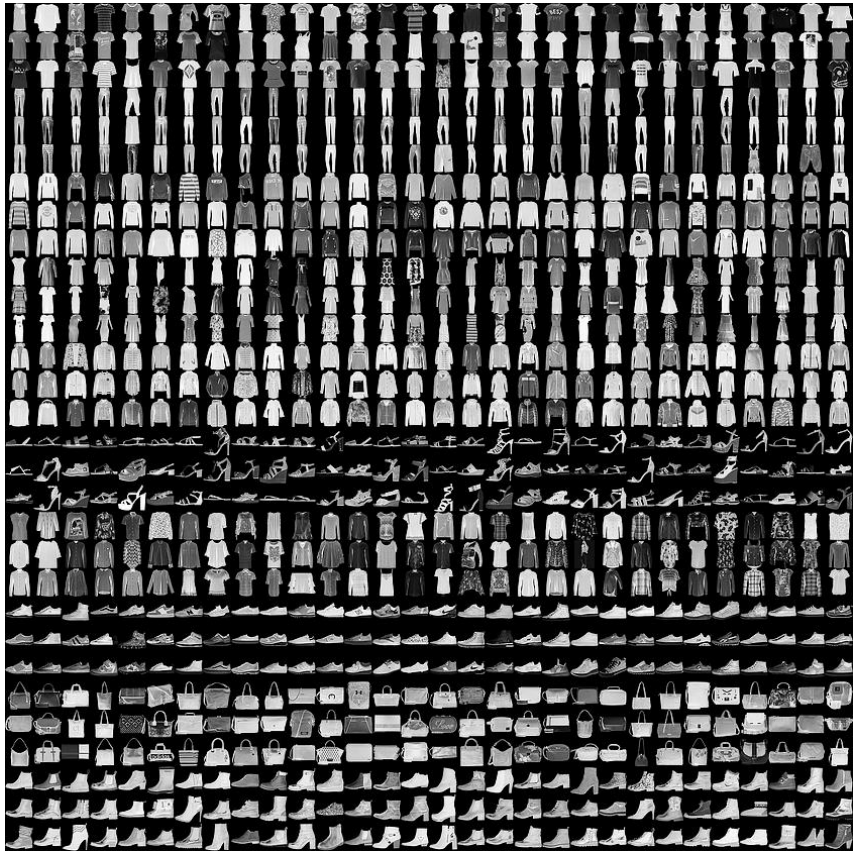
MNIST 패션 실행

패션 MNIST 데이터셋

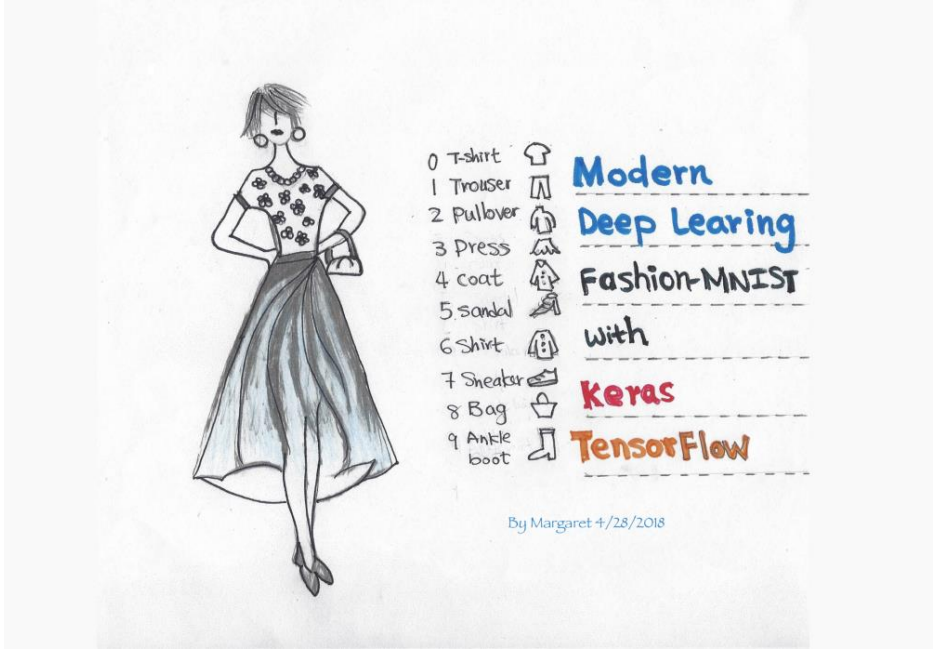
- **티셔츠, 부츠 등 패션의 10 개 분류**
  - 손글씨와 구조는 비슷
    - **60000, 10000개, 28 X 28 이미지 구조, 10개의 분류**



레이블	클래스
0	T-shirt/top
1	Trouser
2	Pullover
3	Dress
4	Coat
5	Sandal
6	Shirt
7	Sneaker
8	Bag
9	Ankle boot

Fashion-MNIST 데이터 저장

- 미리 섞여진 fashoin-mnist의 학습 데이터와 테스트 데이터 로드




```
# 필요 모듈 임포트
# tensorflow와 tf.keras를 임포트합니다
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras

# ① 문제와 정답 데이터 지정
fashion_mnist = keras.datasets.fashion_mnist
(train_images, train_labels), (test_images, test_labels) =
fashion_mnist.load_data()
# 10 개의 분류 이름 지정
class_names = ['T-shirt/top', 'Trouser', 'Pullover', 'Dress', 'Coat',
               'Sandal', 'Shirt', 'Sneaker', 'Bag', 'Ankle boot']

# 데이터 전처리
# 샘플 값을 정수(0~255)에서 부동소수(0~1)로 변환
train_images, test_images = train_images / 255.0, test_images / 255.0
```

모델 구성

- 3개의 은닉층 구성

```
Model: "sequential"
_________________________________________________________________
Layer (type)                 Output Shape              Param #
=================================================================
flatten (Flatten)            (None, 784)               0
_________________________________________________________________
dense (Dense)                (None, 512)               401920
_________________________________________________________________
dense_1 (Dense)              (None, 256)               131328
_________________________________________________________________
dense_2 (Dense)              (None, 128)               32896
_________________________________________________________________
dense_3 (Dense)              (None, 10)                1290
=================================================================
Total params: 567,434
Trainable params: 567,434
Non-trainable params: 0
_________________________________________________________________
Train on 60000 samples
```

```
# ② 모델 구성(생성)
model = keras.Sequential([
    keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    keras.layers.Dense(512, activation='relu'),
    keras.layers.Dense(256, activation='relu'),
    keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    keras.layers.Dense(10, activation='softmax')
])

# ③ 학습에 필요한 최적화 방법과 손실 함수 등 지정
# 훈련에 사용할 옵티마이저(optimizer)와 손실 함수, 출력정보를 선택
model.compile(optimizer='adam',
              loss='sparse_categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

model.summary()
```

학습과 평가

- **8회 학습**

```
# ④ 생성된 모델로 훈련 데이터 학습
# 모델을 훈련 데이터로 총 5번 훈련
model.fit(train_images, train_labels, epochs=8)

# ⑤ 테스트 데이터로 성능 평가
test_loss, test_acc = model.evaluate(test_images,  test_labels, verbose=2)
print('\n테스트 정확도:', test_acc)
```

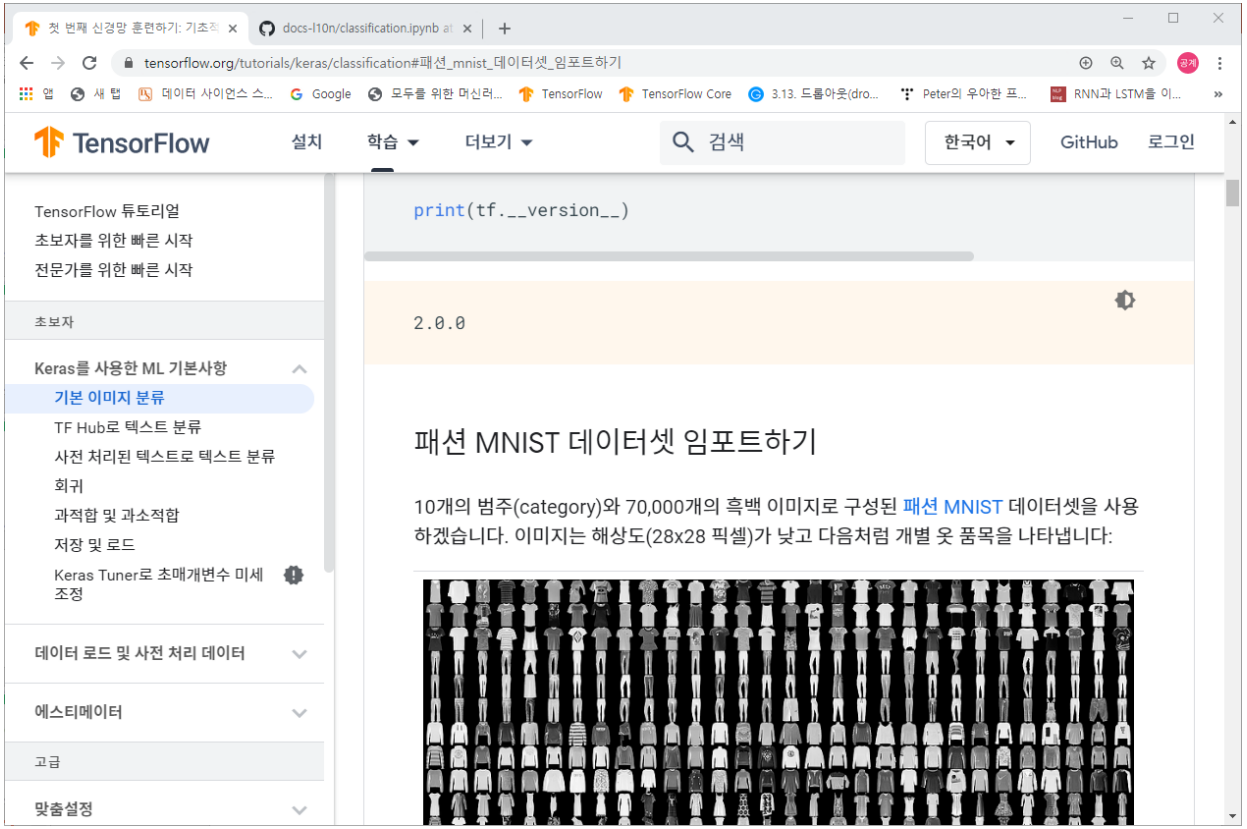
```
Train on 60000 samples
Epoch 1/8
60000/60000 [==============================] - 5s 85us/sample - loss: 0.4725 - accuracy: 0.8293
Epoch 2/8
60000/60000 [==============================] - 5s 75us/sample - loss: 0.3603 - accuracy: 0.8669
Epoch 3/8
60000/60000 [==============================] - 5s 76us/sample - loss: 0.3243 - accuracy: 0.8798
Epoch 4/8
60000/60000 [==============================] - 5s 75us/sample - loss: 0.2994 - accuracy: 0.8888
Epoch 5/8
60000/60000 [==============================] - 5s 76us/sample - loss: 0.2831 - accuracy: 0.8931
Epoch 6/8
60000/60000 [==============================] - 5s 75us/sample - loss: 0.2676 - accuracy: 0.8986
Epoch 7/8
60000/60000 [==============================] - 5s 75us/sample - loss: 0.2554 - accuracy: 0.9028
Epoch 8/8
60000/60000 [==============================] - 5s 76us/sample - loss: 0.2450 - accuracy: 0.9069

테스트 정확도: 0.8846
```

MNIST 패션 이해를 위한 다양한 구현

텐서플로 튜토리얼

- **메뉴**
  - 초보자 | 기본 이미지 분류

https://www.tensorflow.org/tutorials/keras/classification



파일

- **fashion_MNIST_vis.ipynb**

훈련과 테스트 데이터 이해

- **shape**

In [1]:
```
# tensorflow와 tf.keras를 임포트합니다
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras

# 헬퍼(helper) 라이브러리를 임포트합니다
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

print(tf.__version__)
```

```
2.0.0
```

In [2]:
```
fashion_mnist = keras.datasets.fashion_mnist
(train_images, train_labels), (test_images, test_labels) = fashion_mnist.load_data()
```

In [3]:
```
train_images.shape, test_images.shape
```

Out[3]:
```
((60000, 28, 28), (10000, 28, 28))
```

In [4]:
```
train_labels.shape, test_labels.shape
```

Out[4]:
```
((60000,), (10000,))
```

패션의 종류인 10 개 분류와 그리기

In [5]:
```
class_names = ['T-shirt/top', 'Trouser', 'Pullover', 'Dress', 'Coat',
               'Sandal', 'Shirt', 'Sneaker', 'Bag', 'Ankle boot']
class_names
```

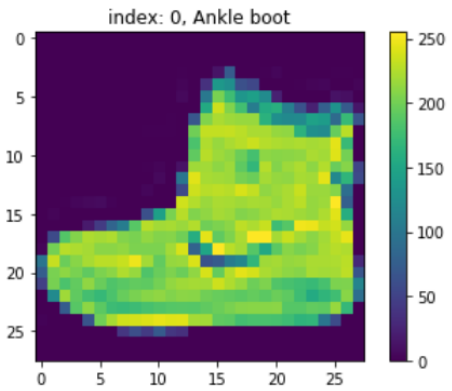
Out[5]:
```
['T-shirt/top',
 'Trouser',
 'Pullover',
 'Dress',
 'Coat',
 'Sandal',
 'Shirt',
 'Sneaker',
 'Bag',
 'Ankle boot']
```

In [6]:
```
print(train_labels[0])
print(class_names[train_labels[0]])
```

```
9
Ankle boot
```

정답을 실제 이름으로 출력

In [7]:
```
# 첫번째 훈련 데이터 그림
plt.figure()
plt.imshow(train_images[0])
plt.title('index: 0, ' + class_names[train_labels[0]])
plt.colorbar()
#plt.grid(False)
plt.show()
```

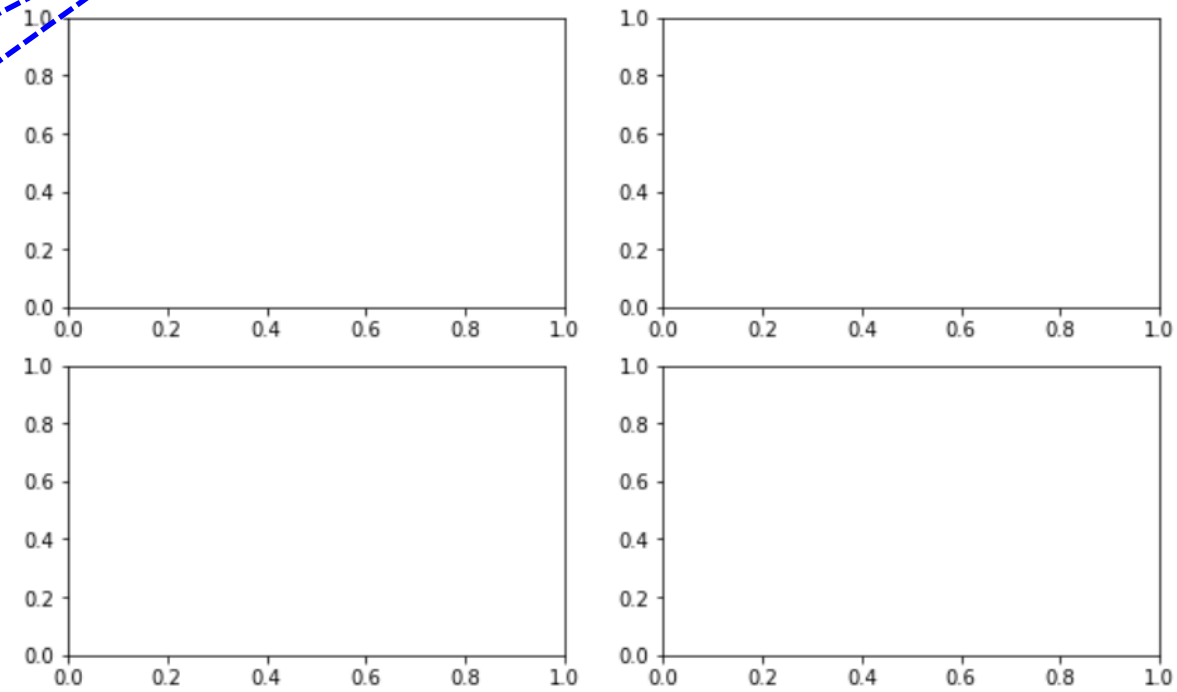


Matplotlib

- **subplot**

In [36]:
```
1  plt.figure(figsize = (10, 6))
2
3  plt.subplot(2, 2, 1)
4  plt.subplot(2, 2, 2)
5  plt.subplot(2, 2, 3)
6  plt.subplot(2, 2, 4)
7
8  plt.show()
```

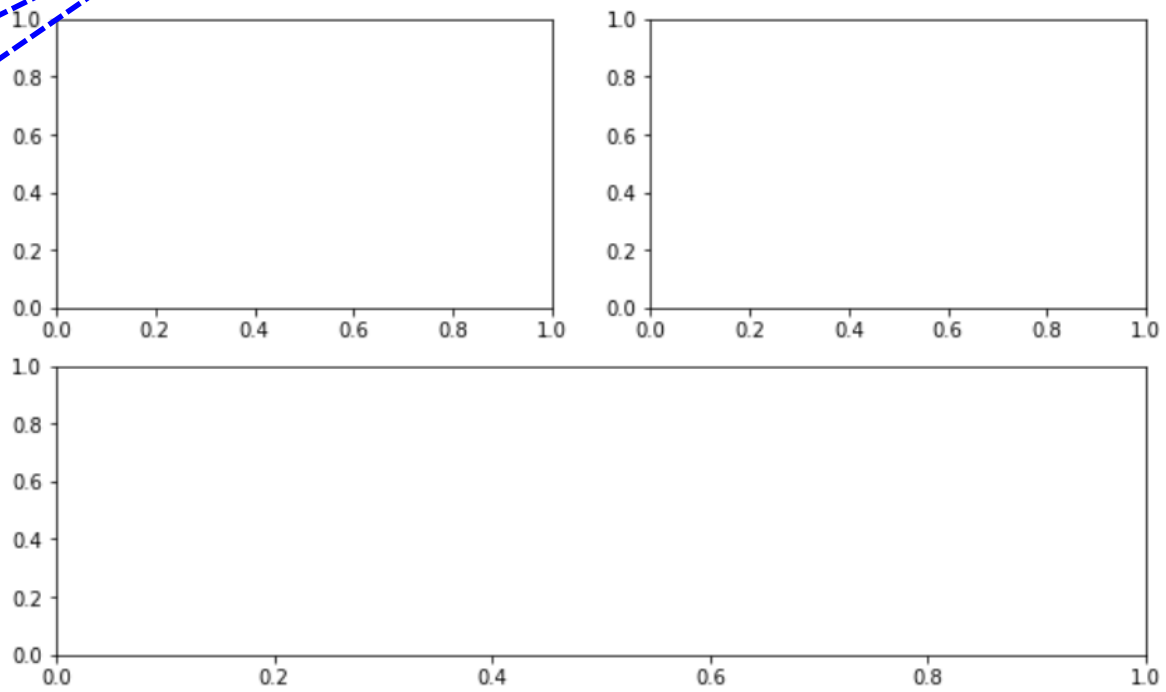
행, 열, 순번(1번부터 ...)



Matplotlib

- **subplot**

In [42]:
```
plt.figure(figsize = (10, 6))

plt.subplot(2, 2, 1)
plt.subplot(2, 2, 2)
#2행 1열로 잡은 공간에 2번째로 지정하게 되면서 위 그림 상 밑에 긴 plot 공간이 잡힘
plt.subplot(2, 1, 2)

plt.show()
```



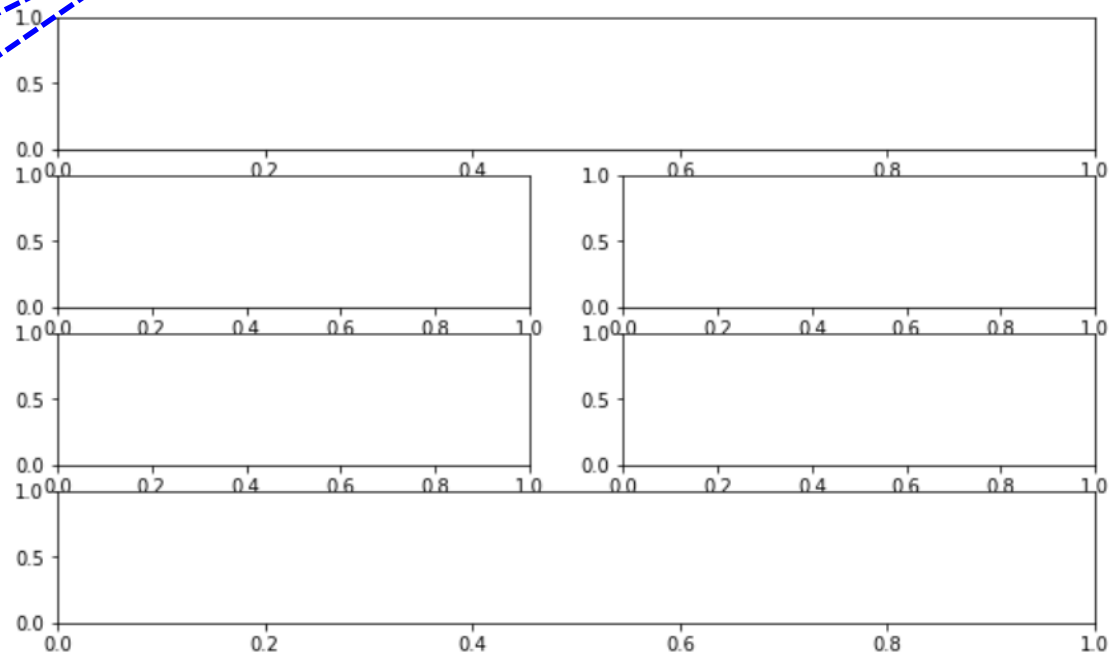
2행 1열 상태에서 2번
(그러므로 2행의 전체)

Matplotlib

- **subplot**

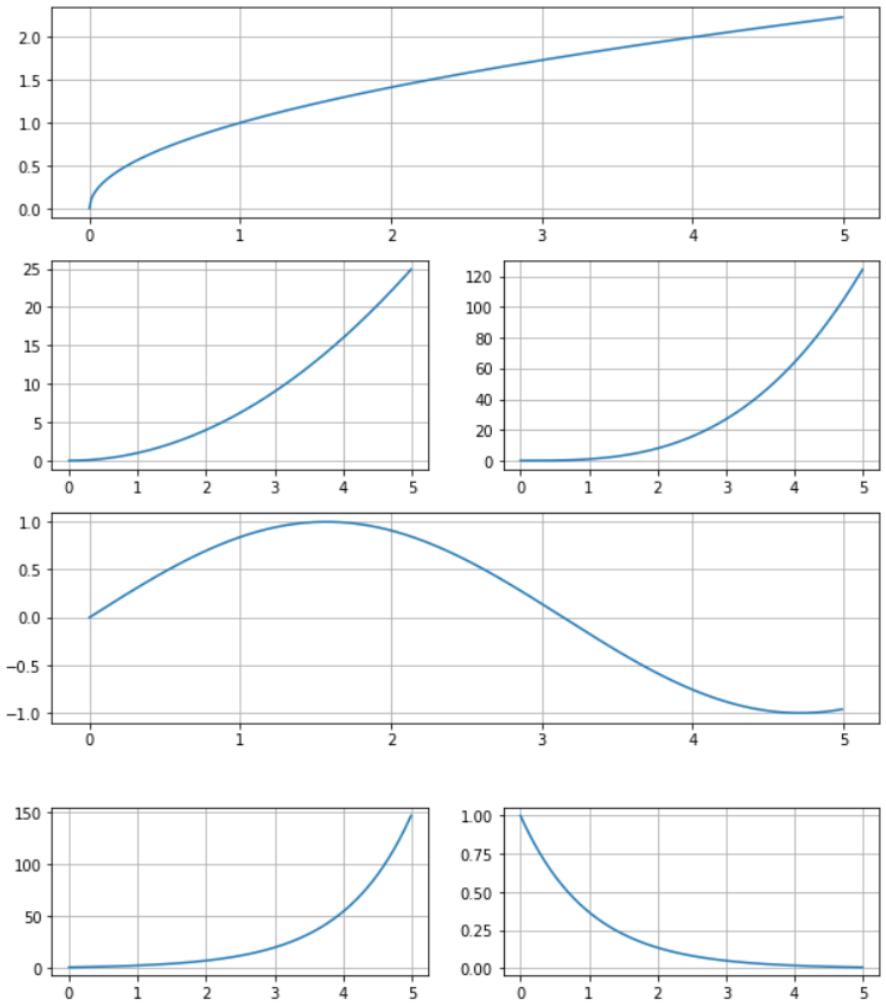
In [44]:
```
1  plt.figure(figsize = (10, 6))
2
3  plt.subplot(411)
4  plt.subplot(423)
5  plt.subplot(424)
6  plt.subplot(425)
7  plt.subplot(426)
8  #plt.subplot(413)
9  plt.subplot(414)
10
11 plt.show()
```

4행 1열 상태에서 4번
(그러므로 4행의 전체)



subplot() 그리기

```
import numpy as np

x = np.arange(0, 5, 0.01)

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

plt.subplot(411)
plt.plot(x, np.sqrt(x))
plt.grid()

plt.subplot(423)
plt.plot(x, x**2)
plt.grid()

plt.subplot(424)
plt.plot(x, x**3)
plt.grid()

plt.subplot(413)
plt.plot(x, np.sin(x))
plt.grid()

plt.subplot(414)
plt.plot(x, np.cos(x))
plt.grid()

plt.subplot(529)
plt.plot(x, np.exp(x))
plt.grid()

plt.subplot(5, 2, 10)
plt.plot(x, np.exp(-x))
plt.grid()

plt.show()
```



훈련 자료 첫 30개 그려 보기

In [31]:

```
# 첫 30개의 훈련용 자료를 그려 보자.
plt.figure(figsize = (12, 10))
for i in range(30):
    plt.subplot(5, 6, i+1)
    plt.xticks([])
    plt.yticks([])
    plt.imshow(train_images[i], cmap = plt.cm.binary)
    plt.xlabel(class_names[train_labels[i]])
plt.show()
```

랜덤하게 30개의 훈련용 자료 그리기

In [48]:

```
# 랜덤하게 30개의 훈련용 자료를 그려 보자.
from random import sample

rows, cols = 5, 6 #출력 가로 세로 수
idx = sorted(sample(range(len(train_images)), rows * cols)) # 출력할 첨자 선정
print(idx)

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

for i in idx:
    cnt += 1
    plt.subplot(rows, cols, cnt)
    tmp = str(i) + ' ' + str(class_names[train_labels[i]])
    plt.title(tmp)
    plt.xticks([])
    plt.yticks([])
    plt.imshow(train_images[i], cmap='Greys')

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

[5975, 7555, 8044, 11865, 14152, 16391, 17566, 19044, 20387, 20632, 22648, 23502, 24881, 30100, 34190, 36927, 38024, 39446, 42394, 43260, 45729, 46799, 51879, 52137, 52883, 54149, 57035, 57203, 57207, 59311]

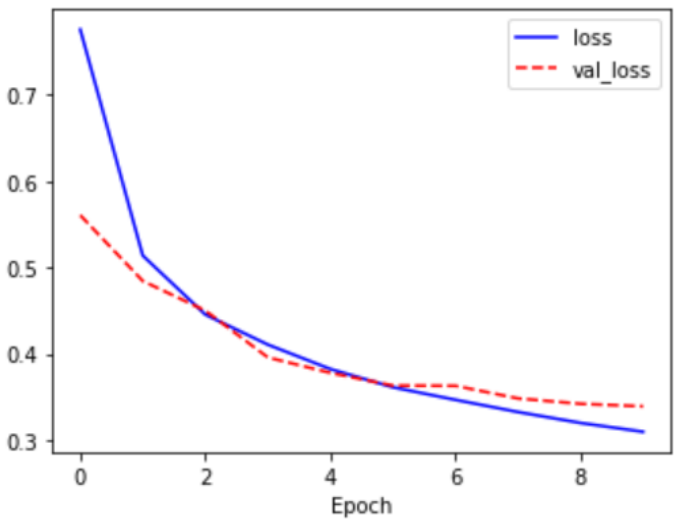
훈련과 테스트

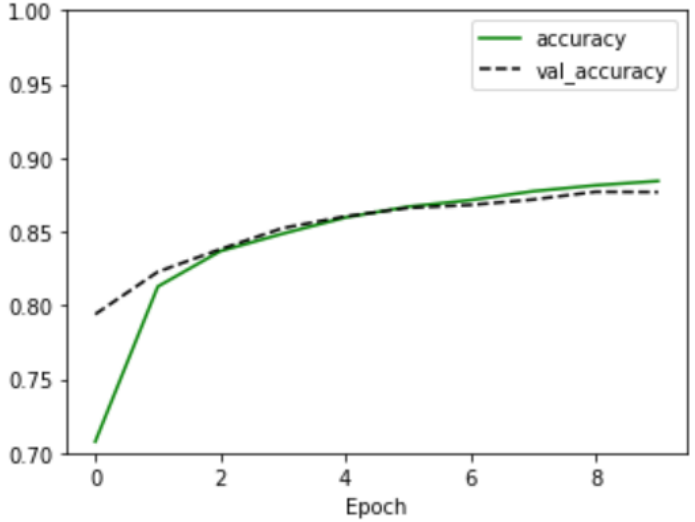
```
train_images, test_images = train_images / 255.0, test_images / 255.0

model = keras.Sequential([
    keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    keras.layers.Dense(512, activation='relu'),
    keras.layers.Dense(256, activation='relu'),
    keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    keras.layers.Dense(10, activation='softmax')
])

model.compile(optimizer='adam',
              loss='sparse_categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

history = model.fit(train_images, train_labels, epochs = 10, validation_split=0.2)

test_loss, test_acc = model.evaluate(test_images,  test_labels, verbose = 3)
print('\n테스트 정확도:', test_acc)
```

```
Epoch 7/10
1875/1875 [==============================] - 11s 6ms/step - loss: 0.2559 - accuracy: 0.9032
Epoch 8/10
1875/1875 [==============================] - 11s 6ms/step - loss: 0.2449 - accuracy: 0.9067
Epoch 9/10
1875/1875 [==============================] - 11s 6ms/step - loss: 0.2354 - accuracy: 0.9111
Epoch 10/10
1875/1875 [==============================] - 11s 6ms/step - loss: 0.2262 - accuracy: 0.9140

테스트 정확도: 0.8895999789237976
```

학습 과정 시각화

```
# Fashion MNIST 분류 모델 학습 결과 시각화
import matplotlib.pyplot as plt
plt.figure(figsize=(12, 4))

plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(history.history['loss'], 'b-', label='loss')
plt.plot(history.history['val_loss'], 'r--', label='val_loss')
plt.xlabel('Epoch')
plt.legend()

plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(history.history['accuracy'], 'g-', label='accuracy')
plt.plot(history.history['val_accuracy'], 'k--', label='val_accuracy')
plt.xlabel('Epoch')
plt.ylim(0.7, 1)
plt.legend()

plt.show()
```



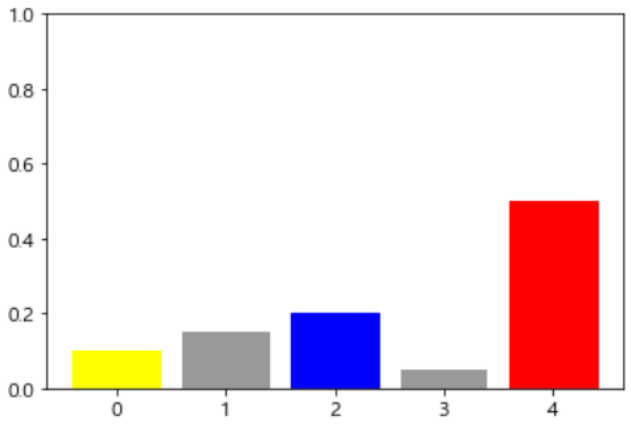


막대 그래프

- **plt.bar**

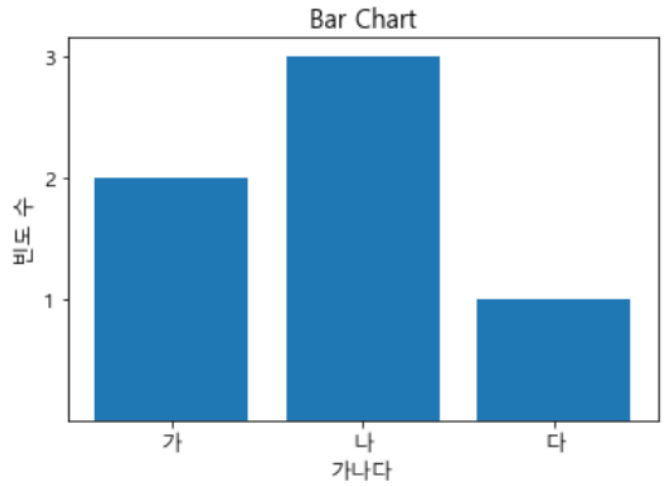
In [65]:

```
predictions_array = [.1, .15, .2, .05, .5]
predicted_label = np.argmax(predictions_array) # 4
true_label = 2;

# 막대 그래프 그리기 (x, y, 막대 색상)
thisplot = plt.bar(range(5), predictions_array, color="#999999")
# 부분 막대의 색상 수정
thisplot[0].set_color('yellow')
thisplot[predicted_label].set_color('red')
thisplot[true_label].set_color('blue')

plt.ylim([0, 1])
plt.show()
```



In [58]:

```
import matplotlib as mpl
import matplotlib.pylab as plt

#한글 처리
plt.rcParams['font.family'] = "Malgun Gothic"
plt.rcParams['font.size'] = 12
plt.rcParams['axes.unicode_minus'] = False

y = [2, 3, 1]
x = np.arange(len(y))
xlabel = ['가', '나', '다']
plt.title("Bar Chart")
plt.bar(x, y)
plt.xticks(x, xlabel)
plt.yticks(sorted(y))
plt.xlabel("가나다")
plt.ylabel("빈도 수")
plt.show()
```



이미지 그리기

- **X 레이블 색상**

'예측 값 확률% (정답)' 형식으로 출력
맞으면 색상이 파란, 틀리면 빨간

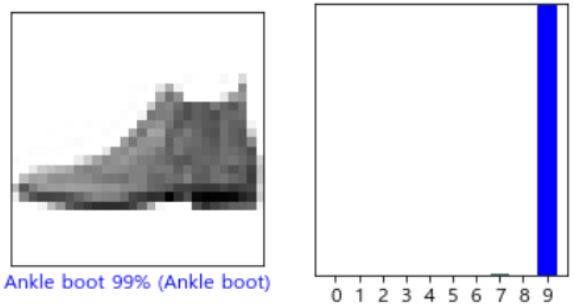
```
[ ]
# 이미지 그리기(첨자, 예측(확률 값), 결과(일반숫자), 이미지)
# 하단에 예측한 이름과 확률을 출력(정답이면 파란색, 오답이면 빨간색)
def plot_image(i, predictions_array, true_label, img):
    predictions_array, true_label, img = predictions_array[i], true_label[i], img[i]
    #plt.grid(False)
    plt.xticks([])
    plt.yticks([])

    predicted_label = np.argmax(predictions_array) #예측한 확률 값 추출
    # 하단 X 축 글: 정답이면 파란색, 오답이면 빨간색으로 그리기
    if predicted_label == true_label:
        color = 'blue'
    else:
        color = 'red'

    maxprob = np.max(predictions_array) # 예측의 최대 확률 값
    plt.xlabel("{} {:2.0f}% ({})".format(class_names[predicted_label],
                100 * maxprob, class_names[true_label]), color = color)

    plt.imshow(img, cmap = plt.cm.binary)
```

그림 예측 결과와 확률 값 시각화

- **결과인 원 핫 인코딩**
  - 10개 값의 시각화

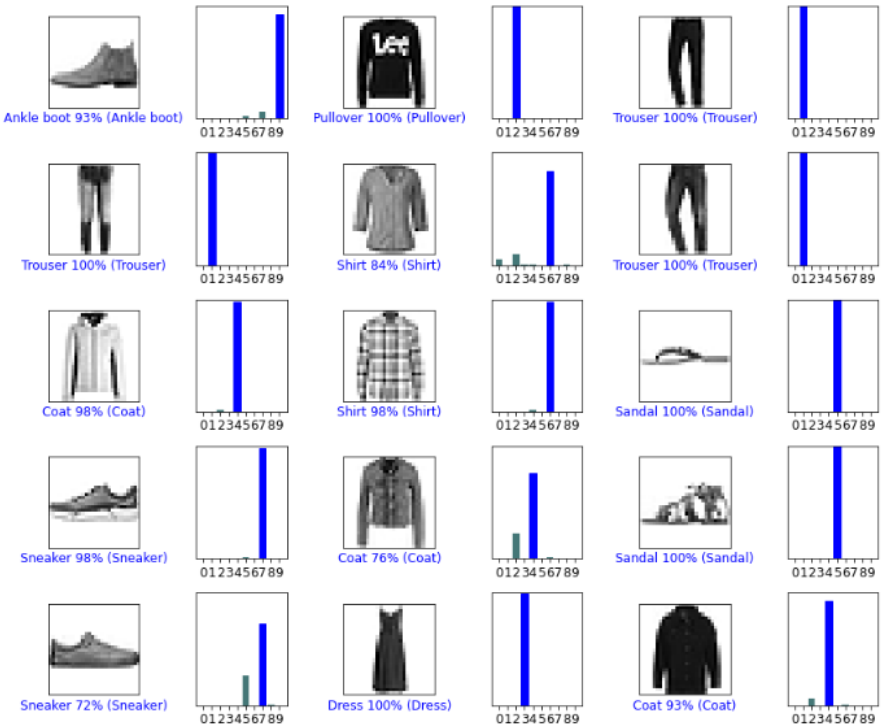
[28]
```
# 예측 값을 막대그래프로 그리기(정답이면 파란색, 오답이면 빨간색)
def plot_value_array(i, predictions_array, true_label):
    predictions_array, true_label = predictions_array[i], true_label[i]
    #plt.grid(False)
    plt.xticks([])
    plt.yticks([])
    plt.ylim([0, 1])
    thisplot = plt.bar(range(10), predictions_array, color="#447777")

    predicted_label = np.argmax(predictions_array)
    thisplot[predicted_label].set_color('red')
    thisplot[true_label].set_color('blue')
    # X  레이블을 그리기 위해
    x = np.arange(10)
    xlabel = np.arange(10)
    plt.xticks(x, xlabel)
```

[29]
```
# 테스트 데이터의 첫번째 원소의 이미지, 예측, 신뢰도 점수 배열을 확인
predictions = model.predict(test_images)

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



테스트 데이터 첫 15 개 그리기

```
# 처음 X 개의 테스트 이미지와 예측 레이블, 진짜 레이블을 출력합니다
# 올바른 예측은 파랑색으로 잘못된 예측은 빨강색으로 나타냅니다
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, test_labels, test_images)
    plt.subplot(num_rows, 2*num_cols, 2*i+2)
    plot_value_array(i, predictions, test_labels)

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



예측이 잘못된 30 개 그리기

In [79]:

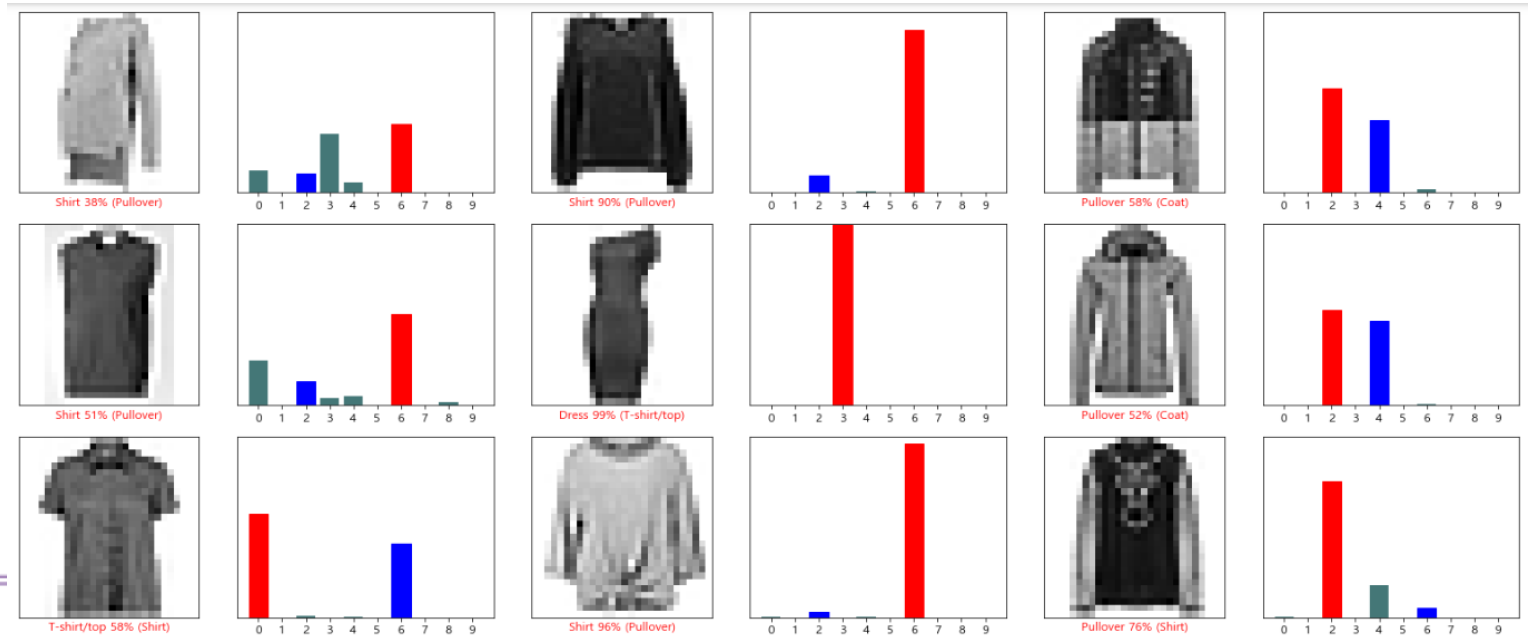
```
# 예측 틀린 것 첨자를 저장할 리스트
pred_result = model.predict(test_images)
# 원핫 인코딩을 일반 데이터로 변환
pred_labels = tf.argmax(pred_result, axis=1)

mispred = []
for i in range(0, len(test_labels)):
    if pred_labels[i] != test_labels[i]:
        mispred.append(i)
print('정답이 틀린 수', len(mispred))

# 랜덤하게 틀린 것 30개의 첨자 리스트 생성
samples = sorted(sample(mispred, 30))
print(samples)

# 틀린 것 30개 그리기
count = 0
rows, cols = 6, 5
plt.figure(figsize=(12,10))
for i in samples:
    count += 1
    plt.subplot(rows, cols, count)
    plt.xticks([])
    plt.yticks([])
    plt.imshow(test_images[i].reshape(28, 28), cmap='Greys', interpolation='nearest')
    tmp = str(class_names[test_labels[i]]) + ", pred:" + str(class_names[pred_labels[i]])
    plt.title(tmp)

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


```
정답이 틀린 수 1174
[12, 49, 1277, 1376, 1945, 1955, 2278, 2500, 2508, 2935, 3205, 3540, 3861, 3940, 4109, 4995, 5575, 5745, 6329,
6475, 6649, 6727, 6816, 7288, 7719, 8420, 8832, 8950, 9032, 9256]
```

예측이 잘못된 30 개 예측 확률과 함께 그리기

In [83]:

```
# 틀린 것 30개 그리기
count = 0
rows, cols = 10, 6
plt.figure(figsize=(22, 30))

for i in samples:
    count += 1
    plt.subplot(rows, cols, count)
    plot_image(i, pred_result, test_labels, test_images)
    count += 1
    plt.subplot(rows, cols, count)
    plot_value_array(i, pred_result, test_labels)

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



손실 함수 직접 구하기

- **tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy()**
  - 정답의 원핫인코딩 불필요

In [86]:

```
import tensorflow as tf

#@tf.function
def get_loss(label, prob):
    cce = tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy()
    loss = cce(tf.convert_to_tensor(label), tf.convert_to_tensor(prob))
    return loss

print('CCE: ', get_loss([2], [[0.2, .1, .3, .4]]).numpy())
print('CCE: ', get_loss(2, [0.2, .1, .3, .4]).numpy())
print('CCE: ', get_loss(3, [0.2, .1, .3, .4]).numpy())
print('CCE: ', get_loss(5, [3.5794352e-07, 1.6668336e-09, 1.2257135e-07, 3.7462252e-07, 4.4686758e-06,
 6.8782866e-02, 1.0355227e-06, 5.1593245e-04, 2.1532403e-09, 9.3069482e-01]).numpy())
print('CCE: ', get_loss(9, [3.5794352e-07, 1.6668336e-09, 1.2257135e-07, 3.7462252e-07, 4.4686758e-06,
 6.8782866e-02, 1.0355227e-06, 5.1593245e-04, 2.1532403e-09, 9.3069482e-01]).numpy())
```

정답과 예측 확률

```
CCE:  1.2039728
CCE:  1.2039728
CCE:  0.91629076
CCE:  2.6768007
CCE:  0.07182401
```

훈련 데이터에 대해 크로스 엔트로피 값 모두 알기

In [90]:
```python
def get_loss(label, prob):
    cce = tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy()
    loss = cce(tf.convert_to_tensor(label), tf.convert_to_tensor(prob))
    return loss

pred_labels = model.predict(test_images)

# 모든 테스트 데이터의 크로스 엔트로피 값을 저장
cces = []
for i in range(len(test_images)):
    cces.append(get_loss(test_labels[i], pred_labels[i]).numpy())

print(len(cces))
print(cces[:10])
```

```
10000
[0.009457429, 0.00055393134, 1.072883e-06, 1.072883e-06, 0.030104673, 1.072883e-06, 8.928377e-05, 8.2966224e-0
5, 9.5367386e-07, 2.6940936e-05]
```

Numpy의 argsort()

- **정렬을 위한 첨자 알기**

정렬의 첨자를 알아내고 이를 사용하여 정렬하는 방법

In [91]:
```
1 import numpy as np
2 a = np.random.randint(0, 20, 10)
3 a
```

Out[91]:
```
array([ 8,  8, 16, 13, 12,  7, 15,  2, 12,  9])
```

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

In [92]:
```
1 np.argsort(a) #오름 차순(순방향) 정렬의 첨자 값
```

Out[92]:
```
array([7, 5, 0, 1, 9, 4, 8, 3, 6, 2], dtype=int64)
```

In [93]:
```
1 np.argsort(-a) #내름 차순(역방향) 정렬의 첨자 값
```

Out[93]:
```
array([2, 6, 3, 4, 8, 9, 0, 1, 5, 7], dtype=int64)
```

In [94]:
```
1 # 가장 큰 값
2 print(a[np.argsort(a)[-1]])
3 print(a[np.argsort(-a)[0]])
```

```
16
16
```

In [95]:
```
1 # 가장 작은 값
2 print(a[np.argsort(a)[0]])
3 print(a[np.argsort(-a)[-1]])
```

```
2
2
```

In [96]:
```
1 # 오름 치 순으로 값 출력
2 for _ in range(len(a)):
3     print(a[np.argsort(a)[_]], end = ' ')
```

```
2 7 8 8 9 12 12 13 15 16
```

In [97]:
```
1 # 내림 치 순으로 값 출력
2 for _ in range(len(a)):
3     print(a[np.argsort(-a)[_]], end = ' ')
```

```
16 15 13 12 12 9 8 8 7 2
```

손실 값이 가장 큰 순으로 첨자 알아 내기

- **예측 막대 그래프에서 손실 값(CCE) 쓰기**

In [33]:
```
# 예측(원핫인코딩) 값을 막대그래프로 그리기(정답이면 파란색, 오답이면 빨간색)
# X 레이블에 손실 값 CCE를 출력
def plot_value_cce_array(i, predictions_array, true_label):
    plot_value_array(i, predictions_array, true_label)
    plt.title('CCE: ' + str(get_loss(true_label[i], predictions_array[i]).numpy()))
```

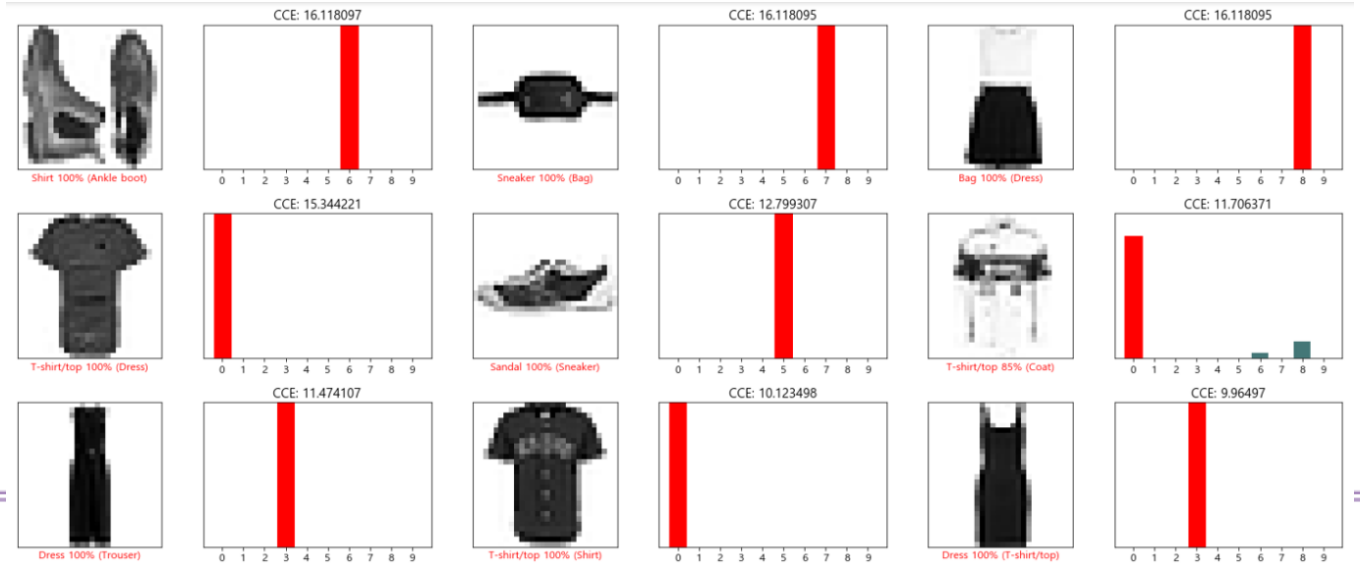
In [31]:
```
# 손실값이 큰 순으로 첨자를 저장
arycces = np.array(cces)
lst_arg = np.argsort(-arycces)

for i in range(20):
    print(cces[lst_arg[i]], end = ' ')
print()
```

```
16.118097 16.118095 16.118095 15.344221 12.799307 11.706371 11.474107 10.123498 9.96497 9.9409685 9.673493 9.5
33807 9.21783 9.201383 9.154008 9.144351 8.754425 8.66029 8.639321 8.58075
```

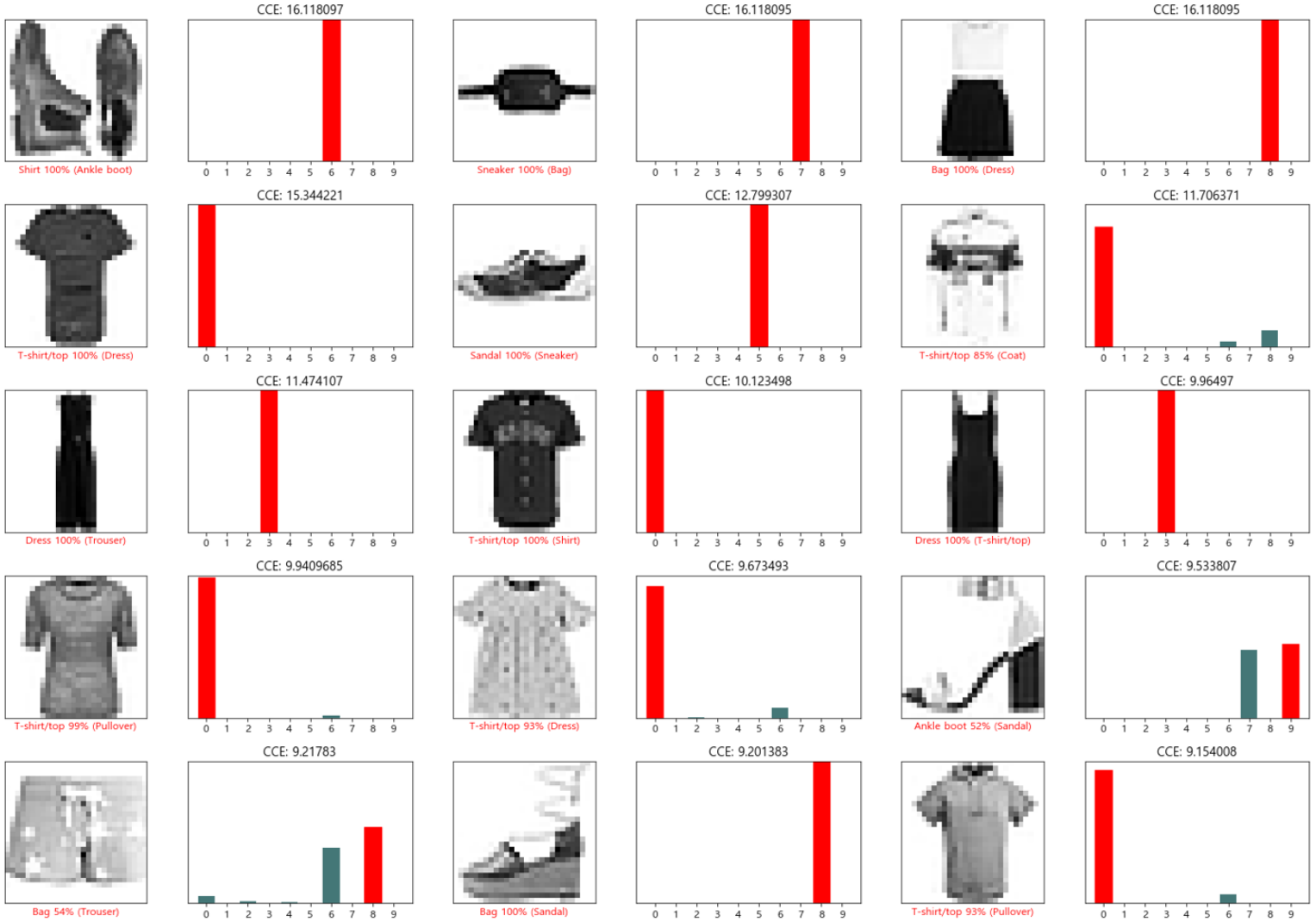
손실 값이 가장 큰 30 개 그리기

In [103]:

```
# 손실 값이 큰 순으로 30개를 출력
count = 0
rows, cols = 10, 6
plt.figure(figsize=(22, 30))

for i in range(30):
    count += 1
    plt.subplot(rows, cols, count)
    plot_image(lst_arg[i], pred_result, test_labels, test_images)
    count += 1
    plt.subplot(rows, cols, count)
    plot_value_cce_array(lst_arg[i], pred_result, test_labels)

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



손실 값이 가장 큰 **15** 개


CCE: 16.118097
Shirt 100% (Ankle boot)
CCE: 16.118095
Sneaker 100% (Bag)
CCE: 16.118095
Bag 100% (Dress)
CCE: 15.344221
T-shirt/top 100% (Dress)
CCE: 12.799307
Sandal 100% (Sneaker)
CCE: 11.706371
T-shirt/top 85% (Coat)
CCE: 11.474107
Dress 100% (Trouser)
CCE: 10.123498
T-shirt/top 100% (Shirt)
CCE: 9.96497
Dress 100% (T-shirt/top)
CCE: 9.9409685
T-shirt/top 99% (Pullover)
CCE: 9.673493
T-shirt/top 93% (Dress)
CCE: 9.533807
Ankle boot 52% (Sandal)
CCE: 9.21783
Bag 54% (Trouser)
CCE: 9.201383
Bag 100% (Sandal)
CCE: 9.154008
T-shirt/top 93% (Pullover)