

机器学习（进阶）纳米学位毕业项目

基于深度学习的图像识别



董仁广

2018.6.29

目录

一、问题定义	3
1.1 项目概览	3
1.2. 问题说明	3
1.3. 评价指标	3
二、项目分析	4
2.1 数据研究和可视化	4
2.2 算法与方法	6
2.3 基准测试	9
三、实现方法	9
3.1 数据预处理	9
3.2 实施	11
3.3 改进	12
四、结果	14
4.1 模型评估与验证	14
4.2 结果分析	15
五、结论	17
5.1 自由形态的可视化	17
5.2 思考	18
5.3 改进	18
六、引用文献	19

一、问题定义

1.1 项目概览

“猫狗大战”项目来源于一个 Kaggle 比赛。早在 2013 年，Kaggle 就举办过一次猫与狗识别比赛：识别图片中的动物是猫还是狗。但是在那之后，机器学习领域——特别是深度学习与图像识别领域发生了一系列的突破性进展：理论上，诸多更加成熟高效的深度神经网络模型被提出，颠覆了传统的机器学习领域，并被大量应用于诸如：计算机视觉、自然语言处理、搜索引擎、医疗诊断等领域；实践上，诸如：Tensor Flow、Keras、Caffe 等深度学习框架或平台被大量应用于工业生产环境，使得深度学习问题能够更加简单高效地得到解决。因此，现在重新将这个课题拿出来，应用更加“现代化”、成熟的理论和工具，来解决猫与狗识别的问题。Kaggle 官方也提供了训练数据集和测试数据集：其中训练数据集中有 25000 张图片，猫和狗各 12500 张；测试数据集中有 12500 张图片，猫和狗都有。

1.2. 问题说明

本项目要解决的问题是在猫和狗的照片中将它们正确地识别出来。这是一个典型的二分类问题，因此我们的目标是实现一个分类器：向分类器输入猫或狗的图片，分类器会输出照片中的动物是狗的概率（值域为 $[0, 1]$ ）有多大：1 表示是狗，0 表示是猫。因此便可以得出图片中的是猫还是狗。要实现这样的分类器，可以通过卷积神经网络，从已知的训练数据（知识）中学习猫和狗的特征，以识别出未知数据（测试数据集）中的是猫还是狗。

1.3. 评价指标

运用训练数据集训练好卷积神经网络后，用测试数据集来衡量模型的准确率。准确率，即预测正确的样本数量除以总体测试数据量。

$$\text{准确率} = \frac{\text{正确预测的样本数量}}{\text{总体的测试样本数量}}$$

另外，Kaggle 还提出了一个更加严格的，计算选手的模型好坏的标准：

$$LogLoss = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i \log(\hat{y}_i) + (1 - y_i) \log(1 - \hat{y}_i)]$$

LogLoss 表示模型误差，值越小说明模型的误差越小，即模型越优。在 2.3 小节中将更详细地解释该公式。

二、项目分析

2.1 数据研究和可视化

Kaggle 官方提供了训练数据集和测试数据集，其中训练集中有 25000 张图片，测试数据集中有 12500 张图片。除此之外，本项目中还是用了一份来自牛津大学的扩展数据集——*The Oxford-IIIT Pet Dataset*，用于扩展训练数据集，该扩展数据中包含了 37 个品种的宠物（猫和狗），共 7349 张图。

Kaggle 官方提供的训练数据集中猫和狗各 12500 张。每张图片的文件名称中包含了“dog”、“cat”关键字以及编号，例如：cat.192.jpg、dog.90.jpg。因此可以通过文件名来标记图片中的是狗还是猫，即：标签（label）。训练集作为已知的“知识”，是分类器学习的对象，分类器将从这些标记好的图片中学习属于猫和狗各自的特征。图片中有各种场景下的、不同形态的猫或狗，以猫为例：有不同品种、颜色、花纹、姿势的猫，全身猫和半身猫，跟人的合影猫，两只合影的猫，不同光线条件下的猫。其中有一些异常图片，例如：cat.724.jpg，虽然训练集将它标志为“cat”，但是里面包含了狗和猫，而且狗占的面积比猫要大很多。所以训练之前需要考虑到对这些异常图片的处理。另外，训练数据集中的图片尺寸并非相同，根据不同的模型的需求，需要对图片预先进行裁剪，例如：下文中我们采用了 Xception 模型，需要将图片统一裁剪为 299*299 尺寸的 RGB 图。

测试数据集中包含 12500 张图片，是按照数值 ID 来进行命名的，例如：1.jpg。测试数据集用于衡量我们的分类器的质量。分类器需要预测出测试集中每一张图片是狗的概率有多大，1 表示是狗，0 表示是猫。

此外，扩展训练数据中共有 7349 张图片。其中包含了 12 个品种共 2371 张猫的图片，和 25 个品种共 4978 张狗的图片。同上所述，扩展的训练数据集同样需要进行裁剪等预处理操作。

Breed	Count
American Bulldog	200
American Pit Bull Terrier	200
Basset Hound	200
Beagle	200
Boxer	199
Chihuahua	200
English Cocker Spaniel	196
English Setter	200
German Shorthaired	200
Great Pyrenees	200
Havanese	200
Japanese Chin	200
Keeshond	199
Leonberger	200
Miniature Pinscher	200
Newfoundland	196
Pomeranian	200
Pug	200
Saint Bernard	200
Samoyed	200
Scottish Terrier	199
Shiba Inu	200
Staffordshire Bull Terrier	189
Wheaten Terrier	200
Yorkshire Terrier	200
Total	4978

Breed	Count
Abyssinian	198
Bengal	200
Birman	200
Bombay	200
British Shorthair	184
Egyptian Mau	200
Main Coon	190
Persian	200
Ragdoll	200
Russian Blue	200
Siamese	199
Sphynx	200
Total	2371

2. Cat Breeds

Family	Count
Cat	2371
Dog	4978
Total	7349

3. Total Pets

1. Dog Breeds

图 2.1 扩展训练数据的分布

综上，训练数据集和测试数据集的分布，以及训练数据集中猫和狗的分布如图 2.2 所示。训练数据中猫和狗的数量不一致，猫的数量比狗少了 15%，这是由于我们的扩展训练数据中狗的图片数量比猫的大，但是由于训练数据基数较大，所以可以忽略这个数量不一致的问题。

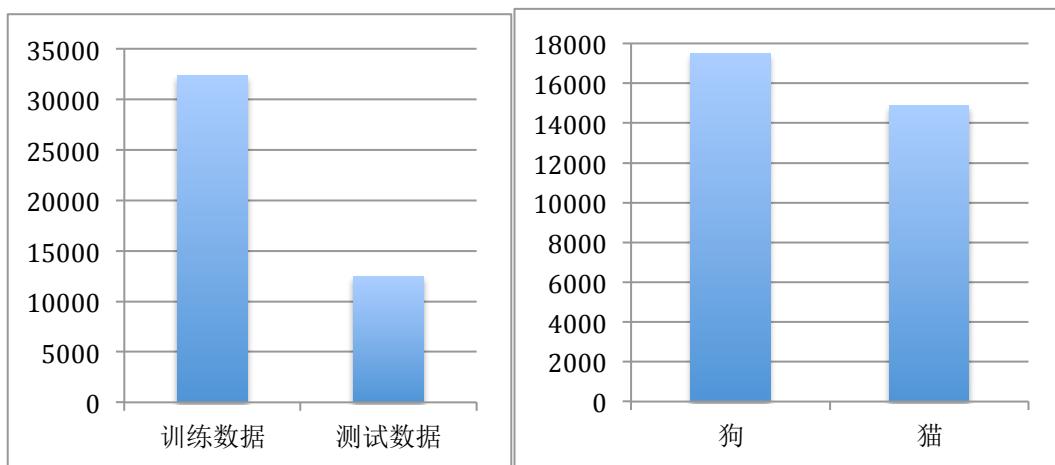


图 2.2 训练数据和测试数据分布 (左)，训练数据中猫和狗的分布 (右)

2.2 算法与方法

机器学习典型的两个应用场景就是分类和回归。根据前面的叙述可知，本项目要解决的是一个分类问题，更具体地说是一个二分类问题。分类问题的解决方法有很多，比如传统的基于统计的机器学习方法有：支持向量机、决策树、逻辑回归和高斯朴素贝叶斯等，以及本文我们要使用的深度学习方法。之所以使用深度学习来进行本项目，而不采用传统的机器学习方法，是因为深度学习被证明可以更好地解决大数据量下图片分类或识别的问题。

2.2.1 神经网络

神经网络是从人类脑神经元的研究中获得灵感，模拟其神经元的功能和网络结构，来完成认知任务的一类机器学习算法。早在 1943 年，神经网络就由 McCulloch 和 Pitts 提出，后经由 Frank Rosenblatt 和 Werbos 等人的改进。但是受限与当时的数据量和计算条件，神经网络并不被看好，一度遭到冷落。

机器学习中的神经元是以生物的神经元为原型，但是对其进行抽象、简化。神经网络模型最基本的构成元素有：输入、激活函数和输出。神经网络由若干的神经元互相连接而成，每个神经元从其他神经元处获得输入信息，少部分神经元也从接收器获得信息；神经元处理这些输入信息，经过激活函数，一旦被激活，就会继续发送信号至其他相连接的神经元。

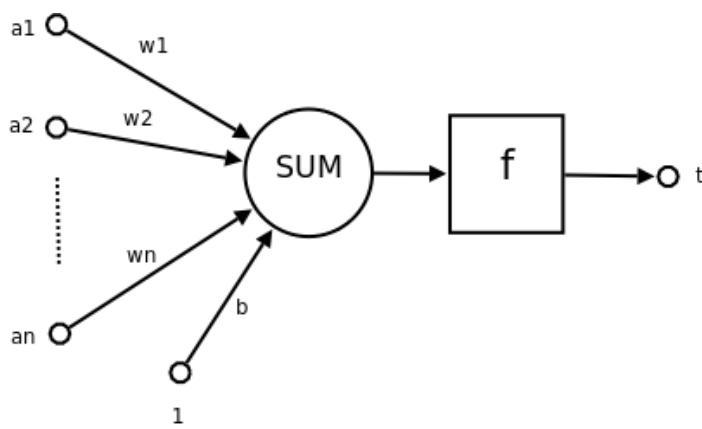


图 2.3 神经元模型

激活函数的作用是将输入数据的加权和进行一个映射，然后将结果传递给下一层网络或者是输出。如果这个映射函数是非线性的，那么整个神经网络就是非线性的。非线性是神经网络的一大重要的特性，这让神经网络具有了解决一些复

杂的非线性问题的能力。

2.2.2 深度学习

理论上说，神经网络模型越复杂、参数越多，意味着它能完成更复杂的任务。深度学习一般指深层神经网络，也就是加深神经网络的层数。如图 2.4 所示，相邻的两层之间有边相连，底层的数据输出作为其相邻的顶层的输入，然后一层一层往顶层传递，直至到达输出层。其中位于输入层和输出层之间的叫做隐藏层。

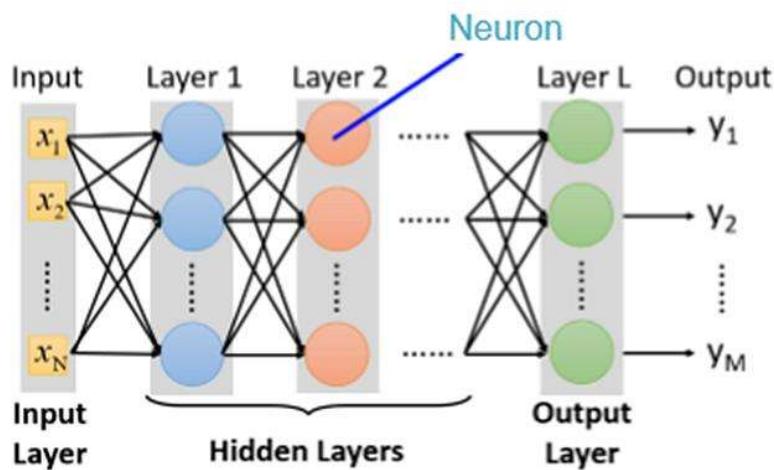


图 2.4 一个典型的深度神经网络

除了激活函数外，多层结构是神经网络的另一个重要的特性。Marvin Minsky 和 Seymour Papert 曾提出：感知机（可以简单理解为单层神经网络）无法模拟与或运算。而多层次的结构可以让网络逐层地学习到一些不同层面或者不同抽象程度的内容，所以可以解决更加复杂的问题。

2.2.3 卷积神经网络

卷积神经网络是一种特殊的善于解决图像识别问题的深度神经网络。在图 2.4 中可以看到，相邻两层之间的每个结点间都有边相连，这叫做全连接网络。全连接网络最大的问题就是参数过多，导致训练效率低下，而且很可能造成过拟合。而卷积神经网络相邻两层之间只有部分结点相连。相比于全连接层，卷积神经网络的优点是极大地降低了参数的个数，并且可以很好地提高泛化能力，因为同一层共享参数。

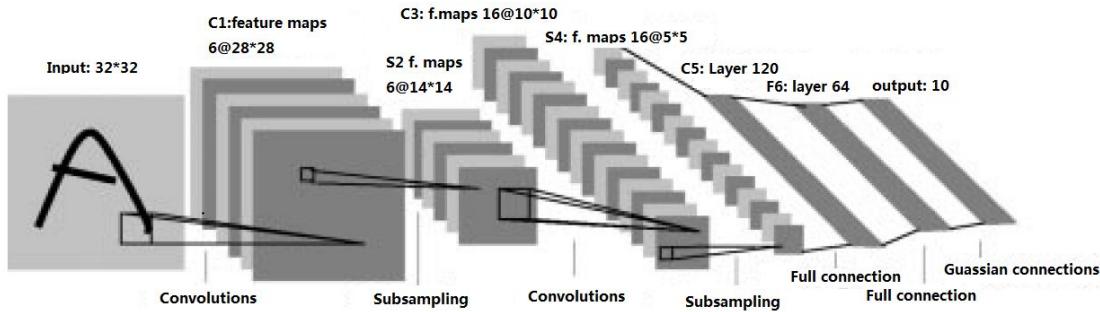


图 2.5 一个典型的卷积神经网络结构

除了结构类似外，卷积神经网络的输入输出以及训练流程与全连结神经网络也基本一致，卷积神经网络的输入层就是图像的原始像素，而输出层中的每一个节点代表了不同类别的可信度。它们唯一的不同就是相邻两层的连接方式。

2.2.4 Xception 模型

他山之石，可以攻玉。一般而言，从头开始训练一个复杂的模型是非常耗费精力的，而且由于数据量、枯燥的参数微调等原因，有可能得不到一个理想的结果。所以本项目中进行了迁移学习，也就是将别人训练好的模型直接引入，然后在此基础上进行调整。其中使用了 Xception 模型。Xception 是 Google 继 Inception 后提出的对 Inception v3 的另一种改进，主要是采用 depthwise separable convolution 来替换原来 Inception v3 中的卷积操作。

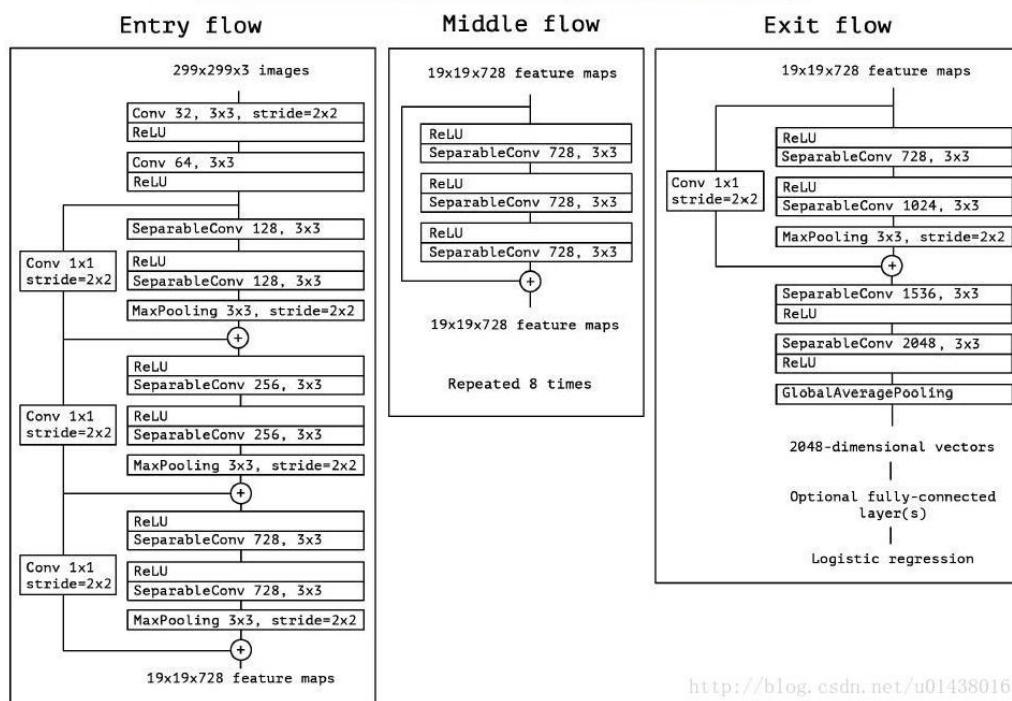


图 2.6 Xception 模型的结构图

2.3 基准测试

本项目使用了基于 Xception 模型的迁移学习。Xception 模型的权重由 ImageNet 数据集训练而成。在 ImageNet 上，该模型能够达到验证集 top1 0.790 和 top5 0.945 的正确率。

在 1.3 小节中提到，Kaggle 官方提供了一套评价标准。对于 12500 条测试数据，参赛者需要提交一个相应具有 12500 条结果的 csv 文件。此 csv 文件中的每一条记录了测试图片的编号，以及模型预测的该图片是狗的概率——1 表示是狗，0 表示是猫。然后 Kaggle 通过下面的公式来计算模型表现的好坏：

$$LogLoss = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i \log(\hat{y}_i) + (1 - y_i) \log(1 - \hat{y}_i)]$$

LogLoss 表示模型误差，值越小说明模型的误差越小，即模型越优。其中，n 是测试集中的样本总量； \hat{y}_i 是模型预测的图片是狗的概率；log 为自然对数。

目前，该比赛已经结束，总有 1314 个团队参赛，本项目的目标是进入排名的 top 10%，也就是至少进入前 131 名，LogLoss 最多在 0.06127。

三、实现方法

3.1 数据预处理

3.1.1 异常数据

在 2.1 小节中我们阐述过，我们的训练数据中包含一些异常的图片。例如：cat.6.jpg 中主题部分是人，猫只占一小部分，且不清晰；cat.724.jpg，虽然训练集将它标志为“cat”，但是里面包含了狗和猫等。但是，同时我们也发现测试数据集中也存在异常的图片，例如：7281.jpg 中主题部分是两个人，11105.jpg 中看不出有狗或者猫等。

所以我们没有清洗掉训练数据集中的异常数据，一方面是因为训练数据集中大部分数据是正常的，异常数据只是很少一部分，对模型提取猫和狗的特征影响不大；另一方面是因为最终的测试数据集中也是有异常数据的，如果我们去掉训练数据集中的异常数据，那么我们的模型就没法学习这些异常数据，也就没法针

对测试数据集中的异常数据进行准确预测。

3.1.2 预处理

由于本项目使用了基于 Xception 的迁移学习，所以应该按照 Xception 模型的要求来预处理图片。

首先是通过 OpenCV 库读取图片，然后进行裁剪，使其成为 299*299 尺寸的 RGB 图，所以最终程序中获得的图片其实是 299*299*3 的数字矩阵。

```
# 处理标准的训练数据
for i in tqdm(range(len(image_names_train))):
    image_name = image_names_train[i]
    image_path = os.path.join(data_path_train, image_name)
    image = cv2.imread(image_path)
    if image is None:
        print('Read train image failed:', image_path)
        continue
    image = cv2.resize(image, (input_shape[0], input_shape[1]))
    trains.append(image[:, :, ::-1])
    # cat: 0, dog: 1
    category = 1 if 'dog' in image_name else 0
    labels.append(category)
```

图 3.1 预处理测试数据

由于扩展的训练数据中的图片名中没有“dog”、“cat”关键字，所以只能通过种类来区分该图片属于哪个分类。这其中进行了防御性编程，因为扩展数据集中除了.jpg 图片外，还有.mat 文件，以及会出现读取图片失败的情况，这种情况下需要将读取的数据丢弃（处理标准训练数据和测试数据时也是类似）。

```
# 猫的种类
cat_types = ['Abyssinian', 'Bengal', 'Birman', 'Bombay',
             'British_Shorthair', 'Egyptian_Mau', 'Maine_Coon',
             'Persian', 'Ragdoll', 'Russian_Blue', 'Siamese', 'Sphynx']
# 处理扩展的训练数据
for i in tqdm(range(len(image_names_train_extra))):
    image_name = image_names_train_extra[i]
    image_path = os.path.join(data_path_train_extra, image_name)
    image = cv2.imread(image_path)
    if image is None:
        print('Read extra train image failed:', image_path)
        continue
    image = cv2.resize(image, (input_shape[0], input_shape[1]))
    index = len(image_names_train) + i
    trains.append(image[:, :, ::-1])

    # 获取动物的种类 (dog or cat)
    spt = image_names_train_extra[i].split('_')
    spt.pop()
    tp = '_'.join(spt)
    category = 0 if tp in cat_types else 1
    labels.append(category)
```

图 3.2 预处理扩展测试数据集

最终将训练数据集（trains）、标签集（labels）、测试集（tests）转化为 numpy 数组。

3.2 实施

本项目使用 Xception 模型，该网络已经在 ImageNet 数据集上进行了训练，因为 ImageNet 数据集包含多种“猫”类和多种“狗”类，这个模型已经能够学习与我们这个数据集相关的特征了。我们只利用 Xception 网络的卷积层部分，把全连接以上的部分去掉。然后在训练集和测试集上跑一遍模型，以得到训练集和测试集上图片的特征（即“bottleneck feature”，网络在全连接之前的最后一层激活的 feature map）记录在两个 numpy 数组里。在特征提取之前，我们运用了预训练的 Xception 模型内置的数据预处理函数——`xception.preprocess_input` 来进行处理 3.1 中得到的输入数据，以使得输入符合 Xception 模型的要求。同时，对提取出来的 bottleneck feature 进行了全局平均池化，这样做一方面是为了减少后续训练参数，提高训练效率；另一方面也可以防止过拟合。另外，由于提取完一遍特征非常耗时，而且后续没必要重复提取，所以我们将得到的两组特征保存到本地。这样后续就可以读取本地数据而不需要再一次重复提取特征了，方便了后续的模型调整和迭代。

```
x = Input(shape=input_shape)
x = Lambda(xception.preprocess_input)(x)
model = Xception(input_tensor=x, input_shape=input_shape, weights='imagenet', include_top=False, pooling='avg')
bottleneck_features_train = model.predict(trains, batch_size=128)
bottleneck_features_test = model.predict(tests, batch_size=128)

with h5py.File("bottleneck_features.h5", 'w') as h:
    h.create_dataset('trains', data=bottleneck_features_train)
    h.create_dataset('labels', data=labels)
    h.create_dataset('tests', data=bottleneck_features_test)

print('bottleneck features have been wrote to bottleneck_features.h5')
```

图 3.3 特征提取的实现

我们将训练数据集拆分为：训练集和验证集，其中验证集占比 0.2，并且随机打乱数据的顺序。

```
with h5py.File('bottleneck_features.h5', 'r') as h:
    X_train = np.array(h['trains'])
    y_train = np.array(h['labels'])
    X_test = np.array(h['tests'])

X_train, X_val, y_train, y_val = train_test_split(X_train, y_train, shuffle=True, test_size=0.2)

x = Input(shape=(X_train.shape[1],))
y = Dropout(0.3)(x)
y = Dense(1, activation='sigmoid')(y)
model = Model(x, y)

model.compile(optimizer='adadelta', loss='binary_crossentropy', metrics=['accuracy'])

print('Model ready!')
```

图 3.4 模型搭建

新模型的搭建较为简单，在得到特征向量后，直接经过一层 Dropout，然后

进行分类。由于是二分类问题，我们使用了 sigmoid 激活函数；损失函数选用 binary_crossentropy。具体的代码如图 3.4 所示。

然后，我们基于记录下来的训练集的特征向量来训练新模型。这个时候新模型的输入，也就是上面提取的训练数据集的特征，已经不是原始的图片，而是经过 Xception 模型（除了最后的全连接层，再加一个全局平均池化层）训练过得到的特征向量，该向量的第一个维度对应样本数量；第二个维度是经过全局平均池化之后的卷积核输出，对于 Xception 来说这个维度的长度是 2048。

经过训练，我们的模型最终可以在验证集上得到 0.995 左右的准确率，损失值在 0.02 以下。再经过模型和参数调优后（将在 3.3 小节具体阐述），就可以用我们的模型来对测试数据进行预测了。

3.3 改进

因为使用了基于 Xception 模型的迁移学习方法，我们构建的新模型较为简单，可调的参数较少。我们选用了 adadelta 优化器，参数皆使用默认值（默认值来源于论文，已经具有较优的表现，所以我们没有再做调整）。

3.3.1 扩展训练数据集

除了 Kaggle 官方提供的训练数据集——猫狗各 12500 张图片，我们还使用了扩展数据集。深度学习的流行，很大程度上也得益于大数据技术的发展，和计算机计算能力的提升。一般而言，深度学习的训练数据集越大，模型越可能学习到数据中存在的通用特征，模型准确率也就越高。因此除了 Kaggle 官方提供的训练数据外，我们还额外引入了牛津大学的扩展数据集——*The Oxford-IIIT Pet Dataset* 用于训练，该扩展数据中包含了 37 个品种的猫和狗共 7349 张图片，且图片质量较好，可以很好地反映猫和狗的特征。

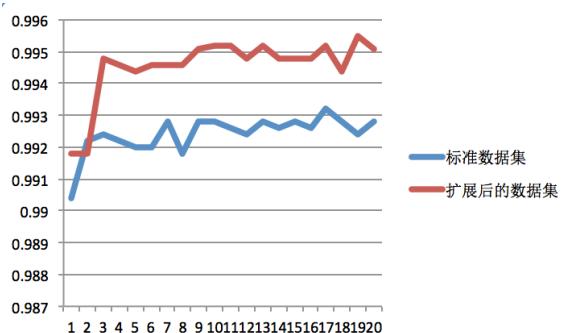


图 3.5 标准数据集和扩展数据集下验证数据集上的准确率

从图 3.5 可以看出，模型在扩展后的数据集上训练得到的准确率（这里使用了验证集的准确率）明显高于在标准数据集上得到的值。如未做特殊说明，下文中默认模型使用扩展后的训练数据集。

3.3.2 Epochs

Epochs 是训练的轮数，每一轮都会完整地训练完一遍训练集。如果 Epochs 太小，可能模型还没有充分学习好；如果 Epochs 太大，则有可能导致模型“过渡学习”了训练集，导致过拟合。所以选择一个合适的 Epochs 很重要。

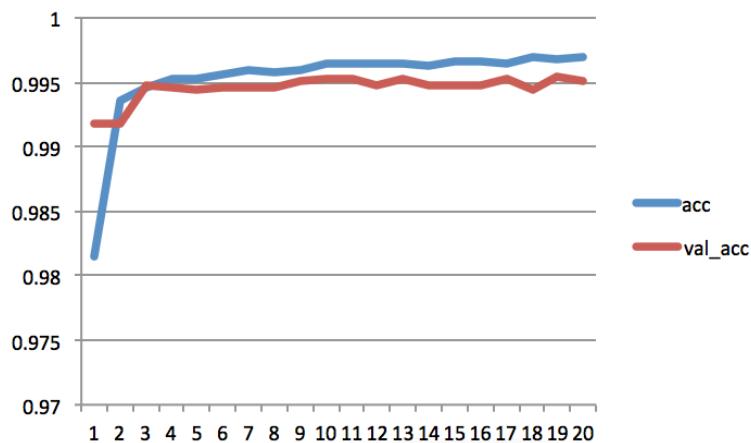


图 3.6 测试集和验证集上的准确率随 Epochs 的变化趋势

从图 3.6 可以看出在第 4 轮之后，验证集上的准确率开始逐渐趋于稳定；训练集上的准确率还在小幅提升。这里我们只参考验证集上的准确率，项目中最终选择的 Epochs 是 10，因为在 10 的时候模型的准确性比较高，也较为稳定，且是局部最优值。

3.3.3 Dropout

为了防止过拟合，我们还使用了 Dropout 层。Dropout 将在训练过程中每次更新参数时按一定概率随机断开输入神经元，因此 Dropout 层可用于防止过拟合。丢弃的概率是模型的一个重要参数，下面比较了不同丢弃概率下模型在验证数据集上的准确率。

从图 3.7 可得，随着丢弃概率的增加，训练集和验证集上的准确率呈下降趋势，其中在验证集上的变化不是特别明显。我们的项目中选取的值为 0.2，因为此时模型在验证集上的准确率较高，且是局部最优值。

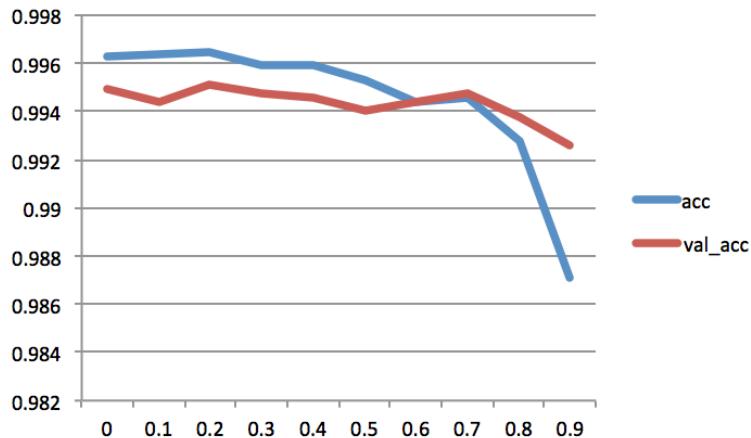


图 3.7 测试集和验证集上的准确率随 dropout 的变化趋势

四、结果

4.1 模型评估与验证

经过上面的一系列优化方法和参数调优——使用扩展数据集、Epochs 选择 10、Dropout 概率选择 0.2，最终得出的模型在训练集和验证集上的准确率如图 4.1 所示，以及损失值如下图 4.2 所示。

可以看到，最终的模型在验证集上的损失值可以达到 0.02 以下；准确率可以达到 0.995 左右。

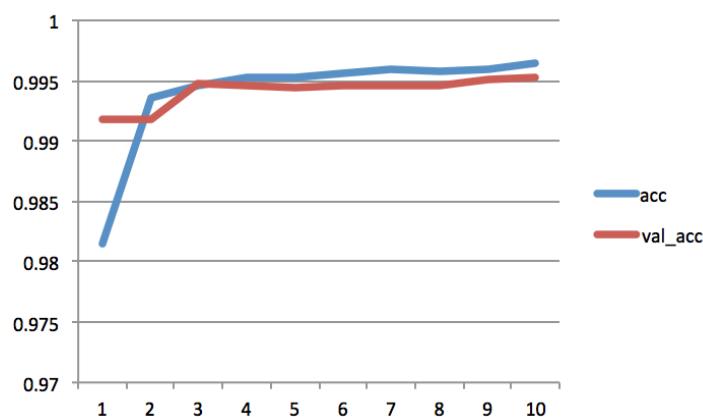


图 4.1 测试集和验证集上的准确率随 Epochs 的变化趋势

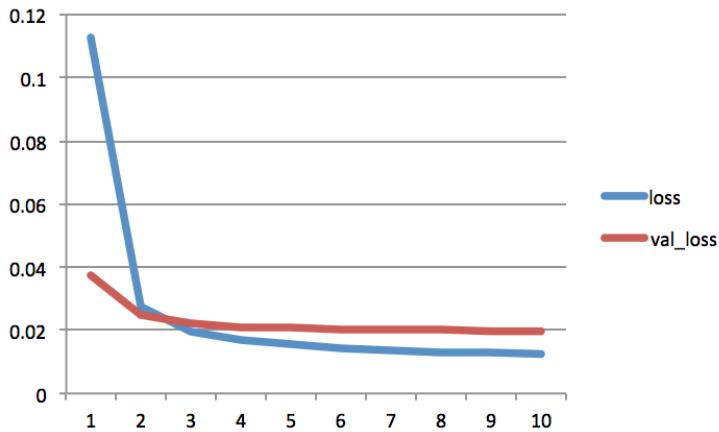


图 4.2 测试集和验证集上的损失值随 Epochs 的变化趋势

优化后的模型在测试数据集上也有很好地表现。在将预测结果提交 Kaggle 到后得分为：0.04112，可以排到第 18 名，达到了在 2.3 小节提出的基准要求。

综合以上数据可以说明，我们的模型的可以很好地解决猫狗识别的问题。

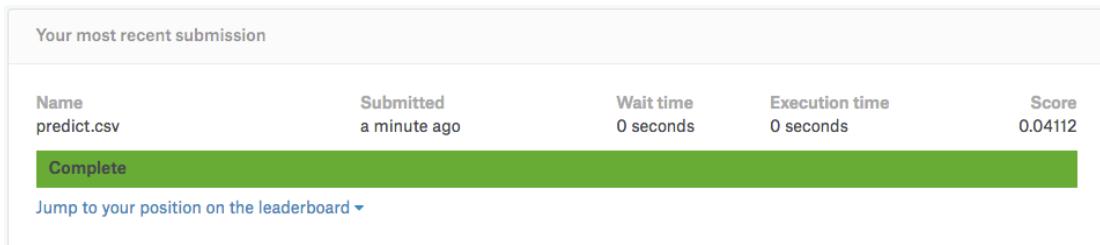


图 4.3 预测结果在 Kaggle 上的得分

4.2 结果分析



图 4.4 预测结果解释

我们随机抽取两张测试集中的图片，并通过查找最终生成的 csv 文件，图 4.4 中左侧的一张预测值是 0.995，通过人眼很好识别这是一只狗；右侧图片的预测

值是 0.005，而且容易辨识这是一只猫，皆符合预期。因为我们前面的设定就是：预测值越接近 1，说明是狗的概率越大；越接近 0，则说明是猫的概率越大。从上面结果可知，我们的模型识别准确率比较高，达到了 99.5% 以上，识别猫和狗的效果不错，已经达到了 2.3 小节中定下的最低目标。虽然我们的模型得出的结果达到了第 18 名的成绩，但是跟排行榜上的第一名（得分 0.03302）还是有一定的差距。可能是由哪些原因造成的呢？下图展现了在 12500 个测试数据上，预测是狗的概率在 0.4 ~ 0.6 之间的图片（也就是说模型不能准确判断该图片是狗 还 是 猫 ）。

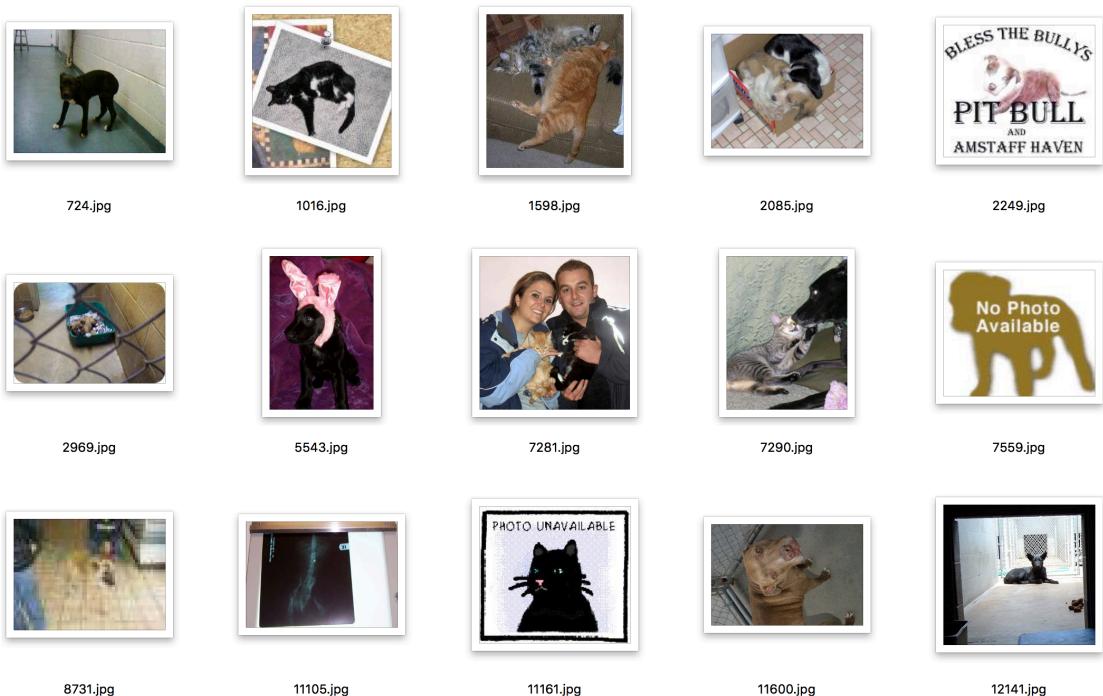


图 4.5 模型无法准确分类的图片示例

经过观察可知，模型无法分类这些图片可能有以下几种原因：

- (1) 图片本身质量太差，例如：8731.jpg 图片尺寸很小，画面很模糊，人眼也很难识别；其他的还有 7559.jpg、11105.jpg 等。
- (2) 动漫类型的图片，图片风格跟真实的照片不一样，例如：2249.jpg、11161.jpg 等。
- (3) 图片中动物所占据的区域较小，而障碍物比较大，例如：7281.jpg、2969.jpg 等。
- (4) 图片中猫或狗的品种在训练数据中没有覆盖到，例如：11600.jpg、12141.jpg。

所以模型仍然有提升的空间。

五、结论

5.1 自由形态的可视化

本项目基于卷积神经网络对图像进行识别取了不错的效果。使用了预训练的 Xception 模型进行迁移学习，只保留 Xception 的卷基层，先提取出训练数据集和测试数据集中的图片特征，为了减少训练的参数个数以及避免过拟合，还使用了全局平均池化方法。得到特征向量后，直接经过一层 Dropout，然后进行分类。实验效果良好，提交到 Kaggle 后得分是 0.04112。这其中很大一部分原因是 Xception 模型高效的网络结构，以及其预先在 ImageNet 数据集上训练过，已经能够非常好地概括图像的特征。所以我们基于 Xception 的迁移学习所得出的模型准确率比较高。

我们的模型对于测试数据集上的 12500 张图片进行了预测，并且给出了图片中是狗的概率。我们可以假设：预测值在 0.9 ~ 1.0 之间的便可以认为是狗的可能性非常大；数值在 0.0 ~ 0.1 之间的便可以认为是猫的可能性非常大；而在 0.5 左右，例如在 0.4 ~ 0.6 之间的便可以认为模型无法确切地判断是猫还是狗。我们以 0.1 为组间距，分析了落在各个区域的测试数据量，如图 5.1 所示。

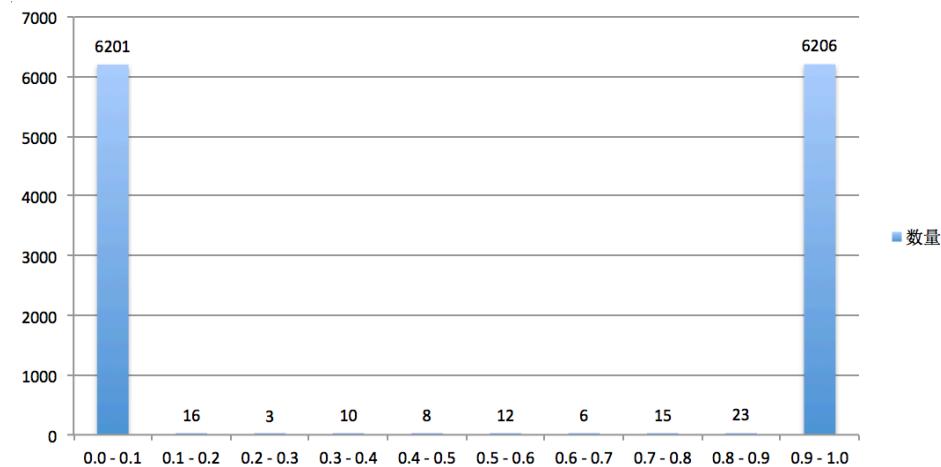


图 5.1 测试数据是狗的可能性分布情况

可以看出，绝大部分数据落在了 0.0 ~ 0.1 和 0.9 ~ 1.0 这两个区间，占比 99.256%，对于这一部分数据，模型能够比较确切地判断是猫还是狗。这也从另一方面说明我们的模型能够较好的胜任猫狗识别的任务。

5.2 思考

经过本次项目，我们总结出解决此类图像分类问题的一个可行的步骤：

- (1) 先明确问题域；
- (2) 分析已有的数据，大致勾勒出一个解决方案；
- (3) 具体实施过程中首先需要进行数据预处理；
- (4) 接着构建模型（可能还需要先进行提取特征）；
- (5) 然后进行训练，参数调优；
- (6) 得到最优化的模型后，进行预测；
- (7) 分析结果。

牛顿说：“如果说我比别人看得更远些，那是因为我站在了巨人的肩上”。这告诉我们要善于学习、利用前人的知识积累，并应用于解决自己的问题，或者在此基础上再提出新的想法。本项目使用的迁移学习方法就是一个例子：基于预训练好的 Xception 模型，来解决图像识别问题。一方面这样可以节省很多手动搭建卷积神经网络的时间，和繁琐的参数调整的时间；另一方面，Xception 的参数由大数据量的 ImageNet 数据集训练而来，所以准确率比较高。所以这种方式较适合快速地解决一些问题，或是将想法付诸实践。当然，Xception 模型和迁移学习并不是万能的，我们并不是只需要站在巨人的肩膀上发呆，我们也要发挥主观能动性来使得我们的解决方案更优。

5.3 改进

可以看到，我们的模型最终预测的得分跟 Kaggle 上的最好成绩仍有一定差距。4.2 节中也提出了一些造成这种结果的可能的原因，一个可行的解决方案是对原图片进行更多的预处理，例如随机地进行裁剪、旋转、翻转、调整饱和度等等预处理手段，还利用数据提升的方法；另一个优化方案就是对预训练的模型进行微调（fine-tune）。

另外，由于精力和能力的限制，我们并没有提供一个 APP、HTML 5 或者小程序一样的可视化、可交互的应用。后续可以考虑制作：用户通过我们的应用打开手机摄像头拍摄图像，实时传到我们的后端服务器，后端会调用我们的模型进行预测，然后将结果返回给用户。这样可以让我们的模型真正地发挥其用户价值。

六、引用文献

Simonyan K, Zisserman A. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition[J]. Computer Science, 2014.

Minsky M, Papert S. Perceptrons[J]. American Journal of Psychology, 1969, 84(3):449–452.

Zeiler M D. ADADELTA: An Adaptive Learning Rate Method[J]. Computer Science, 2012.

<http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/pets/>

Chollet F. Xception: Deep Learning with Depthwise Separable Convolutions[J]. 2016:1800-1807.

https://keras-cn-docs.readthedocs.io/zh_CN/latest/blog/image_classification_using_very_little_data/