

基本分类：对服装图像进行分类

在 Google Colab 中运行 (<https://colab.research.google.com/github/tensorflow/docs-110n/blob/master/site/zh-cn/tutorials/keras/classification.ipynb?hl=zh-cn>)

在 GitHub 上查看源代码 (<https://github.com/tensorflow/docs-110n/blob/master/site/zh-cn/tutorials/keras/classification.ipynb>)

本指南将训练一个神经网络模型，对运动鞋和衬衫等服装图像进行分类。即使您不理解所有细节也没关系；这只是对完整 TensorFlow 程序的快速概述，详细内容会在您实际操作的同时进行介绍。

本指南使用了 [tf.keras](https://tensorflow.google.cn/guide/keras?hl=zh-cn) (<https://tensorflow.google.cn/guide/keras?hl=zh-cn>)，它是 TensorFlow 中用来构建和训练模型的高级 API。

```
# TensorFlow and tf.keras
import tensorflow as tf

# Helper libraries
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

print(tf.__version__)
```

```
2023-11-08 00:31:58.058238: E external/local_xla/xla/stream_executor/cuda/cuda_dn
2023-11-08 00:31:58.058290: E external/local_xla/xla/stream_executor/cuda/cuda_ff
2023-11-08 00:31:58.059927: E external/local_xla/xla/stream_executor/cuda/cuda_b1
2.15.0-rc1
```

导入 Fashion MNIST 数据集

本指南使用 [Fashion MNIST](https://github.com/zalandoresearch/fashion-mnist) (<https://github.com/zalandoresearch/fashion-mnist>) 数据集，该数据集包含 10 个类别的 70,000 个灰度图像。这些图像以低分辨率（28x28 像素）展示了单件衣物，如下所示：

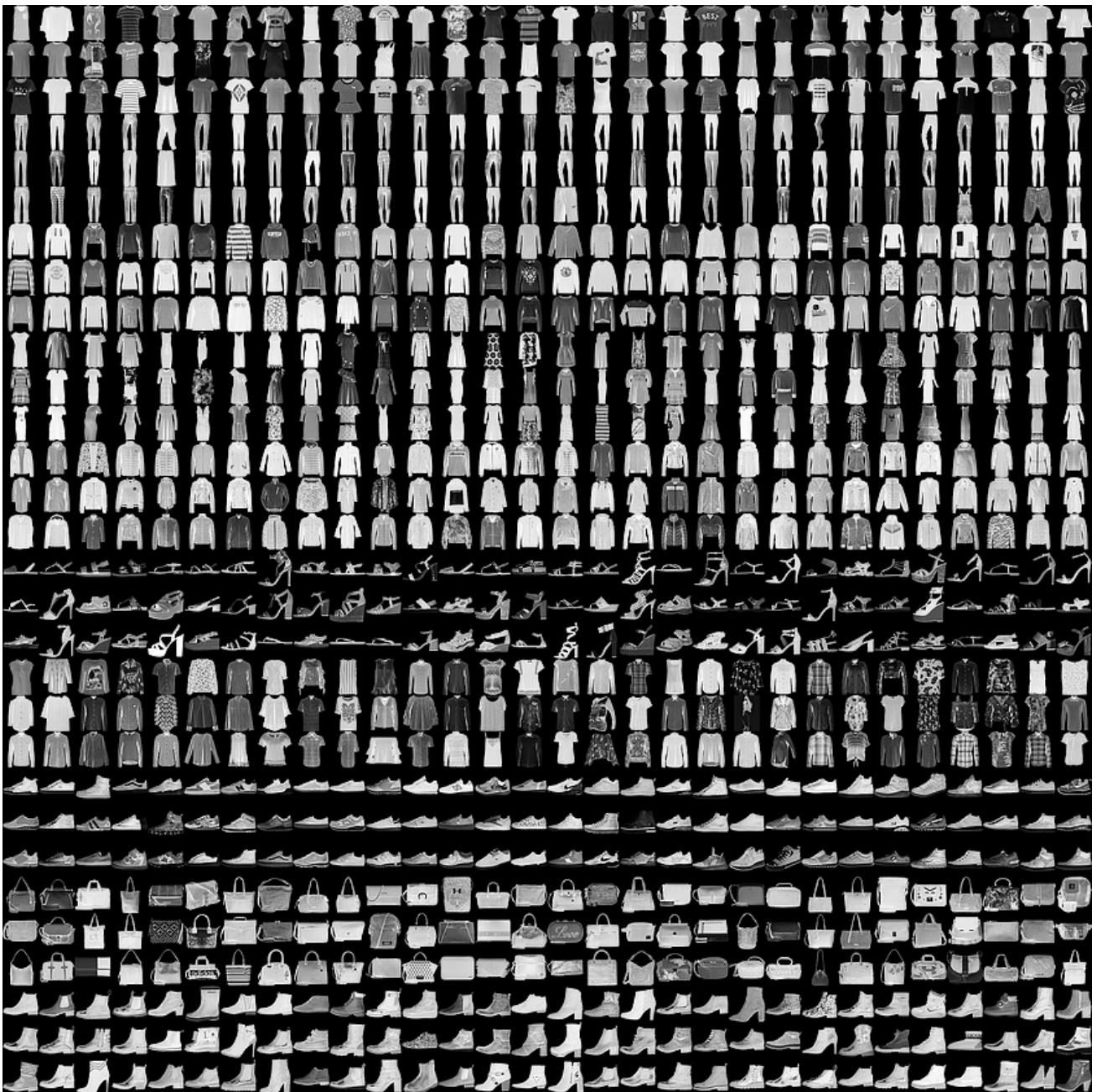


图 1. Fashion-MNIST 样本 (<https://github.com/zalandoresearch/fashion-mnist>) (由 Zalando 提供，MIT 许可)。

Fashion MNIST 旨在临时替代经典 MNIST (<http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>) 数据集，后者常被用作计算机视觉机器学习程序的“Hello, World”。MNIST 数据集包含手写数字（0、1、2 等）的图像，其格式与您将使用的衣物图像的格式相同。

本指南使用 Fashion MNIST 来实现多样化，因为它比常规 MNIST 更具挑战性。这两个数据集都相对较小，都用于验证某个算法是否按预期工作。对于代码的测试和调试，它们都是很好的起点。

在本指南中，我们使用 60,000 张图像来训练网络，使用 10,000 张图像来评估网络学习对图像进行分类的准确程度。您可以直接从 TensorFlow 中访问 Fashion MNIST。直接从

TensorFlow 中导入和加载 Fashion MNIST 数据：

```
fashion_mnist = tf.keras.datasets.fashion_mnist

(train_images, train_labels), (test_images, test_labels) = fashion_mnist.load_data()
```

加载数据集会返回四个 NumPy 数组：

- `train_images` 和 `train_labels` 数组是训练集，即模型用于学习的数据。
- 测试集、`test_images` 和 `test_labels` 数组会被用来对模型进行测试。

图像是 28x28 的 NumPy 数组，像素值介于 0 到 255 之间。标签是整数数组，介于 0 到 9 之间。这些标签对应于图像所代表的服装类：

标签	类
0	T恤/上衣
1	裤子
2	套头衫
3	连衣裙
4	外套
5	凉鞋
6	衬衫
7	运动鞋
8	包
9	短靴

每个图像都会被映射到一个标签。由于数据集不包括类名称，请将它们存储在下方，供稍后绘制图像时使用：

```
class_names = ['T-shirt/top', 'Trouser', 'Pullover', 'Dress', 'Coat',
               'Sandal', 'Shirt', 'Sneaker', 'Bag', 'Ankle boot']
```

浏览数据

在训练模型之前，我们先浏览一下数据集的格式。以下代码显示训练集中有 60,000 个图像，每个图像由 28 x 28 的像素表示：

```
train_images.shape
```

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

同样，训练集中有 60,000 个标签：

```
len(train_labels)
```

```
60000
```

每个标签都是一个 0 到 9 之间的整数：

```
train_labels
```

```
array([9, 0, 0, ..., 3, 0, 5], dtype=uint8)
```

测试集中有 10,000 个图像。同样，每个图像都由 28x28 个像素表示：

```
test_images.shape
```

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

测试集包含 10,000 个图像标签：

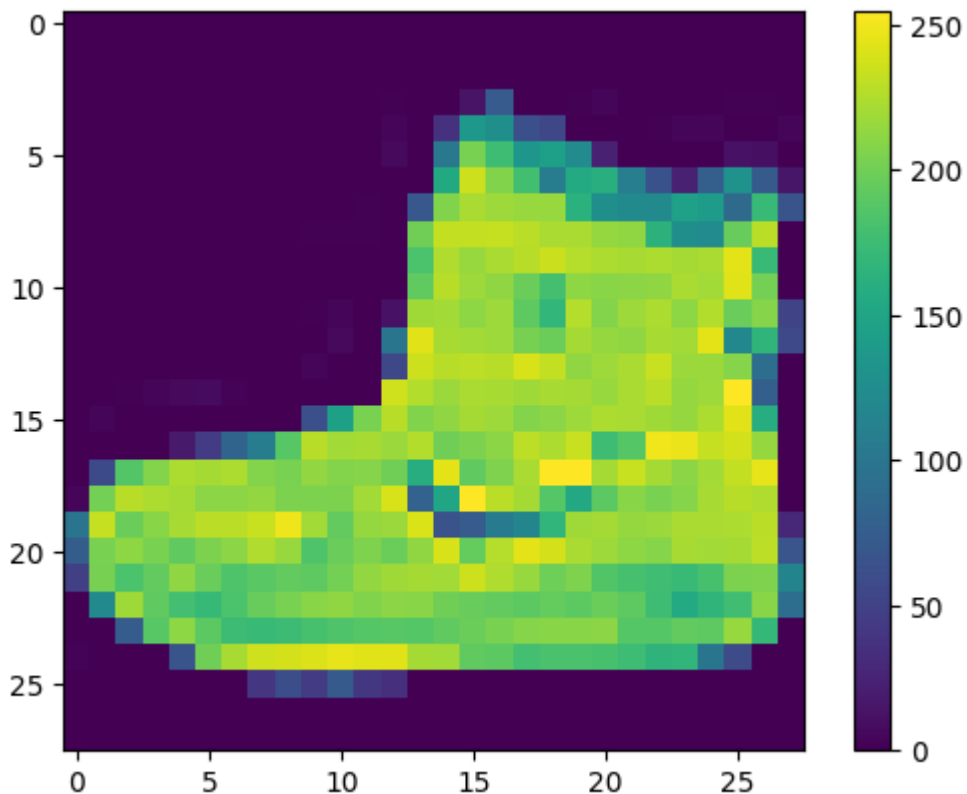
```
len(test_labels)
```

```
10000
```

预处理数据

在训练网络之前，必须对数据进行预处理。如果您检查训练集中的第一个图像，您会看到像素值处于 0 到 255 之间：

```
plt.figure()  
plt.imshow(train_images[0])  
plt.colorbar()  
plt.grid(False)  
plt.show()
```



将这些值缩小至 0 到 1 之间，然后将其馈送到神经网络模型。为此，请将这些值除以 255。请务必以相同的方式对训练集和测试集进行预处理：

```
train_images = train_images / 255.0

test_images = test_images / 255.0
```

为了验证数据的格式是否正确，以及您是否已准备好构建和训练网络，让我们显示训练集中的前 25 个图像，并在每个图像下方显示类名称。

```
plt.figure(figsize=(10,10))
for i in range(25):
    plt.subplot(5,5,i+1)
    plt.xticks([])
    plt.yticks([])
    plt.grid(False)
    plt.imshow(train_images[i], cmap=plt.cm.binary)
    plt.xlabel(class_names[train_labels[i]])
plt.show()
```



构建模型

构建神经网络需要先配置模型的层，然后再编译模型。

设置层

神经网络的基本组成部分是层。层会从向其馈送的数据中提取表示形式。希望这些表示形式有助于解决手头上的问题。

大多数深度学习都包括将简单的层链接在一起。大多数层（如 `tf.keras.layers.Dense` (https://tensorflow.google.cn/api_docs/python/tf/keras/layers/Dense?hl=zh-cn)）都具有在训练期间

才会学习的参数。

```
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(10)
])
```

该网络的第一层 `tf.keras.layers.Flatten`

(https://tensorflow.google.cn/api_docs/python/tf/keras/layers/Flatten?hl=zh-cn) 将图像格式从二维数组 (28 x 28 像素) 转换成一维数组 (28 x 28 = 784 像素)。将该层视为图像中未堆叠的像素行并将其排列起来。该层没有要学习的参数，它只会重新格式化数据。

展平像素后，网络会包括两个 `tf.keras.layers.Dense`

(https://tensorflow.google.cn/api_docs/python/tf/keras/layers/Dense?hl=zh-cn) 层的序列。它们是密集连接或全连接神经层。第一个 Dense 层有 128 个节点 (或神经元)。第二个 (也是最后一个) 层会返回一个长度为 10 的 logits 数组。每个节点都包含一个得分，用来表示当前图像属于 10 个类中的哪一类。

编译模型

在准备对模型进行训练之前，还需要再对其进行一些设置。以下内容是在模型的编译步骤中添加的：

- **损失函数** - 测量模型在训练期间的准确程度。你希望最小化此函数，以便将模型“引导”到正确的方向上。
- **优化器** - 决定模型如何根据其看到的数据和自身的损失函数进行更新。
- **指标** - 用于监控训练和测试步骤。以下示例使用了 **准确率**，即被正确分类的图像的比率。

```
model.compile(optimizer='adam',
              loss=tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True),
              metrics=['accuracy'])
```

训练模型

训练神经网络模型需要执行以下步骤：

1. 将训练数据馈送给模型。在本例中，训练数据位于 `train_images` 和 `train_labels` 数组中。
2. 模型学习将图像和标签关联起来。
3. 要求模型对测试集（在本例中为 `test_images` 数组）进行预测。
4. 验证预测是否与 `test_labels` 数组中的标签相匹配。

向模型馈送数据

要开始训练，请调用 `model.fit` 方法，这样命名是因为该方法会将模型与训练数据进行“拟合”：

```
model.fit(train_images, train_labels, epochs=10)
```

Epoch 1/10

WARNING: All log messages before `absl::InitializeLog()` is called are written to : I0000 00:00:1699403526.188243 897592 device_compiler.h:186] Compiled cluster us 1875/1875 [=====] - 5s 2ms/step - loss: 0.4970 - accura

Epoch 2/10

1875/1875 [=====] - 4s 2ms/step - loss: 0.3780 - accura

Epoch 3/10

1875/1875 [=====] - 4s 2ms/step - loss: 0.3374 - accura

Epoch 4/10

1875/1875 [=====] - 4s 2ms/step - loss: 0.3147 - accura

Epoch 5/10

1875/1875 [=====] - 4s 2ms/step - loss: 0.2957 - accura

Epoch 6/10

在模型训练期间，会显示损失和准确率指标。此模型在训练数据上的准确率达到了 0.91（或 91%）左右。

评估准确率

接下来，比较模型在测试数据集上的表现：

```
test_loss, test_acc = model.evaluate(test_images, test_labels, verbose=2)
print('\nTest accuracy:', test_acc)
```

```
313/313 - 1s - loss: 0.3330 - accuracy: 0.8824 - 654ms/epoch - 2ms/step
Test accuracy: 0.8823999762535095
```

结果表明，模型在测试数据集上的准确率略低于训练数据集。训练准确率和测试准确率之间的差距代表过拟合。过拟合是指机器学习模型在新的、以前未曾见过的输入上的表现不如在训练数据上的表现。过拟合的模型会“记住”训练数据集中的噪声和细节，从而对模型在新数据上的表现产生负面影响。有关更多信息，请参阅以下内容：

- 演示过拟合
(https://tensorflow.google.cn/tutorials/keras/overfit_and_underfit?hl=zh-cn#demonstrate_overfitting)
- 防止过拟合的策略
(https://tensorflow.google.cn/tutorials/keras/overfit_and_underfit?hl=zh-cn#strategies_to_prevent_overfitting)

进行预测

模型经过训练后，您可以使用它对一些图像进行预测。附加一个 Softmax 层，将模型的线性输出 logits (<https://developers.google.cn/machine-learning/glossary?hl=zh-cn#logits>) 转换成更容易理解的概率。

```
probability_model = tf.keras.Sequential([model,
                                         tf.keras.layers.Softmax()])
```

```
predictions = probability_model.predict(test_images)
```

```
313/313 [=====] - 1s 1ms/step
```

在上例中，模型预测了测试集中每个图像的标签。我们来看看第一个预测结果：

```
predictions[0]
```

```
array([1.46038394e-06, 1.75599275e-11, 1.09122176e-07, 5.28692201e-10,  
       5.17602139e-09, 1.99839560e-04, 7.88855459e-07, 1.64548866e-03,  
       5.95367396e-07, 9.98151720e-01], dtype=float32)
```

预测结果是一个包含 10 个数字的数组。它们代表模型对 10 种不同服装中每种服装的“置信度”。您可以看到哪个标签的置信度值最大：

```
np.argmax(predictions[0])
```

```
9
```

因此，该模型非常确信这个图像是短靴，或 `class_names[9]`。通过检查测试标签发现这个分类是正确的：

```
test_labels[0]
```

```
9
```

您可以将其绘制成图表，看看模型对于全部 10 个类的预测。

```
def plot_image(i, predictions_array, true_label, img):  
    true_label, img = true_label[i], img[i]  
    plt.grid(False)  
    plt.xticks([])  
    plt.yticks([])  
  
    plt.imshow(img, cmap=plt.cm.binary)
```

```

predicted_label = np.argmax(predictions_array)
if predicted_label == true_label:
    color = 'blue'
else:
    color = 'red'

plt.xlabel("{} {:.2f}% ({}).format(class_names[predicted_label],
                                   100*np.max(predictions_array),
                                   class_names[true_label]),
           color=color)

def plot_value_array(i, predictions_array, true_label):
    true_label = true_label[i]
    plt.grid(False)
    plt.xticks(range(10))
    plt.yticks([])
    thisplot = plt.bar(range(10), predictions_array, color="#777777")
    plt.ylim([0, 1])
    predicted_label = np.argmax(predictions_array)

    thisplot[predicted_label].set_color('red')
    thisplot[true_label].set_color('blue')

```

验证预测结果

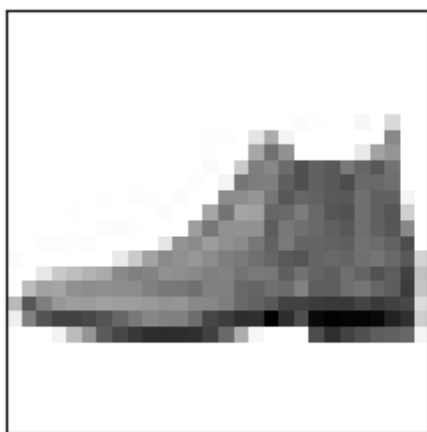
在模型经过训练后，您可以使用它对一些图像进行预测。

我们来看看第 0 个图像、预测结果和预测数组。正确的预测标签为蓝色，错误的预测标签为红色。数字表示预测标签的百分比（总计为 100）。

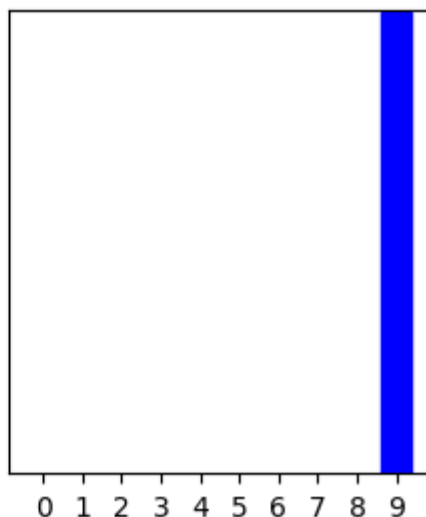
```

i = 0
plt.figure(figsize=(6,3))
plt.subplot(1,2,1)
plot_image(i, predictions[i], test_labels, test_images)
plt.subplot(1,2,2)
plot_value_array(i, predictions[i], test_labels)
plt.show()

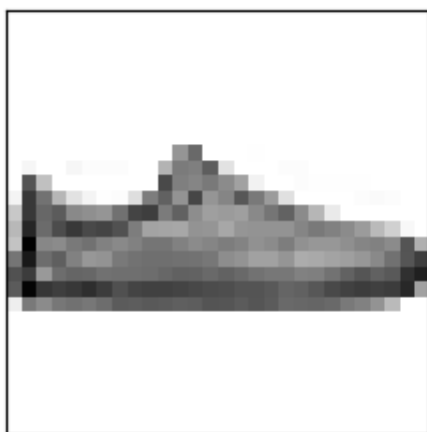
```



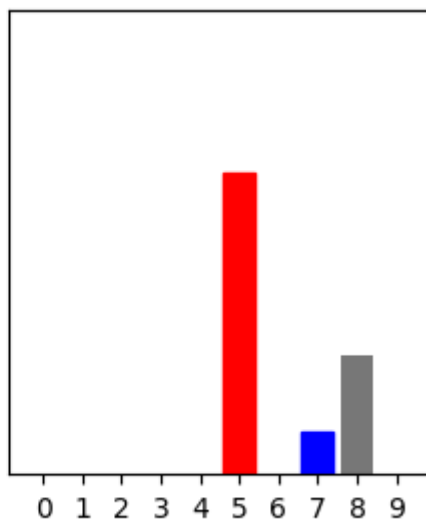
Ankle boot 100% (Ankle boot)



```
i = 12
plt.figure(figsize=(6,3))
plt.subplot(1,2,1)
plot_image(i, predictions[i], test_labels, test_images)
plt.subplot(1,2,2)
plot_value_array(i, predictions[i], test_labels)
plt.show()
```



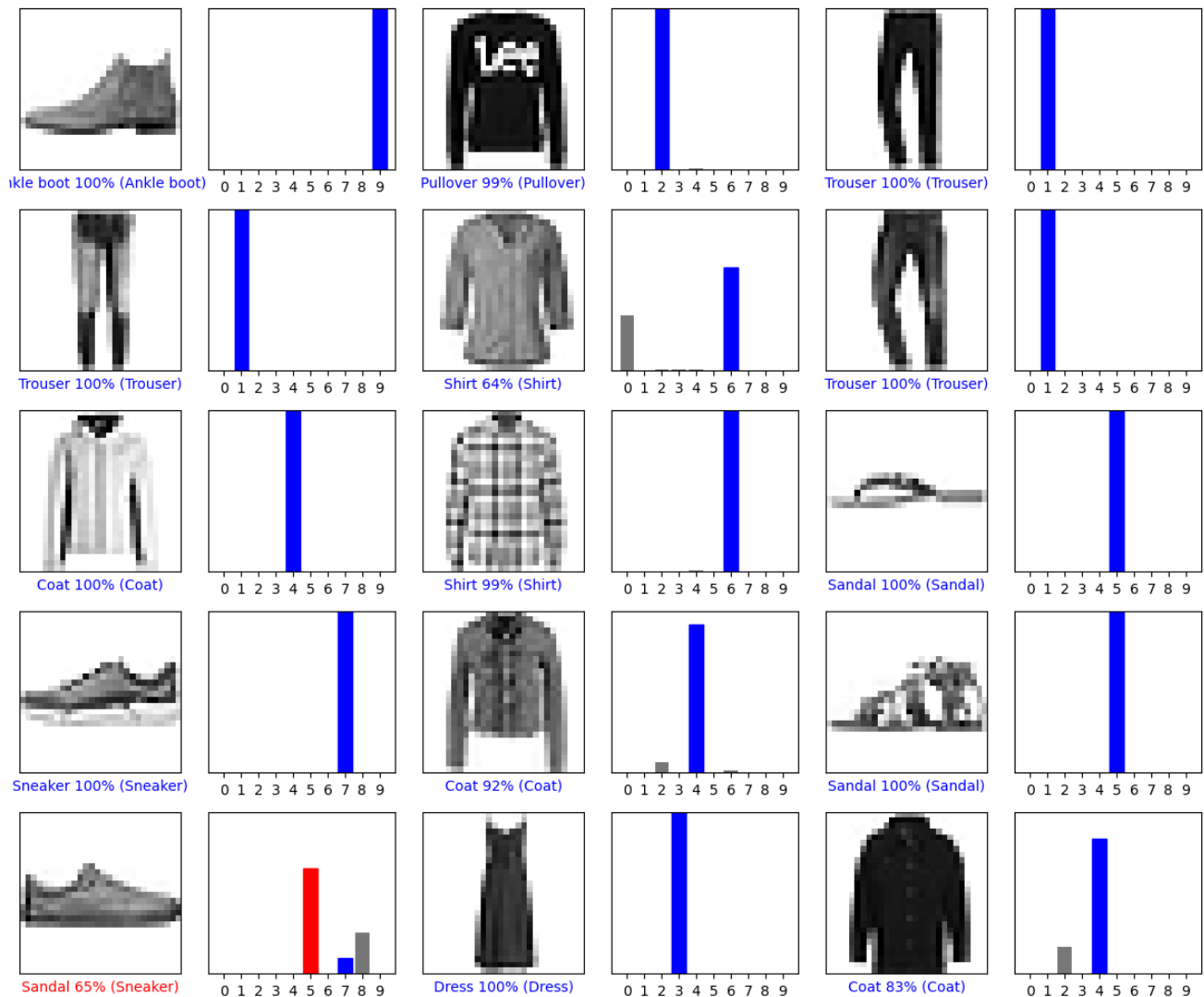
Sandal 65% (Sneaker)



让我们用模型的预测绘制几张图像。请注意，即使置信度很高，模型也可能出错。

```
# Plot the first X test images, their predicted labels, and the true labels.
# Color correct predictions in blue and incorrect predictions in red.
num_rows = 5
num_cols = 3
num_images = num_rows*num_cols
```

```
plt.figure(figsize=(2*2*num_cols, 2*num_rows))
for i in range(num_images):
    plt.subplot(num_rows, 2*num_cols, 2*i+1)
    plot_image(i, predictions[i], test_labels, test_images)
    plt.subplot(num_rows, 2*num_cols, 2*i+2)
    plot_value_array(i, predictions[i], test_labels)
plt.tight_layout()
plt.show()
```



使用训练好的模型

最后，使用训练好的模型对单个图像进行预测。

```
# Grab an image from the test dataset.
img = test_images[1]
```

```
print(img.shape)
```

```
(28, 28)
```

`tf.keras` (https://tensorflow.google.cn/api_docs/python/tf/keras?hl=zh-cn) 模型经过了优化，可同时对一个批或一组样本进行预测。因此，即便您只使用一个图像，您也需要将其添加到列表中：

```
# Add the image to a batch where it's the only member.
img = (np.expand_dims(img,0))

print(img.shape)
```

```
(1, 28, 28)
```

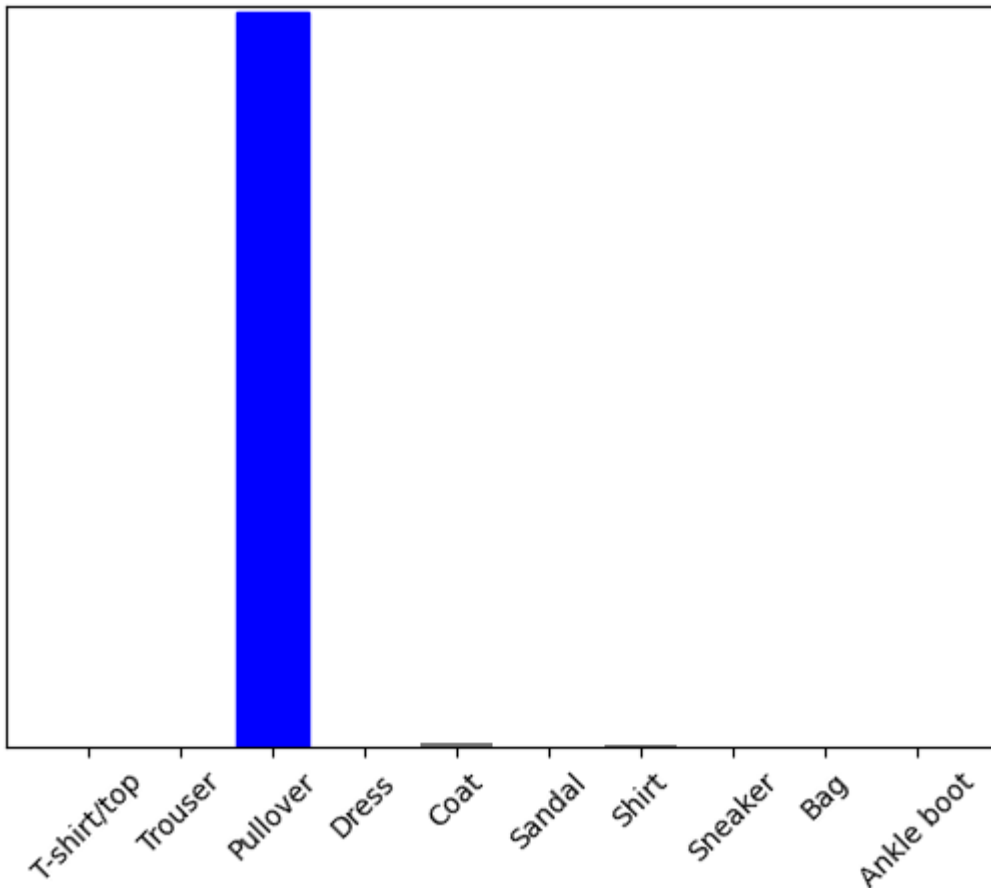
现在预测这个图像的正确标签：

```
predictions_single = probability_model.predict(img)

print(predictions_single)
```

```
1/1 [=====] - 0s 48ms/step
[[1.8946848e-05 8.3171351e-16 9.9309057e-01 8.6931016e-13 5.6834291e-03
 8.8734559e-13 1.2070854e-03 1.5665156e-16 1.2896362e-11 6.2792527e-16]]
```

```
plot_value_array(1, predictions_single[0], test_labels)
_ = plt.xticks(range(10), class_names, rotation=45)
plt.show()
```

keras.Model.predict

(https://tensorflow.google.cn/api_docs/python/tf/keras/Model?hl=zh-cn#predict) 会返回一组列表，每个列表对应一批数据中的每个图像。在批次中获取对我们（唯一）图像的预测：

```
np.argmax(predictions_single[0])
```

2

该模型会按照预期预测标签。

```
# MIT License
#
# Copyright (c) 2017 François Chollet
#
# Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a
# copy of this software and associated documentation files (the "Software"),
# to deal in the Software without restriction, including without limitation
```

```
# the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense,  
# and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the  
# Software is furnished to do so, subject to the following conditions:  
#  
# The above copyright notice and this permission notice shall be included in  
# all copies or substantial portions of the Software.  
#  
# THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR  
# IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,  
# FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL  
# THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER  
# LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING  
# FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER  
# DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

如未另行说明，那么本页面中的内容已根据[知识共享署名 4.0 许可](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)获得了许可，并且代码示例已根据 [Apache 2.0 许可](https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0)

(<https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>)获得了许可。有关详情，请参阅 [Google 开发者网站政策](https://developers.google.cn/site-policies?hl=zh-cn)

(<https://developers.google.cn/site-policies?hl=zh-cn>)。Java 是 Oracle 和/或其关联公司的注册商标。

最后更新时间 (UTC)：2024-01-11。