        1,024 │
conv4_block4_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_2_relu  │ (None, 8, 8, 256)    │            0 │
conv4_block4_2_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_3_conv  │ (None, 8, 8,         │    263,168 │
conv4_block4_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 1024)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_3_bn    │ (None, 8, 8,         │        4,096 │
conv4_block4_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 1024)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_add     │ (None, 8, 8,         │            0 │
conv4_block3_out… │
│ (Add)                │ 1024)                │              │
conv4_block4_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block4_out     │ (None, 8, 8,         │            0 │
conv4_block4_add… │
│ (Activation)         │ 1024)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_1_conv  │ (None, 8, 8, 256)    │    262,400 │
conv4_block4_out… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_1_bn    │ (None, 8, 8, 256)    │        1,024 │
conv4_block5_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
```

```
──────┤
│ conv4_block5_1_relu │ (None, 8, 8, 256) │          0 │
conv4_block5_1_b… │
│ (Activation)        │                   │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_2_conv │ (None, 8, 8, 256) │    590,080 │
conv4_block5_1_r… │
│ (Conv2D)            │                   │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_2_bn   │ (None, 8, 8, 256) │      1,024 │
conv4_block5_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                   │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_2_relu │ (None, 8, 8, 256) │          0 │
conv4_block5_2_b… │
│ (Activation)        │                   │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_3_conv │ (None, 8, 8,      │    263,168 │
conv4_block5_2_r… │
│ (Conv2D)            │ 1024)             │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_3_bn   │ (None, 8, 8,      │      4,096 │
conv4_block5_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 1024)             │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_add    │ (None, 8, 8,      │          0 │
conv4_block4_out… │
│ (Add)               │ 1024)             │            │
conv4_block5_3_b… │
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block5_out    │ (None, 8, 8,      │          0 │
conv4_block5_add… │
│ (Activation)        │ 1024)             │            │
│
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────────
──────┤
```

```
| conv4_block6_1_conv | (None, 8, 8, 256) |    262,400 |
conv4_block5_out… |
| (Conv2D)            |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_1_bn   | (None, 8, 8, 256) |      1,024 |
conv4_block6_1_c… |
| (BatchNormalizatio… |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_1_relu | (None, 8, 8, 256) |          0 |
conv4_block6_1_b… |
| (Activation)        |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_2_conv | (None, 8, 8, 256) |    590,080 |
conv4_block6_1_r… |
| (Conv2D)            |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_2_bn   | (None, 8, 8, 256) |      1,024 |
conv4_block6_2_c… |
| (BatchNormalizatio… |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_2_relu | (None, 8, 8, 256) |          0 |
conv4_block6_2_b… |
| (Activation)        |                   |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_3_conv | (None, 8, 8,      |    263,168 |
conv4_block6_2_r… |
| (Conv2D)            | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_3_bn   | (None, 8, 8,      |      4,096 |
conv4_block6_3_c… |
| (BatchNormalizatio… | 1024)             |            |
|
├─────────────────────┼───────────────────┼────────────┼──────────────
──────┤
| conv4_block6_add    | (None, 8, 8,      |          0 |
```

```
conv4_block5_out… │
│ (Add)                │ 1024)              │             │
conv4_block6_3_b… │
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv4_block6_out     │ (None, 8, 8,       │           0 │
conv4_block6_add… │
│ (Activation)         │ 1024)              │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_1_conv  │ (None, 4, 4, 512)  │     524,800 │
conv4_block6_out… │
│ (Conv2D)             │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_1_bn    │ (None, 4, 4, 512)  │       2,048 │
conv5_block1_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_1_relu  │ (None, 4, 4, 512)  │           0 │
conv5_block1_1_b… │
│ (Activation)         │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_2_conv  │ (None, 4, 4, 512)  │   2,359,808 │
conv5_block1_1_r… │
│ (Conv2D)             │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_2_bn    │ (None, 4, 4, 512)  │       2,048 │
conv5_block1_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_2_relu  │ (None, 4, 4, 512)  │           0 │
conv5_block1_2_b… │
│ (Activation)         │                    │             │
│
├──────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block1_0_conv  │ (None, 4, 4,       │   2,099,200 │
conv4_block6_out… │
```

```
| (Conv2D)              | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_3_conv   | (None, 4, 4,         |  1,050,624 |
conv5_block1_2_r… |
| (Conv2D)              | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_0_bn     | (None, 4, 4,         |      8,192 |
conv5_block1_0_c… |
| (BatchNormalizatio…   | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_3_bn     | (None, 4, 4,         |      8,192 |
conv5_block1_3_c… |
| (BatchNormalizatio…   | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_add      | (None, 4, 4,         |          0 |
conv5_block1_0_b… |
| (Add)                 | 2048)                |             |
conv5_block1_3_b… |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block1_out      | (None, 4, 4,         |          0 |
conv5_block1_add… |
| (Activation)          | 2048)                |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block2_1_conv   | (None, 4, 4, 512)    |  1,049,088 |
conv5_block1_out… |
| (Conv2D)              |                      |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block2_1_bn     | (None, 4, 4, 512)    |      2,048 |
conv5_block2_1_c… |
| (BatchNormalizatio…   |                      |             |
|                       |                      |             |
├───────────────────────┼──────────────────────┼─────────────┼──────────
──────┤
| conv5_block2_1_relu   | (None, 4, 4, 512)    |          0 |
conv5_block2_1_b… |
| (Activation)          |                      |             |
```

```
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_2_conv  │ (None, 4, 4, 512)    │    2,359,808 │
conv5_block2_1_r… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_2_bn    │ (None, 4, 4, 512)    │        2,048 │
conv5_block2_2_c… │
│ (BatchNormalizatio…  │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_2_relu  │ (None, 4, 4, 512)    │            0 │
conv5_block2_2_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_3_conv  │ (None, 4, 4,         │    1,050,624 │
conv5_block2_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_3_bn    │ (None, 4, 4,         │        8,192 │
conv5_block2_3_c… │
│ (BatchNormalizatio…  │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_add     │ (None, 4, 4,         │            0 │
conv5_block1_out… │
│ (Add)                │ 2048)                │              │
conv5_block2_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block2_out     │ (None, 4, 4,         │            0 │
conv5_block2_add… │
│ (Activation)         │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_1_conv  │ (None, 4, 4, 512)    │    1,049,088 │
conv5_block2_out… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
│
```

```
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_1_bn    │ (None, 4, 4, 512)    │        2,048 │
conv5_block3_1_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_1_relu  │ (None, 4, 4, 512)    │            0 │
conv5_block3_1_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_2_conv  │ (None, 4, 4, 512)    │    2,359,808 │
conv5_block3_1_r… │
│ (Conv2D)             │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_2_bn    │ (None, 4, 4, 512)    │        2,048 │
conv5_block3_2_c… │
│ (BatchNormalizatio… │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_2_relu  │ (None, 4, 4, 512)    │            0 │
conv5_block3_2_b… │
│ (Activation)         │                      │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_3_conv  │ (None, 4, 4,         │    1,050,624 │
conv5_block3_2_r… │
│ (Conv2D)             │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_3_bn    │ (None, 4, 4,         │        8,192 │
conv5_block3_3_c… │
│ (BatchNormalizatio… │ 2048)                │              │
│
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
│ conv5_block3_add     │ (None, 4, 4,         │            0 │
conv5_block2_out… │
│ (Add)                │ 2048)                │              │
conv5_block3_3_b… │
├──────────────────────┼──────────────────────┼──────────────┼──────────────────
──────┤
```

```
| conv5_block3_out    | (None, 4, 4,       |           0 |
conv5_block3_add… |
| (Activation)        | 2048)              |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
| global_average_poo… | (None, 2048)       |           0 |
conv5_block3_out… |
| (GlobalAveragePool… |                    |             |
|
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
| dropout_1 (Dropout) | (None, 2048)       |           0 |
global_average_p… |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
| dense_2 (Dense)     | (None, 128)        |     262,272 | dropout_1[0]
[0]   |
├─────────────────────┼────────────────────┼─────────────┼──────────────────
─────┤
| dense_3 (Dense)     | (None, 3)          |         387 | dense_2[0][0]
|
└─────────────────────┴────────────────────┴─────────────┴──────────────────
─────┘

 Total params: 23,850,371 (90.98 MB)

 Trainable params: 262,659 (1.00 MB)

 Non-trainable params: 23,587,712 (89.98 MB)
```

5. Freeze Pre-trained Layers

- Freeze all layers in the ResNet base to train only the custom head.

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

# Optionally, check if all layers are frozen
print("All base_model layers frozen:", all(not layer.trainable for
layer in base_model.layers))

All base_model layers frozen: True
```

6. Compile and Train the Model (Initial Training)

- Use Adam optimizer, categorical crossentropy, and accuracy metrics.
- Add callbacks: EarlyStopping, ModelCheckpoint, ReduceLROnPlateau.

```
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping, ModelCheckpoint,
```

```
ReduceLROnPlateau

# Compile the model
model.compile(
    optimizer=Adam(learning_rate=0.0001),
    loss='categorical_crossentropy',
    metrics=['accuracy']
)

# Define callbacks
callbacks = [
    EarlyStopping(monitor='val_loss', patience=5,
restore_best_weights=True, verbose=1),
    ModelCheckpoint('best_model.h5', monitor='val_loss',
save_best_only=True, verbose=1),
    ReduceLROnPlateau(monitor='val_loss', factor=0.5, patience=2,
verbose=1)
]

# Train the model
history = model.fit(
    train_gen,
    epochs=25,
    validation_data=val_gen,
    callbacks=callbacks
)

c:\Users\This PC\.conda\envs\infotech_course\Lib\site-packages\keras\
src\trainers\data_adapters\py_dataset_adapter.py:121: UserWarning:
Your `PyDataset` class should call `super().__init__(**kwargs)` in its
constructor. `**kwargs` can include `workers`, `use_multiprocessing`,
`max_queue_size`. Do not pass these arguments to `fit()`, as they will
be ignored.
  self._warn_if_super_not_called()

Epoch 1/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 294ms/step - accuracy: 0.5577 - loss:
1.2418
Epoch 1: val_loss improved from inf to 0.32776, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 32s 392ms/step - accuracy: 0.5595 - loss:
1.2365 - val_accuracy: 0.8933 - val_loss: 0.3278 - learning_rate:
1.0000e-04
```

```
Epoch 2/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 290ms/step - accuracy: 0.8269 - loss:
0.4896
Epoch 2: val_loss improved from 0.32776 to 0.23459, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 23s 355ms/step - accuracy: 0.8270 - loss:
0.4890 - val_accuracy: 0.9289 - val_loss: 0.2346 - learning_rate:
1.0000e-04
Epoch 3/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 289ms/step - accuracy: 0.8841 - loss:
0.3163
Epoch 3: val_loss improved from 0.23459 to 0.21907, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 23s 354ms/step - accuracy: 0.8839 - loss:
0.3167 - val_accuracy: 0.9267 - val_loss: 0.2191 - learning_rate:
1.0000e-04
Epoch 4/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 290ms/step - accuracy: 0.8729 - loss:
0.3434
Epoch 4: val_loss improved from 0.21907 to 0.21174, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 356ms/step - accuracy: 0.8730 - loss:
0.3432 - val_accuracy: 0.9311 - val_loss: 0.2117 - learning_rate:
1.0000e-04
Epoch 5/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 293ms/step - accuracy: 0.8906 - loss:
0.2978
Epoch 5: val_loss improved from 0.21174 to 0.20588, saving model to
best_model.h5
```

```
WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 359ms/step - accuracy: 0.8905 - loss:
0.2981 - val_accuracy: 0.9311 - val_loss: 0.2059 - learning_rate:
1.0000e-04
Epoch 6/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 292ms/step - accuracy: 0.9103 - loss:
0.2478
Epoch 6: val_loss improved from 0.20588 to 0.19631, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 358ms/step - accuracy: 0.9102 - loss:
0.2481 - val_accuracy: 0.9356 - val_loss: 0.1963 - learning_rate:
1.0000e-04
Epoch 7/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 296ms/step - accuracy: 0.9057 - loss:
0.2496
Epoch 7: val_loss did not improve from 0.19631
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 355ms/step - accuracy: 0.9057 - loss:
0.2497 - val_accuracy: 0.9356 - val_loss: 0.2035 - learning_rate:
1.0000e-04
Epoch 8/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 301ms/step - accuracy: 0.9070 - loss:
0.2133
Epoch 8: val_loss did not improve from 0.19631

Epoch 8: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to
4.999999873689376e-05.
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 363ms/step - accuracy: 0.9071 - loss:
0.2133 - val_accuracy: 0.9356 - val_loss: 0.1990 - learning_rate:
1.0000e-04
Epoch 9/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 295ms/step - accuracy: 0.9253 - loss:
0.1990
Epoch 9: val_loss improved from 0.19631 to 0.19373, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
```

```
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 363ms/step - accuracy: 0.9252 - loss:
0.1992 - val_accuracy: 0.9356 - val_loss: 0.1937 - learning_rate:
5.0000e-05
Epoch 10/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 305s/step - accuracy: 0.9168 - loss:
0.2070
Epoch 10: val_loss improved from 0.19373 to 0.19241, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 19826s 305s/step - accuracy: 0.9168 - loss:
0.2071 - val_accuracy: 0.9400 - val_loss: 0.1924 - learning_rate:
5.0000e-05
Epoch 11/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 309ms/step - accuracy: 0.9218 - loss:
0.2028
Epoch 11: val_loss improved from 0.19241 to 0.18791, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 25s 380ms/step - accuracy: 0.9217 - loss:
0.2030 - val_accuracy: 0.9400 - val_loss: 0.1879 - learning_rate:
5.0000e-05
Epoch 12/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 317ms/step - accuracy: 0.9033 - loss:
0.2367
Epoch 12: val_loss did not improve from 0.18791
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 25s 385ms/step - accuracy: 0.9034 - loss:
0.2364 - val_accuracy: 0.9422 - val_loss: 0.1887 - learning_rate:
5.0000e-05
Epoch 13/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 340ms/step - accuracy: 0.9207 - loss:
0.2116
Epoch 13: val_loss did not improve from 0.18791

Epoch 13: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to
2.4999999368446880e-05.
```

```
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 406ms/step - accuracy: 0.9208 - loss:
0.2115 - val_accuracy: 0.9422 - val_loss: 0.1900 - learning_rate:
5.0000e-05
Epoch 14/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 336ms/step - accuracy: 0.9239 - loss:
0.2007
Epoch 14: val_loss did not improve from 0.18791
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 26s 400ms/step - accuracy: 0.9239 - loss:
0.2007 - val_accuracy: 0.9422 - val_loss: 0.1891 - learning_rate:
2.5000e-05
Epoch 15/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 316ms/step - accuracy: 0.9188 - loss:
0.2093
Epoch 15: val_loss did not improve from 0.18791

Epoch 15: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to
1.249999968422344e-05.
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 25s 378ms/step - accuracy: 0.9189 - loss:
0.2091 - val_accuracy: 0.9400 - val_loss: 0.1885 - learning_rate:
2.5000e-05
Epoch 16/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 302ms/step - accuracy: 0.9098 - loss:
0.2184
Epoch 16: val_loss improved from 0.18791 to 0.18632, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 369ms/step - accuracy: 0.9098 - loss:
0.2183 - val_accuracy: 0.9444 - val_loss: 0.1863 - learning_rate:
1.2500e-05
Epoch 17/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 299ms/step - accuracy: 0.9153 - loss:
0.2165
Epoch 17: val_loss improved from 0.18632 to 0.18520, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 367ms/step - accuracy: 0.9154 - loss:
0.2163 - val_accuracy: 0.9444 - val_loss: 0.1852 - learning_rate:
1.2500e-05
```

```
Epoch 18/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 299ms/step - accuracy: 0.9325 - loss:
0.1946
Epoch 18: val_loss did not improve from 0.18520
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 361ms/step - accuracy: 0.9326 - loss:
0.1944 - val_accuracy: 0.9400 - val_loss: 0.1870 - learning_rate:
1.2500e-05
Epoch 19/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 300ms/step - accuracy: 0.9262 - loss:
0.1922
Epoch 19: val_loss did not improve from 0.18520

Epoch 19: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to
6.24999984211172e-06.
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 24s 361ms/step - accuracy: 0.9262 - loss:
0.1923 - val_accuracy: 0.9422 - val_loss: 0.1862 - learning_rate:
1.2500e-05
Epoch 20/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 312ms/step - accuracy: 0.9190 - loss:
0.2148
Epoch 20: val_loss did not improve from 0.18520
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 25s 386ms/step - accuracy: 0.9191 - loss:
0.2145 - val_accuracy: 0.9400 - val_loss: 0.1860 - learning_rate:
6.2500e-06
Epoch 21/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 317ms/step - accuracy: 0.9116 - loss:
0.2110
Epoch 21: val_loss did not improve from 0.18520

Epoch 21: ReduceLROnPlateau reducing learning rate to
3.12499992105586e-06.
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 25s 379ms/step - accuracy: 0.9117 - loss:
0.2109 - val_accuracy: 0.9400 - val_loss: 0.1862 - learning_rate:
6.2500e-06
Epoch 22/25
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 314ms/step - accuracy: 0.9223 - loss:
0.1886
Epoch 22: val_loss did not improve from 0.18520
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 25s 374ms/step - accuracy: 0.9222 - loss:
0.1888 - val_accuracy: 0.9422 - val_loss: 0.1857 - learning_rate:
3.1250e-06
Epoch 22: early stopping
Restoring model weights from the end of the best epoch: 17.
```

7. Fine-tune the Model

- Unfreeze some top layers of ResNet for fine-tuning.
- Retrain with a lower learning rate.

```python
# Unfreeze the top layers of the base_model for fine-tuning
for layer in base_model.layers[-10:]:
    layer.trainable = True

# Recompile the model with a lower learning rate
model.compile(
    optimizer=Adam(learning_rate=1e-6),
    loss='categorical_crossentropy',
    metrics=['accuracy']
)

# Retrain the model
fine_tune_history = model.fit(
    train_gen,
    epochs=10,
    validation_data=val_gen,
    callbacks=callbacks
)
```

```
Epoch 1/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 339ms/step - accuracy: 0.9268 - loss:
0.1968
Epoch 1: val_loss improved from 0.18520 to 0.17922, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 37s 444ms/step - accuracy: 0.9268 - loss:
0.1968 - val_accuracy: 0.9400 - val_loss: 0.1792 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 2/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 358ms/step - accuracy: 0.9181 - loss:
0.2001
Epoch 2: val_loss improved from 0.17922 to 0.17822, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 29s 432ms/step - accuracy: 0.9181 - loss:
0.2001 - val_accuracy: 0.9378 - val_loss: 0.1782 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 3/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 342ms/step - accuracy: 0.9096 - loss:
```

```
0.2156
Epoch 3: val_loss improved from 0.17822 to 0.17786, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 409ms/step - accuracy: 0.9096 - loss:
0.2154 - val_accuracy: 0.9378 - val_loss: 0.1779 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 4/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 336ms/step - accuracy: 0.9170 - loss:
0.2163
Epoch 4: val_loss improved from 0.17786 to 0.17734, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 403ms/step - accuracy: 0.9169 - loss:
0.2163 - val_accuracy: 0.9400 - val_loss: 0.1773 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 5/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 339ms/step - accuracy: 0.9253 - loss:
0.1899
Epoch 5: val_loss improved from 0.17734 to 0.17638, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 408ms/step - accuracy: 0.9252 - loss:
0.1901 - val_accuracy: 0.9378 - val_loss: 0.1764 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 6/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 337ms/step - accuracy: 0.9055 - loss:
0.2120
Epoch 6: val_loss did not improve from 0.17638
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 401ms/step - accuracy: 0.9057 - loss:
0.2119 - val_accuracy: 0.9378 - val_loss: 0.1765 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 7/10
```

```
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 339ms/step - accuracy: 0.9249 - loss:
0.1983
Epoch 7: val_loss improved from 0.17638 to 0.17577, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 407ms/step - accuracy: 0.9250 - loss:
0.1981 - val_accuracy: 0.9378 - val_loss: 0.1758 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 8/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 338ms/step - accuracy: 0.9181 - loss:
0.2082
Epoch 8: val_loss improved from 0.17577 to 0.17527, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 406ms/step - accuracy: 0.9181 - loss:
0.2081 - val_accuracy: 0.9356 - val_loss: 0.1753 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 9/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 338ms/step - accuracy: 0.9169 - loss:
0.1955
Epoch 9: val_loss improved from 0.17527 to 0.17522, saving model to
best_model.h5

WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 406ms/step - accuracy: 0.9168 - loss:
0.1957 - val_accuracy: 0.9356 - val_loss: 0.1752 - learning_rate:
1.0000e-06
Epoch 10/10
66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 337ms/step - accuracy: 0.9253 - loss:
0.1949
Epoch 10: val_loss improved from 0.17522 to 0.17508, saving model to
best_model.h5
```

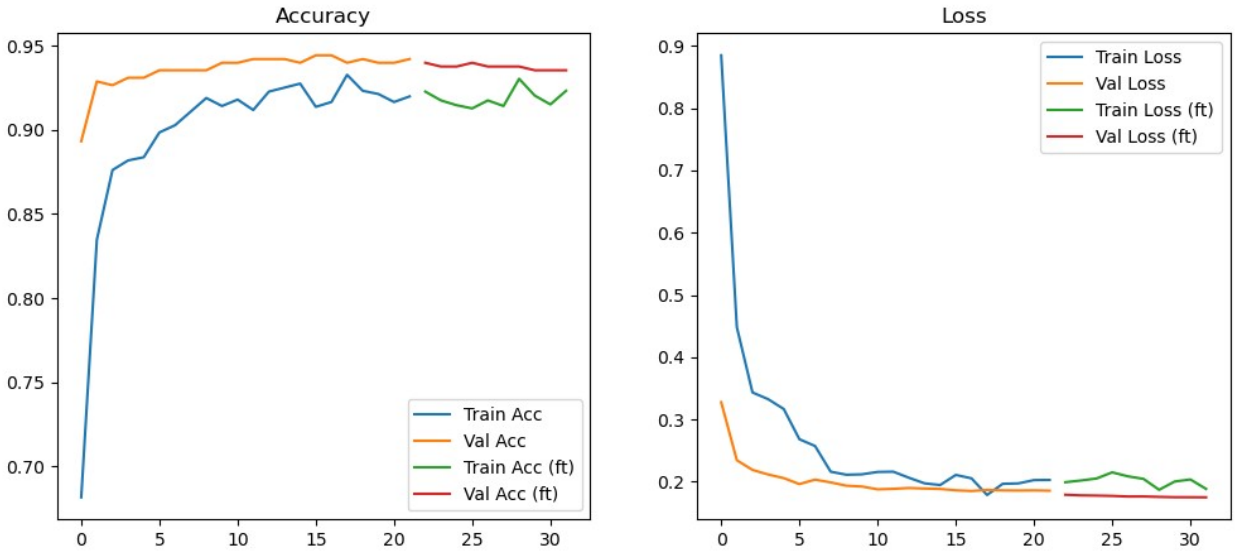
```
WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via
`model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format
is considered legacy. We recommend using instead the native Keras
format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or
`keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.

66/66 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 27s 404ms/step - accuracy: 0.9253 - loss:
0.1948 - val_accuracy: 0.9356 - val_loss: 0.1751 - learning_rate:
1.0000e-06
Restoring model weights from the end of the best epoch: 10.
```

8. Evaluate and Visualize

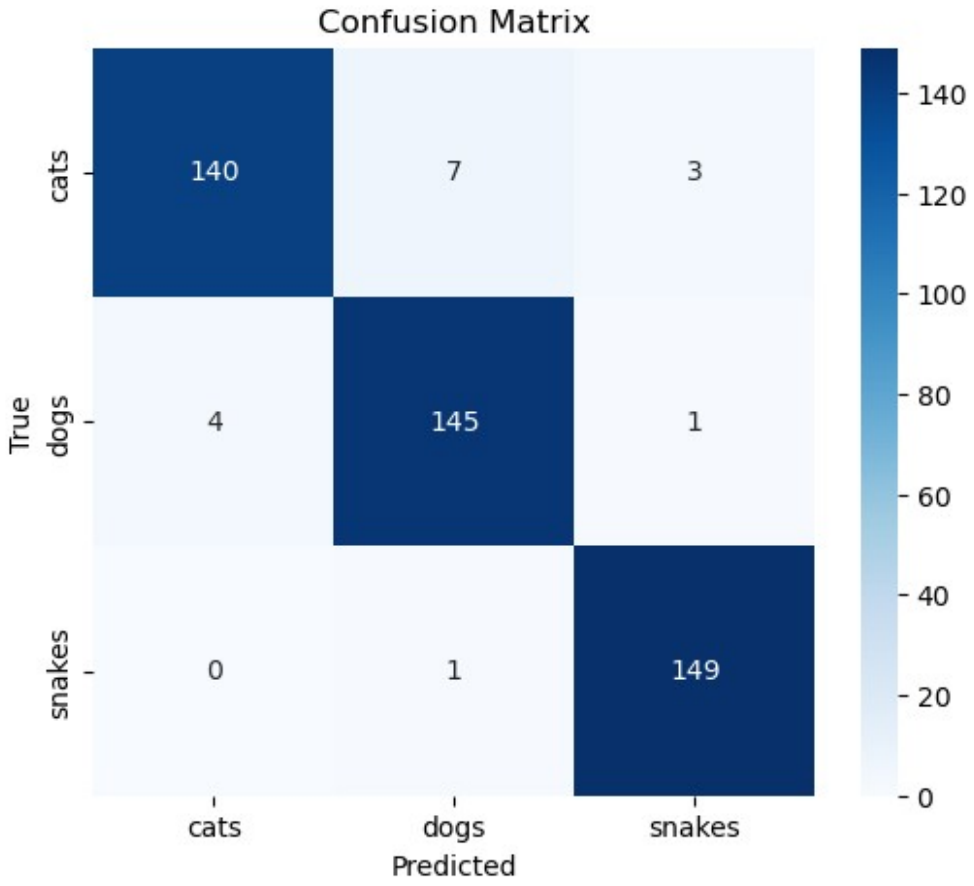
- Plot training/validation accuracy and loss.
- Show confusion matrix and classification report.
- Visualize predictions on test images.

```
from sklearn.metrics import confusion_matrix, classification_report
import numpy as np
import seaborn as sns

# Plot training/validation accuracy and loss
fig, axs = plt.subplots(1, 2, figsize=(12, 5))
axs[0].plot(history.history['accuracy'], label='Train Acc')
axs[0].plot(history.history['val_accuracy'], label='Val Acc')
if 'accuracy' in fine_tune_history.history:
    axs[0].plot(np.arange(len(history.history['accuracy']),
len(history.history['accuracy']) +
len(fine_tune_history.history['accuracy'])),
fine_tune_history.history['accuracy'], label='Train Acc (ft)')
    axs[0].plot(np.arange(len(history.history['val_accuracy']),
len(history.history['val_accuracy']) +
len(fine_tune_history.history['val_accuracy'])),
fine_tune_history.history['val_accuracy'], label='Val Acc (ft)')
axs[0].set_title('Accuracy')
axs[0].legend()
axs[1].plot(history.history['loss'], label='Train Loss')
axs[1].plot(history.history['val_loss'], label='Val Loss')
if 'loss' in fine_tune_history.history:
    axs[1].plot(np.arange(len(history.history['loss']),
len(history.history['loss']) +
len(fine_tune_history.history['loss'])),
fine_tune_history.history['loss'], label='Train Loss (ft)')
    axs[1].plot(np.arange(len(history.history['val_loss']),
len(history.history['val_loss']) +
len(fine_tune_history.history['val_loss'])),
fine_tune_history.history['val_loss'], label='Val Loss (ft)')
axs[1].set_title('Loss')
axs[1].legend()
plt.show()
```

```
# Predict on test set
y_true = test_gen.classes
y_pred_probs = model.predict(test_gen)
y_pred = np.argmax(y_pred_probs, axis=1)

# Confusion matrix
cm = confusion_matrix(y_true, y_pred)
plt.figure(figsize=(6, 5))
sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d', cmap='Blues',
xticklabels=classes, yticklabels=classes)
plt.xlabel('Predicted')
plt.ylabel('True')
plt.title('Confusion Matrix')
plt.show()

# Classification report
print("Classification Report:")
print(classification_report(y_true, y_pred, target_names=classes))

# Visualize predictions on test images
test_gen.reset()
fig, axes = plt.subplots(2, 5, figsize=(18, 8))
for i, ax in enumerate(axes.flat):
    img, label = next(test_gen)
    pred_idx = np.argmax(model.predict(img), axis=1)[0]
    true_idx = np.argmax(label, axis=1)[0]
    ax.imshow(img[0].astype('uint8'))
    ax.set_title(f"True: {classes[true_idx]}\nPred:
{classes[pred_idx]}")
    ax.axis('off')
plt.tight_layout()
plt.show()
```




```
15/15 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 7s 356ms/step
```




```
Classification Report:
              precision    recall  f1-score   support
```

```
              cats       0.97      0.93      0.95       150
              dogs       0.95      0.97      0.96       150
            snakes       0.97      0.99      0.98       150

          accuracy                           0.96       450
         macro avg       0.96      0.96      0.96       450
      weighted avg       0.96      0.96      0.96       450
```

```
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 2s 2s/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 284ms/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 291ms/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 319ms/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 289ms/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 299ms/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 285ms/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 283ms/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 280ms/step
1/1 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 0s 282ms/step
```

9. Save and Export the Model

```
# Save the trained model in HDF5 format
model.save('final_model.h5')

print("Model saved as 'final_model.h5'")
```

```
WARNING:absl:You are saving your model as an HDF5 file via `model.save()` or `keras.saving.save_model(model)`. This file format is considered legacy. We recommend using instead the native Keras format, e.g. `model.save('my_model.keras')` or `keras.saving.save_model(model, 'my_model.keras')`.
```

```
Model saved as 'final_model.h5'
```