

vanishing gradient

sigmoid - gauss

```
In [6]: import sys, os
sys.path.append(os.pardir) # 親ディレクトリのファイルをインポートするための設定
import numpy as np
from common import layers
from collections import OrderedDict
from common import functions
from data.mnist import load_mnist
import matplotlib.pyplot as plt

# mnistをロード。0~9の数字の画像。1画像は28×28画素

(x_train, d_train), (x_test, d_test) = load_mnist(normalize=True, one_hot_label=True) #0~256を0~1に正規化、0~9をone-hot-vector
#(x_train, d_train), (x_test, d_test) = load_mnist(normalize=False, one_hot_label=False)
train_size = len(x_train)
print(train_size)
print("データ読み込み完了")
```

60000

データ読み込み完了

```
In [7]: print(x_train.shape)
print(d_train.shape)
print(x_test.shape)
print(d_test.shape)
```

(60000, 784)

(60000, 10)

(10000, 784)

(10000, 10)

```
In [8]: print(x_train[0])
```

[illegible]

0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.3137255	0.6117647	0.41960785	0.99215686
0.99215686	0.8039216	0.04313726	0.	0.16862746	0.6039216
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.05490196	0.00392157	0.6039216	0.99215686	0.3529412
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.54509807	0.99215686	0.74509805	0.00784314	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.04313726
0.74509805	0.99215686	0.27450982	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.13725491	0.94509804
0.88235295	0.627451	0.42352942	0.00392157	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.31764707	0.9411765	0.99215686
0.99215686	0.46666667	0.09803922	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.1764706	0.7294118	0.99215686	0.99215686
0.5882353	0.10588235	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.0627451	0.3647059	0.9882353	0.99215686	0.73333335
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.9764706	0.99215686	0.9764706	0.2509804	0.

0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.18039216	0.50980395	0.7176471	0.99215686
0.99215686	0.8117647	0.00784314	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.15294118	0.5803922
0.8980392	0.99215686	0.99215686	0.99215686	0.98039216	0.7137255
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.09411765	0.44705883	0.8666667	0.99215686	0.99215686	0.99215686
0.99215686	0.7882353	0.30588236	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.09019608	0.25882354	0.8352941	0.99215686
0.99215686	0.99215686	0.99215686	0.7764706	0.31764707	0.00784314
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.07058824	0.67058825
0.85882354	0.99215686	0.99215686	0.99215686	0.99215686	0.7647059
0.3137255	0.03529412	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.21568628	0.6745098	0.8862745	0.99215686	0.99215686	0.99215686
0.99215686	0.95686275	0.52156866	0.04313726	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.53333336	0.99215686
0.99215686	0.99215686	0.83137256	0.5294118	0.5176471	0.0627451
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.
0.	0.	0.	0.	0.	0.

```
0.      0.      0.      0.      0.      0.
0.      0.      0.      0.      0.      0.
0.      0.      0.      0.      0.      0.
0.      0.      0.      0.      0.      0.
0.      0.      0.      0.      0.      0.
0.      0.      0.      0.      0.      0.]
```

```
In [9]: print(d_train[0])
```

```
[0. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0.]
```

```
In [10]: # 重み初期値補正係数
weight_init = 0.01
# 入力層サイズ
input_layer_size = 784
# 中間層サイズ
hidden_layer_1_size = 40
hidden_layer_2_size = 20

# 出力層サイズ
output_layer_size = 10
# 繰り返し数
iters_num = 2000
# ミニバッチサイズ
batch_size = 100
# 学習率
learning_rate = 0.1
# 描写頻度
plot_interval=10

# 初期設定
def init_network():
    network = {}
    network['W1'] = weight_init * np.random.randn(input_layer_size, hidden_layer_1_size)
    network['W2'] = weight_init * np.random.randn(hidden_layer_1_size, hidden_layer_2_size)
    network['W3'] = weight_init * np.random.randn(hidden_layer_2_size, output_layer_size)

    network['b1'] = np.zeros(hidden_layer_1_size)
    network['b2'] = np.zeros(hidden_layer_2_size)
    network['b3'] = np.zeros(output_layer_size)

    return network

# 順伝播
def forward(network, x):
    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']
    hidden_f = functions.sigmoid

    u1 = np.dot(x, W1) + b1
    z1 = hidden_f(u1)
    u2 = np.dot(z1, W2) + b2
```

```
z2 = hidden_f(u2)
u3 = np.dot(z2, W3) + b3
y = functions.softmax(u3)

return z1, z2, y

# 誤差逆伝播
def backward(x, d, z1, z2, y):
    grad = {}

    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']
    hidden_d_f = functions.d_sigmoid
    last_d_f = functions.d_softmax_with_loss

    # 出力層でのデルタ
    delta3 = last_d_f(d, y)
    # b3の勾配
    grad['b3'] = np.sum(delta3, axis=0)
    # W3の勾配
    grad['W3'] = np.dot(z2.T, delta3)
    # 2層でのデルタ
    delta2 = np.dot(delta3, W3.T) * hidden_d_f(z2)
    # b2の勾配
    grad['b2'] = np.sum(delta2, axis=0)
    # W2の勾配
    grad['W2'] = np.dot(z1.T, delta2)
    # 1層でのデルタ
    delta1 = np.dot(delta2, W2.T) * hidden_d_f(z1)
    # b1の勾配
    grad['b1'] = np.sum(delta1, axis=0)
    # W1の勾配
    grad['W1'] = np.dot(x.T, delta1)

    return grad

# パラメータの初期化
network = init_network()

accuracies_train = []
accuracies_test = []
```



```
# 正答率
def accuracy(x, d):
    z1, z2, y = forward(network, x)
    y = np.argmax(y, axis=1)
    if d.ndim != 1 : d = np.argmax(d, axis=1)
    accuracy = np.sum(y == d) / float(x.shape[0])
    return accuracy

for i in range(iters_num):
    # ランダムにバッチを取得
    batch_mask = np.random.choice(train_size, batch_size)
    # ミニバッチに対応する教師訓練画像データを取得
    x_batch = x_train[batch_mask]
    # ミニバッチに対応する訓練正解ラベルデータを取得する
    d_batch = d_train[batch_mask]

    z1, z2, y = forward(network, x_batch)
    grad = backward(x_batch, d_batch, z1, z2, y)

    if (i+1)%plot_interval==0:
        accr_test = accuracy(x_test, d_test)
        accuracies_test.append(accr_test)

        accr_train = accuracy(x_batch, d_batch)
        accuracies_train.append(accr_train)

        print('Generation: ' + str(i+1) + '. 正答率(トレーニング) = ' + str(accr_train))
        print('          : ' + str(i+1) + '. 正答率(テスト) = ' + str(accr_test))

    # パラメータに勾配適用
    for key in ('W1', 'W2', 'W3', 'b1', 'b2', 'b3'):
        network[key] -= learning_rate * grad[key]

lists = range(0, iters_num, plot_interval)
plt.plot(lists, accuracies_train, label="training set")
plt.plot(lists, accuracies_test, label="test set")
plt.legend(loc="lower right")
plt.title("accuracy")
```

```
plt.xlabel("count")  
plt.ylabel("accuracy")  
plt.ylim(0, 1.0)  
# グラフの表示  
plt.show()
```

Generation: 10. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 10. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 20. 正答率(トレーニング) = 0.16
: 20. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 30. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 30. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 40. 正答率(トレーニング) = 0.07
: 40. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 50. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 50. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 60. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 60. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 70. 正答率(トレーニング) = 0.07
: 70. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 80. 正答率(トレーニング) = 0.13
: 80. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 90. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 90. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 100. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 100. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 110. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 110. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 120. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 120. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 130. 正答率(トレーニング) = 0.08
: 130. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 140. 正答率(トレーニング) = 0.07
: 140. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 150. 正答率(トレーニング) = 0.14
: 150. 正答率(テスト) = 0.0982
Generation: 160. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 160. 正答率(テスト) = 0.0974
Generation: 170. 正答率(トレーニング) = 0.16
: 170. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 180. 正答率(トレーニング) = 0.13
: 180. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 190. 正答率(トレーニング) = 0.15
: 190. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 200. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 200. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 210. 正答率(トレーニング) = 0.16

: 210. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 220. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 220. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 230. 正答率(トレーニング) = 0.06
 : 230. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 240. 正答率(トレーニング) = 0.16
 : 240. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 250. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 250. 正答率(テスト) = 0.098
Generation: 260. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 260. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 270. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 270. 正答率(テスト) = 0.1009
Generation: 280. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 280. 正答率(テスト) = 0.1009
Generation: 290. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 290. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 300. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 300. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 310. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 310. 正答率(テスト) = 0.098
Generation: 320. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 320. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 330. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 330. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 340. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 340. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 350. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 350. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 360. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 360. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 370. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 370. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 380. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 380. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 390. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 390. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 400. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 400. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 410. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 410. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 420. 正答率(トレーニング) = 0.16

: 420. 正答率(テスト) = 0.1032
Generation: 430. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 430. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 440. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 440. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 450. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 450. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 460. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 460. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 470. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 470. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 480. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 480. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 490. 正答率(トレーニング) = 0.16
 : 490. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 500. 正答率(トレーニング) = 0.18
 : 500. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 510. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 510. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 520. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 520. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 530. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 530. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 540. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 540. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 550. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 550. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 560. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 560. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 570. 正答率(トレーニング) = 0.16
 : 570. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 580. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 580. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 590. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 590. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 600. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 600. 正答率(テスト) = 0.1009
Generation: 610. 正答率(トレーニング) = 0.16
 : 610. 正答率(テスト) = 0.0974
Generation: 620. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 620. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 630. 正答率(トレーニング) = 0.09

: 630. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 640. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 640. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 650. 正答率(トレーニング) = 0.05
 : 650. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 660. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 660. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 670. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 670. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 680. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 680. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 690. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 690. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 700. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 700. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 710. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 710. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 720. 正答率(トレーニング) = 0.17
 : 720. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 730. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 730. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 740. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 740. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 750. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 750. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 760. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 760. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 770. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 770. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 780. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 780. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 790. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 790. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 800. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 800. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 810. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 810. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 820. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 820. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 830. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 830. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 840. 正答率(トレーニング) = 0.12

: 840. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 850. 正答率(トレーニング) = 0.24
 : 850. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 860. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 860. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 870. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 870. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 880. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 880. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 890. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 890. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 900. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 900. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 910. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 910. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 920. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 920. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 930. 正答率(トレーニング) = 0.16
 : 930. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 940. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 940. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 950. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 950. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 960. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 960. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 970. 正答率(トレーニング) = 0.18
 : 970. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 980. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 980. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 990. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 990. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1000. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1000. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1010. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1010. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1020. 正答率(トレーニング) = 0.16
 : 1020. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1030. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1030. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1040. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 1040. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1050. 正答率(トレーニング) = 0.09

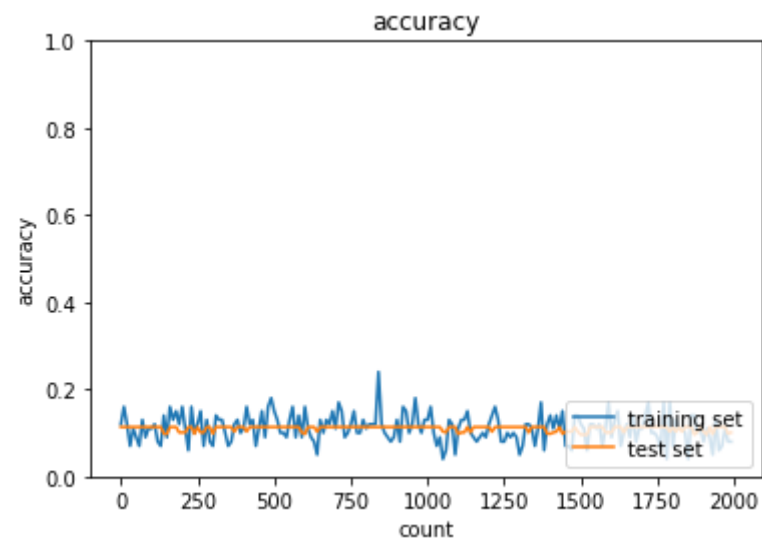
: 1050. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1060. 正答率(トレーニング) = 0.04
 : 1060. 正答率(テスト) = 0.1032
Generation: 1070. 正答率(トレーニング) = 0.06
 : 1070. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1080. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1080. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1090. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1090. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1100. 正答率(トレーニング) = 0.05
 : 1100. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1110. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1110. 正答率(テスト) = 0.0974
Generation: 1120. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1120. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1130. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1130. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1140. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 1140. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1150. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1150. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1160. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1160. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1170. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 1170. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1180. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1180. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1190. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1190. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1200. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1200. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1210. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1210. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1220. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 1220. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1230. 正答率(トレーニング) = 0.16
 : 1230. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1240. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1240. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1250. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 1250. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1260. 正答率(トレーニング) = 0.08

: 1260. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1270. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1270. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1280. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1280. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1290. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1290. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1300. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1300. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1310. 正答率(トレーニング) = 0.05
 : 1310. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1320. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 1320. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1330. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1330. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1340. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1340. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1350. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1350. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1360. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 1360. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1370. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1370. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1380. 正答率(トレーニング) = 0.17
 : 1380. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1390. 正答率(トレーニング) = 0.06
 : 1390. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1400. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1400. 正答率(テスト) = 0.0982
Generation: 1410. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 1410. 正答率(テスト) = 0.098
Generation: 1420. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1420. 正答率(テスト) = 0.1009
Generation: 1430. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 1430. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1440. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1440. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1450. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 1450. 正答率(テスト) = 0.098
Generation: 1460. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 1460. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1470. 正答率(トレーニング) = 0.07

: 1470. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1480. 正答率(トレーニング) = 0.06
 : 1480. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1490. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 1490. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1500. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 1500. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1510. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1510. 正答率(テスト) = 0.0958
Generation: 1520. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1520. 正答率(テスト) = 0.0958
Generation: 1530. 正答率(トレーニング) = 0.06
 : 1530. 正答率(テスト) = 0.0958
Generation: 1540. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1540. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1550. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1550. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1560. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1560. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1570. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1570. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1580. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 1580. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1590. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1590. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1600. 正答率(トレーニング) = 0.17
 : 1600. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1610. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1610. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1620. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1620. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1630. 正答率(トレーニング) = 0.15
 : 1630. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1640. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 1640. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1650. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1650. 正答率(テスト) = 0.101
Generation: 1660. 正答率(トレーニング) = 0.12
 : 1660. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1670. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1670. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1680. 正答率(トレーニング) = 0.14

: 1680. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1690. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 1690. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1700. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1700. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1710. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1710. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1720. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 1720. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1730. 正答率(トレーニング) = 0.17
 : 1730. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1740. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1740. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1750. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1750. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1760. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1760. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1770. 正答率(トレーニング) = 0.06
 : 1770. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1780. 正答率(トレーニング) = 0.17
 : 1780. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1790. 正答率(トレーニング) = 0.04
 : 1790. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1800. 正答率(トレーニング) = 0.17
 : 1800. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1810. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 1810. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1820. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1820. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1830. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1830. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1840. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1840. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1850. 正答率(トレーニング) = 0.1
 : 1850. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1860. 正答率(トレーニング) = 0.04
 : 1860. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1870. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 1870. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1880. 正答率(トレーニング) = 0.14
 : 1880. 正答率(テスト) = 0.0958
Generation: 1890. 正答率(トレーニング) = 0.1

: 1890. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1900. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1900. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1910. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 1910. 正答率(テスト) = 0.1028
Generation: 1920. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1920. 正答率(テスト) = 0.0958
Generation: 1930. 正答率(トレーニング) = 0.09
 : 1930. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1940. 正答率(トレーニング) = 0.05
 : 1940. 正答率(テスト) = 0.0974
Generation: 1950. 正答率(トレーニング) = 0.13
 : 1950. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1960. 正答率(トレーニング) = 0.06
 : 1960. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1970. 正答率(トレーニング) = 0.07
 : 1970. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1980. 正答率(トレーニング) = 0.11
 : 1980. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 1990. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 1990. 正答率(テスト) = 0.098
Generation: 2000. 正答率(トレーニング) = 0.08
 : 2000. 正答率(テスト) = 0.101



ReLU - gauss

```
In [2]: import sys, os
sys.path.append(os.pardir) # 親ディレクトリのファイルをインポートするための設定
import numpy as np
from data.mnist import load_mnist
from PIL import Image
import pickle
from common import functions
import matplotlib.pyplot as plt

# mnistをロード
(x_train, d_train), (x_test, d_test) = load_mnist(normalize=True, one_hot_label=True)
train_size = len(x_train)

print("データ読み込み完了")

# 重み初期値補正係数
wieght_init = 0.01
# 入力層サイズ
input_layer_size = 784
# 中間層サイズ
hidden_layer_1_size = 40
hidden_layer_2_size = 20

# 出力層サイズ
output_layer_size = 10
# 繰り返し数
iters_num = 2000
# ミニバッチサイズ
batch_size = 100
# 学習率
learning_rate = 0.1
# 描写頻度
plot_interval=10

# 初期設定
def init_network():
    network = {}

    network['W1'] = wieght_init * np.random.randn(input_layer_size, hidden_layer_1_size)
    network['W2'] = wieght_init * np.random.randn(hidden_layer_1_size, hidden_layer_2_size)
    network['W3'] = wieght_init * np.random.randn(hidden_layer_2_size, output_layer_size)
```

```

network['b1'] = np.zeros(hidden_layer_1_size)
network['b2'] = np.zeros(hidden_layer_2_size)
network['b3'] = np.zeros(output_layer_size)

return network

# 順伝播
def forward(network, x):
    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']

    ##### 変更箇所 #####

    hidden_f = functions.relu

    #####

    u1 = np.dot(x, W1) + b1
    z1 = hidden_f(u1)
    u2 = np.dot(z1, W2) + b2
    z2 = hidden_f(u2)
    u3 = np.dot(z2, W3) + b3
    y = functions.softmax(u3)

    return z1, z2, y

# 誤差逆伝播
def backward(x, d, z1, z2, y):
    grad = {}

    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']

    ##### 変更箇所 #####

    hidden_d_f = functions.d_relu

    #####

    # 出力層でのデルタ

```

```
delta3 = functions.d_softmax_with_loss(d, y)
# b3の勾配
grad['b3'] = np.sum(delta3, axis=0)
# W3の勾配
grad['W3'] = np.dot(z2.T, delta3)
# 2層でのデルタ
delta2 = np.dot(delta3, W3.T) * hidden_d_f(z2)
# b2の勾配
grad['b2'] = np.sum(delta2, axis=0)
# W2の勾配
grad['W2'] = np.dot(z1.T, delta2)
# 1層でのデルタ
delta1 = np.dot(delta2, W2.T) * hidden_d_f(z1)
# b1の勾配
grad['b1'] = np.sum(delta1, axis=0)
# W1の勾配
grad['W1'] = np.dot(x.T, delta1)

return grad

# パラメータの初期化
network = init_network()

accuracies_train = []
accuracies_test = []

# 正答率
def accuracy(x, d):
    z1, z2, y = forward(network, x)
    y = np.argmax(y, axis=1)
    if d.ndim != 1 : d = np.argmax(d, axis=1)
    accuracy = np.sum(y == d) / float(x.shape[0])
    return accuracy

for i in range(iters_num):
    # ランダムにバッチを取得
    batch_mask = np.random.choice(train_size, batch_size)
    # ミニバッチに対応する教師訓練画像データを取得
    x_batch = x_train[batch_mask]
    # ミニバッチに対応する訓練正解ラベルデータを取得する
    d_batch = d_train[batch_mask]
```



```
z1, z2, y = forward(network, x_batch)
grad = backward(x_batch, d_batch, z1, z2, y)

if (i+1)%plot_interval==0:
    accr_test = accuracy(x_test, d_test)
    accuracies_test.append(accr_test)

    accr_train = accuracy(x_batch, d_batch)
    accuracies_train.append(accr_train)

    print(' Generation: ' + str(i+1) + '. 正答率(トレーニング) = ' + str(accr_train))
    print('                : ' + str(i+1) + '. 正答率(テスト) = ' + str(accr_test))

# パラメータに勾配適用
for key in ('W1', 'W2', 'W3', 'b1', 'b2', 'b3'):
    network[key] -= learning_rate * grad[key]

lists = range(0, iters_num, plot_interval)
plt.plot(lists, accuracies_train, label="training set")
plt.plot(lists, accuracies_test, label="test set")
plt.legend(loc="lower right")
plt.title("accuracy")
plt.xlabel("count")
plt.ylabel("accuracy")
plt.ylim(0, 1.0)
# グラフの表示
plt.show()
```

データ読み込み完了

Generation: 10. 正答率(トレーニング) = 0.17
: 10. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 20. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 20. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 30. 正答率(トレーニング) = 0.14
: 30. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 40. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 40. 正答率(テスト) = 0.1032
Generation: 50. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 50. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 60. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 60. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 70. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 70. 正答率(テスト) = 0.1032
Generation: 80. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 80. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 90. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 90. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 100. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 100. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 110. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 110. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 120. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 120. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 130. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 130. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 140. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 140. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 150. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 150. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 160. 正答率(トレーニング) = 0.13
: 160. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 170. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 170. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 180. 正答率(トレーニング) = 0.15
: 180. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 190. 正答率(トレーニング) = 0.14
: 190. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 200. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 200. 正答率(テスト) = 0.1135

Generation: 210. 正答率(トレーニング) = 0.06
: 210. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 220. 正答率(トレーニング) = 0.16
: 220. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 230. 正答率(トレーニング) = 0.13
: 230. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 240. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 240. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 250. 正答率(トレーニング) = 0.17
: 250. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 260. 正答率(トレーニング) = 0.08
: 260. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 270. 正答率(トレーニング) = 0.07
: 270. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 280. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 280. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 290. 正答率(トレーニング) = 0.08
: 290. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 300. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 300. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 310. 正答率(トレーニング) = 0.08
: 310. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 320. 正答率(トレーニング) = 0.14
: 320. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 330. 正答率(トレーニング) = 0.08
: 330. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 340. 正答率(トレーニング) = 0.14
: 340. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 350. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 350. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 360. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 360. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 370. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 370. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 380. 正答率(トレーニング) = 0.08
: 380. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 390. 正答率(トレーニング) = 0.14
: 390. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 400. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 400. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 410. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 410. 正答率(テスト) = 0.1135

Generation: 420. 正答率(トレーニング) = 0.08
: 420. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 430. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 430. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 440. 正答率(トレーニング) = 0.17
: 440. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 450. 正答率(トレーニング) = 0.13
: 450. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 460. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 460. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 470. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 470. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 480. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 480. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 490. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 490. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 500. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 500. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 510. 正答率(トレーニング) = 0.1
: 510. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 520. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 520. 正答率(テスト) = 0.1178
Generation: 530. 正答率(トレーニング) = 0.19
: 530. 正答率(テスト) = 0.1242
Generation: 540. 正答率(トレーニング) = 0.18
: 540. 正答率(テスト) = 0.1966
Generation: 550. 正答率(トレーニング) = 0.3
: 550. 正答率(テスト) = 0.2153
Generation: 560. 正答率(トレーニング) = 0.32
: 560. 正答率(テスト) = 0.2669
Generation: 570. 正答率(トレーニング) = 0.17
: 570. 正答率(テスト) = 0.2182
Generation: 580. 正答率(トレーニング) = 0.15
: 580. 正答率(テスト) = 0.1959
Generation: 590. 正答率(トレーニング) = 0.28
: 590. 正答率(テスト) = 0.2044
Generation: 600. 正答率(トレーニング) = 0.21
: 600. 正答率(テスト) = 0.2123
Generation: 610. 正答率(トレーニング) = 0.16
: 610. 正答率(テスト) = 0.2124
Generation: 620. 正答率(トレーニング) = 0.17
: 620. 正答率(テスト) = 0.2301

Generation: 630. 正答率(トレーニング) = 0.22
: 630. 正答率(テスト) = 0.2539
Generation: 640. 正答率(トレーニング) = 0.32
: 640. 正答率(テスト) = 0.2576
Generation: 650. 正答率(トレーニング) = 0.4
: 650. 正答率(テスト) = 0.2893
Generation: 660. 正答率(トレーニング) = 0.39
: 660. 正答率(テスト) = 0.3423
Generation: 670. 正答率(トレーニング) = 0.27
: 670. 正答率(テスト) = 0.336
Generation: 680. 正答率(トレーニング) = 0.34
: 680. 正答率(テスト) = 0.3758
Generation: 690. 正答率(トレーニング) = 0.36
: 690. 正答率(テスト) = 0.3844
Generation: 700. 正答率(トレーニング) = 0.39
: 700. 正答率(テスト) = 0.368
Generation: 710. 正答率(トレーニング) = 0.4
: 710. 正答率(テスト) = 0.3936
Generation: 720. 正答率(トレーニング) = 0.39
: 720. 正答率(テスト) = 0.3829
Generation: 730. 正答率(トレーニング) = 0.34
: 730. 正答率(テスト) = 0.3842
Generation: 740. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 740. 正答率(テスト) = 0.478
Generation: 750. 正答率(トレーニング) = 0.41
: 750. 正答率(テスト) = 0.403
Generation: 760. 正答率(トレーニング) = 0.41
: 760. 正答率(テスト) = 0.4669
Generation: 770. 正答率(トレーニング) = 0.42
: 770. 正答率(テスト) = 0.4515
Generation: 780. 正答率(トレーニング) = 0.55
: 780. 正答率(テスト) = 0.525
Generation: 790. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 790. 正答率(テスト) = 0.4844
Generation: 800. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 800. 正答率(テスト) = 0.6063
Generation: 810. 正答率(トレーニング) = 0.52
: 810. 正答率(テスト) = 0.5811
Generation: 820. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 820. 正答率(テスト) = 0.6177
Generation: 830. 正答率(トレーニング) = 0.64
: 830. 正答率(テスト) = 0.6033

Generation: 840. 正答率(トレーニング) = 0.65
: 840. 正答率(テスト) = 0.623
Generation: 850. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 850. 正答率(テスト) = 0.6546
Generation: 860. 正答率(トレーニング) = 0.64
: 860. 正答率(テスト) = 0.6293
Generation: 870. 正答率(トレーニング) = 0.64
: 870. 正答率(テスト) = 0.6547
Generation: 880. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 880. 正答率(テスト) = 0.681
Generation: 890. 正答率(トレーニング) = 0.71
: 890. 正答率(テスト) = 0.6871
Generation: 900. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 900. 正答率(テスト) = 0.6997
Generation: 910. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 910. 正答率(テスト) = 0.7033
Generation: 920. 正答率(トレーニング) = 0.65
: 920. 正答率(テスト) = 0.6726
Generation: 930. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 930. 正答率(テスト) = 0.7178
Generation: 940. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 940. 正答率(テスト) = 0.7289
Generation: 950. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 950. 正答率(テスト) = 0.7114
Generation: 960. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 960. 正答率(テスト) = 0.719
Generation: 970. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 970. 正答率(テスト) = 0.7374
Generation: 980. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 980. 正答率(テスト) = 0.7404
Generation: 990. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 990. 正答率(テスト) = 0.7682
Generation: 1000. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1000. 正答率(テスト) = 0.7812
Generation: 1010. 正答率(トレーニング) = 0.71
: 1010. 正答率(テスト) = 0.7543
Generation: 1020. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1020. 正答率(テスト) = 0.7924
Generation: 1030. 正答率(トレーニング) = 0.72
: 1030. 正答率(テスト) = 0.7817
Generation: 1040. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1040. 正答率(テスト) = 0.8042

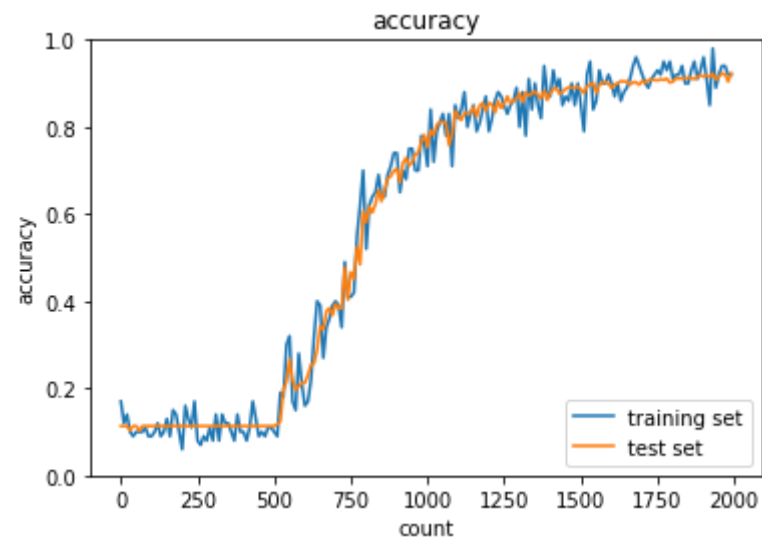
Generation: 1050. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1050. 正答率(テスト) = 0.8115
Generation: 1060. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1060. 正答率(テスト) = 0.8119
Generation: 1070. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1070. 正答率(テスト) = 0.8082
Generation: 1080. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1080. 正答率(テスト) = 0.7582
Generation: 1090. 正答率(トレーニング) = 0.71
: 1090. 正答率(テスト) = 0.7828
Generation: 1100. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1100. 正答率(テスト) = 0.8363
Generation: 1110. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1110. 正答率(テスト) = 0.8246
Generation: 1120. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1120. 正答率(テスト) = 0.8156
Generation: 1130. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 1130. 正答率(テスト) = 0.8317
Generation: 1140. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1140. 正答率(テスト) = 0.8323
Generation: 1150. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1150. 正答率(テスト) = 0.8317
Generation: 1160. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1160. 正答率(テスト) = 0.8462
Generation: 1170. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1170. 正答率(テスト) = 0.8231
Generation: 1180. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1180. 正答率(テスト) = 0.8495
Generation: 1190. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1190. 正答率(テスト) = 0.8549
Generation: 1200. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1200. 正答率(テスト) = 0.8371
Generation: 1210. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1210. 正答率(テスト) = 0.8544
Generation: 1220. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1220. 正答率(テスト) = 0.8528
Generation: 1230. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1230. 正答率(テスト) = 0.8333
Generation: 1240. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 1240. 正答率(テスト) = 0.8592
Generation: 1250. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1250. 正答率(テスト) = 0.8432

Generation: 1260. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1260. 正答率(テスト) = 0.8532
Generation: 1270. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1270. 正答率(テスト) = 0.8702
Generation: 1280. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1280. 正答率(テスト) = 0.8544
Generation: 1290. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1290. 正答率(テスト) = 0.86
Generation: 1300. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 1300. 正答率(テスト) = 0.8655
Generation: 1310. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1310. 正答率(テスト) = 0.8771
Generation: 1320. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 1320. 正答率(テスト) = 0.8574
Generation: 1330. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1330. 正答率(テスト) = 0.8793
Generation: 1340. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1340. 正答率(テスト) = 0.8715
Generation: 1350. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1350. 正答率(テスト) = 0.8771
Generation: 1360. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1360. 正答率(テスト) = 0.8819
Generation: 1370. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1370. 正答率(テスト) = 0.8727
Generation: 1380. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1380. 正答率(テスト) = 0.8657
Generation: 1390. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1390. 正答率(テスト) = 0.8838
Generation: 1400. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 1400. 正答率(テスト) = 0.8619
Generation: 1410. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1410. 正答率(テスト) = 0.8777
Generation: 1420. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1420. 正答率(テスト) = 0.887
Generation: 1430. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 1430. 正答率(テスト) = 0.8886
Generation: 1440. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1440. 正答率(テスト) = 0.876
Generation: 1450. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1450. 正答率(テスト) = 0.8808
Generation: 1460. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1460. 正答率(テスト) = 0.8869

Generation: 1470. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1470. 正答率(テスト) = 0.8911
Generation: 1480. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1480. 正答率(テスト) = 0.8899
Generation: 1490. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1490. 正答率(テスト) = 0.8904
Generation: 1500. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1500. 正答率(テスト) = 0.8923
Generation: 1510. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1510. 正答率(テスト) = 0.8863
Generation: 1520. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1520. 正答率(テスト) = 0.8774
Generation: 1530. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1530. 正答率(テスト) = 0.8935
Generation: 1540. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1540. 正答率(テスト) = 0.8968
Generation: 1550. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1550. 正答率(テスト) = 0.9012
Generation: 1560. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1560. 正答率(テスト) = 0.8781
Generation: 1570. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1570. 正答率(テスト) = 0.8961
Generation: 1580. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1580. 正答率(テスト) = 0.9008
Generation: 1590. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1590. 正答率(テスト) = 0.9032
Generation: 1600. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1600. 正答率(テスト) = 0.8996
Generation: 1610. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1610. 正答率(テスト) = 0.8893
Generation: 1620. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1620. 正答率(テスト) = 0.8975
Generation: 1630. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1630. 正答率(テスト) = 0.8994
Generation: 1640. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1640. 正答率(テスト) = 0.9054
Generation: 1650. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 1650. 正答率(テスト) = 0.9038
Generation: 1660. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 1660. 正答率(テスト) = 0.905
Generation: 1670. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1670. 正答率(テスト) = 0.897

Generation: 1680. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1680. 正答率(テスト) = 0.9026
Generation: 1690. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1690. 正答率(テスト) = 0.9023
Generation: 1700. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1700. 正答率(テスト) = 0.8967
Generation: 1710. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1710. 正答率(テスト) = 0.9057
Generation: 1720. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1720. 正答率(テスト) = 0.9016
Generation: 1730. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 1730. 正答率(テスト) = 0.9075
Generation: 1740. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1740. 正答率(テスト) = 0.9087
Generation: 1750. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1750. 正答率(テスト) = 0.9077
Generation: 1760. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1760. 正答率(テスト) = 0.9069
Generation: 1770. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1770. 正答率(テスト) = 0.9093
Generation: 1780. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1780. 正答率(テスト) = 0.908
Generation: 1790. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1790. 正答率(テスト) = 0.9108
Generation: 1800. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1800. 正答率(テスト) = 0.9019
Generation: 1810. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1810. 正答率(テスト) = 0.904
Generation: 1820. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1820. 正答率(テスト) = 0.9116
Generation: 1830. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1830. 正答率(テスト) = 0.9109
Generation: 1840. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1840. 正答率(テスト) = 0.9116
Generation: 1850. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1850. 正答率(テスト) = 0.9115
Generation: 1860. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1860. 正答率(テスト) = 0.9125
Generation: 1870. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1870. 正答率(テスト) = 0.9121
Generation: 1880. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1880. 正答率(テスト) = 0.9096

Generation: 1890. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1890. 正答率(テスト) = 0.915
Generation: 1900. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1900. 正答率(テスト) = 0.9185
Generation: 1910. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1910. 正答率(テスト) = 0.9154
Generation: 1920. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1920. 正答率(テスト) = 0.9189
Generation: 1930. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1930. 正答率(テスト) = 0.9153
Generation: 1940. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1940. 正答率(テスト) = 0.9228
Generation: 1950. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 1950. 正答率(テスト) = 0.9081
Generation: 1960. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1960. 正答率(テスト) = 0.9151
Generation: 1970. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1970. 正答率(テスト) = 0.9227
Generation: 1980. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1980. 正答率(テスト) = 0.921
Generation: 1990. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1990. 正答率(テスト) = 0.9041
Generation: 2000. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 2000. 正答率(テスト) = 0.9231



sigmoid - Xavier

```
In [3]: import sys, os
sys.path.append(os.pardir) # 親ディレクトリのファイルをインポートするための設定
import numpy as np
from data.mnist import load_mnist
from PIL import Image
import pickle
from common import functions
import matplotlib.pyplot as plt

# mnistをロード
(x_train, d_train), (x_test, d_test) = load_mnist(normalize=True, one_hot_label=True)
train_size = len(x_train)

print("データ読み込み完了")

# 入力層サイズ
input_layer_size = 784
# 中間層サイズ
hidden_layer_1_size = 40
hidden_layer_2_size = 20
# 出力層サイズ
output_layer_size = 10
# 繰り返し数
iters_num = 2000
# ミニバッチサイズ
batch_size = 100
# 学習率
learning_rate = 0.1
# 描写頻度
plot_interval=10

# 初期設定
def init_network():
    network = {}

    ##### 変更箇所 #####

    # Xavierの初期値
    network['W1'] = np.random.randn(input_layer_size, hidden_layer_1_size) / (np.sqrt(input_layer_size))
    network['W2'] = np.random.randn(hidden_layer_1_size, hidden_layer_2_size) / (np.sqrt(hidden_layer_1_size))
    network['W3'] = np.random.randn(hidden_layer_2_size, output_layer_size) / (np.sqrt(hidden_layer_2_size))
```

```
#####

network['b1'] = np.zeros(hidden_layer_1_size)
network['b2'] = np.zeros(hidden_layer_2_size)
network['b3'] = np.zeros(output_layer_size)

return network

# 順伝播
def forward(network, x):
    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']
    hidden_f = functions.sigmoid

    u1 = np.dot(x, W1) + b1
    z1 = hidden_f(u1)
    u2 = np.dot(z1, W2) + b2
    z2 = hidden_f(u2)
    u3 = np.dot(z2, W3) + b3
    y = functions.softmax(u3)

    return z1, z2, y

# 誤差逆伝播
def backward(x, d, z1, z2, y):
    grad = {}

    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']
    hidden_d_f = functions.d_sigmoid

    # 出力層でのデルタ
    delta3 = functions.d_softmax_with_loss(d, y)
    # b3の勾配
    grad['b3'] = np.sum(delta3, axis=0)
    # W3の勾配
    grad['W3'] = np.dot(z2.T, delta3)
    # 2層でのデルタ
    delta2 = np.dot(delta3, W3.T) * hidden_d_f(z2)
    # b2の勾配
    grad['b2'] = np.sum(delta2, axis=0)
```

```
# W2の勾配
grad['W2'] = np.dot(z1.T, delta2)
# 1層でのデルタ
delta1 = np.dot(delta2, W2.T) * hidden_d_f(z1)
# b1の勾配
grad['b1'] = np.sum(delta1, axis=0)
# W1の勾配
grad['W1'] = np.dot(x.T, delta1)

return grad

# パラメータの初期化
network = init_network()

accuracies_train = []
accuracies_test = []

# 正答率
def accuracy(x, d):
    z1, z2, y = forward(network, x)
    y = np.argmax(y, axis=1)
    if d.ndim != 1 : d = np.argmax(d, axis=1)
    accuracy = np.sum(y == d) / float(x.shape[0])
    return accuracy

for i in range(iters_num):
    # ランダムにバッチを取得
    batch_mask = np.random.choice(train_size, batch_size)
    # ミニバッチに対応する教師訓練画像データを取得
    x_batch = x_train[batch_mask]
    # ミニバッチに対応する訓練正解ラベルデータを取得する
    d_batch = d_train[batch_mask]

    z1, z2, y = forward(network, x_batch)
    grad = backward(x_batch, d_batch, z1, z2, y)

    if (i+1)%plot_interval==0:
        accr_test = accuracy(x_test, d_test)
        accuracies_test.append(accr_test)
```

```
accr_train = accuracy(x_batch, d_batch)
accuracies_train.append(accr_train)

print('Generation: ' + str(i+1) + '. 正答率(トレーニング) = ' + str(accr_train))
print('          : ' + str(i+1) + '. 正答率(テスト) = ' + str(accr_test))

# パラメータに勾配適用
for key in ('W1', 'W2', 'W3', 'b1', 'b2', 'b3'):
    network[key] -= learning_rate * grad[key]

lists = range(0, iters_num, plot_interval)
plt.plot(lists, accuracies_train, label="training set")
plt.plot(lists, accuracies_test, label="test set")
plt.legend(loc="lower right")
plt.title("accuracy")
plt.xlabel("count")
plt.ylabel("accuracy")
plt.ylim(0, 1.0)
# グラフの表示
plt.show()
```


データ読み込み完了

Generation: 10. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 10. 正答率(テスト) = 0.0974
Generation: 20. 正答率(トレーニング) = 0.14
: 20. 正答率(テスト) = 0.0974
Generation: 30. 正答率(トレーニング) = 0.11
: 30. 正答率(テスト) = 0.0974
Generation: 40. 正答率(トレーニング) = 0.05
: 40. 正答率(テスト) = 0.1135
Generation: 50. 正答率(トレーニング) = 0.16
: 50. 正答率(テスト) = 0.2112
Generation: 60. 正答率(トレーニング) = 0.37
: 60. 正答率(テスト) = 0.3
Generation: 70. 正答率(トレーニング) = 0.27
: 70. 正答率(テスト) = 0.2545
Generation: 80. 正答率(トレーニング) = 0.33
: 80. 正答率(テスト) = 0.2179
Generation: 90. 正答率(トレーニング) = 0.27
: 90. 正答率(テスト) = 0.2195
Generation: 100. 正答率(トレーニング) = 0.16
: 100. 正答率(テスト) = 0.1707
Generation: 110. 正答率(トレーニング) = 0.28
: 110. 正答率(テスト) = 0.3011
Generation: 120. 正答率(トレーニング) = 0.21
: 120. 正答率(テスト) = 0.2187
Generation: 130. 正答率(トレーニング) = 0.13
: 130. 正答率(テスト) = 0.1551
Generation: 140. 正答率(トレーニング) = 0.16
: 140. 正答率(テスト) = 0.1258
Generation: 150. 正答率(トレーニング) = 0.12
: 150. 正答率(テスト) = 0.176
Generation: 160. 正答率(トレーニング) = 0.18
: 160. 正答率(テスト) = 0.1934
Generation: 170. 正答率(トレーニング) = 0.34
: 170. 正答率(テスト) = 0.3445
Generation: 180. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 180. 正答率(テスト) = 0.4237
Generation: 190. 正答率(トレーニング) = 0.36
: 190. 正答率(テスト) = 0.353
Generation: 200. 正答率(トレーニング) = 0.43
: 200. 正答率(テスト) = 0.4022

Generation: 210. 正答率(トレーニング) = 0.44
: 210. 正答率(テスト) = 0.399
Generation: 220. 正答率(トレーニング) = 0.19
: 220. 正答率(テスト) = 0.3034
Generation: 230. 正答率(トレーニング) = 0.45
: 230. 正答率(テスト) = 0.367
Generation: 240. 正答率(トレーニング) = 0.46
: 240. 正答率(テスト) = 0.4314
Generation: 250. 正答率(トレーニング) = 0.4
: 250. 正答率(テスト) = 0.3788
Generation: 260. 正答率(トレーニング) = 0.33
: 260. 正答率(テスト) = 0.3427
Generation: 270. 正答率(トレーニング) = 0.37
: 270. 正答率(テスト) = 0.3296
Generation: 280. 正答率(トレーニング) = 0.35
: 280. 正答率(テスト) = 0.3666
Generation: 290. 正答率(トレーニング) = 0.37
: 290. 正答率(テスト) = 0.4124
Generation: 300. 正答率(トレーニング) = 0.43
: 300. 正答率(テスト) = 0.4192
Generation: 310. 正答率(トレーニング) = 0.5
: 310. 正答率(テスト) = 0.4273
Generation: 320. 正答率(トレーニング) = 0.38
: 320. 正答率(テスト) = 0.4035
Generation: 330. 正答率(トレーニング) = 0.44
: 330. 正答率(テスト) = 0.4066
Generation: 340. 正答率(トレーニング) = 0.39
: 340. 正答率(テスト) = 0.4239
Generation: 350. 正答率(トレーニング) = 0.36
: 350. 正答率(テスト) = 0.3836
Generation: 360. 正答率(トレーニング) = 0.41
: 360. 正答率(テスト) = 0.3938
Generation: 370. 正答率(トレーニング) = 0.43
: 370. 正答率(テスト) = 0.4565
Generation: 380. 正答率(トレーニング) = 0.37
: 380. 正答率(テスト) = 0.4325
Generation: 390. 正答率(トレーニング) = 0.42
: 390. 正答率(テスト) = 0.4378
Generation: 400. 正答率(トレーニング) = 0.46
: 400. 正答率(テスト) = 0.4431
Generation: 410. 正答率(トレーニング) = 0.57
: 410. 正答率(テスト) = 0.46

Generation: 420. 正答率(トレーニング) = 0.48
: 420. 正答率(テスト) = 0.4242
Generation: 430. 正答率(トレーニング) = 0.4
: 430. 正答率(テスト) = 0.4379
Generation: 440. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 440. 正答率(テスト) = 0.433
Generation: 450. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 450. 正答率(テスト) = 0.4317
Generation: 460. 正答率(トレーニング) = 0.44
: 460. 正答率(テスト) = 0.4456
Generation: 470. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 470. 正答率(テスト) = 0.4919
Generation: 480. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 480. 正答率(テスト) = 0.4867
Generation: 490. 正答率(トレーニング) = 0.44
: 490. 正答率(テスト) = 0.4826
Generation: 500. 正答率(トレーニング) = 0.41
: 500. 正答率(テスト) = 0.4738
Generation: 510. 正答率(トレーニング) = 0.53
: 510. 正答率(テスト) = 0.4955
Generation: 520. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 520. 正答率(テスト) = 0.5107
Generation: 530. 正答率(トレーニング) = 0.55
: 530. 正答率(テスト) = 0.5199
Generation: 540. 正答率(トレーニング) = 0.55
: 540. 正答率(テスト) = 0.5354
Generation: 550. 正答率(トレーニング) = 0.54
: 550. 正答率(テスト) = 0.5233
Generation: 560. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 560. 正答率(テスト) = 0.5418
Generation: 570. 正答率(トレーニング) = 0.54
: 570. 正答率(テスト) = 0.5384
Generation: 580. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 580. 正答率(テスト) = 0.5355
Generation: 590. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 590. 正答率(テスト) = 0.5585
Generation: 600. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 600. 正答率(テスト) = 0.5691
Generation: 610. 正答率(トレーニング) = 0.61
: 610. 正答率(テスト) = 0.5654
Generation: 620. 正答率(トレーニング) = 0.65
: 620. 正答率(テスト) = 0.5455

Generation: 630. 正答率(トレーニング) = 0.55
: 630. 正答率(テスト) = 0.5543
Generation: 640. 正答率(トレーニング) = 0.58
: 640. 正答率(テスト) = 0.5628
Generation: 650. 正答率(トレーニング) = 0.53
: 650. 正答率(テスト) = 0.5719
Generation: 660. 正答率(トレーニング) = 0.54
: 660. 正答率(テスト) = 0.5638
Generation: 670. 正答率(トレーニング) = 0.57
: 670. 正答率(テスト) = 0.5667
Generation: 680. 正答率(トレーニング) = 0.57
: 680. 正答率(テスト) = 0.5703
Generation: 690. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 690. 正答率(テスト) = 0.5752
Generation: 700. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 700. 正答率(テスト) = 0.5747
Generation: 710. 正答率(トレーニング) = 0.54
: 710. 正答率(テスト) = 0.5827
Generation: 720. 正答率(トレーニング) = 0.59
: 720. 正答率(テスト) = 0.6096
Generation: 730. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 730. 正答率(テスト) = 0.6028
Generation: 740. 正答率(トレーニング) = 0.6
: 740. 正答率(テスト) = 0.6015
Generation: 750. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 750. 正答率(テスト) = 0.6008
Generation: 760. 正答率(トレーニング) = 0.61
: 760. 正答率(テスト) = 0.6011
Generation: 770. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 770. 正答率(テスト) = 0.5934
Generation: 780. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 780. 正答率(テスト) = 0.5982
Generation: 790. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 790. 正答率(テスト) = 0.6107
Generation: 800. 正答率(トレーニング) = 0.67
: 800. 正答率(テスト) = 0.6116
Generation: 810. 正答率(トレーニング) = 0.67
: 810. 正答率(テスト) = 0.6169
Generation: 820. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 820. 正答率(テスト) = 0.6305
Generation: 830. 正答率(トレーニング) = 0.58
: 830. 正答率(テスト) = 0.626

Generation: 840. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 840. 正答率(テスト) = 0.6089
Generation: 850. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 850. 正答率(テスト) = 0.6254
Generation: 860. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 860. 正答率(テスト) = 0.6442
Generation: 870. 正答率(トレーニング) = 0.65
: 870. 正答率(テスト) = 0.6231
Generation: 880. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 880. 正答率(テスト) = 0.6327
Generation: 890. 正答率(トレーニング) = 0.63
: 890. 正答率(テスト) = 0.6464
Generation: 900. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 900. 正答率(テスト) = 0.6514
Generation: 910. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 910. 正答率(テスト) = 0.6455
Generation: 920. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 920. 正答率(テスト) = 0.645
Generation: 930. 正答率(トレーニング) = 0.54
: 930. 正答率(テスト) = 0.6485
Generation: 940. 正答率(トレーニング) = 0.63
: 940. 正答率(テスト) = 0.6563
Generation: 950. 正答率(トレーニング) = 0.72
: 950. 正答率(テスト) = 0.6736
Generation: 960. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 960. 正答率(テスト) = 0.6736
Generation: 970. 正答率(トレーニング) = 0.59
: 970. 正答率(テスト) = 0.661
Generation: 980. 正答率(トレーニング) = 0.67
: 980. 正答率(テスト) = 0.6625
Generation: 990. 正答率(トレーニング) = 0.64
: 990. 正答率(テスト) = 0.6656
Generation: 1000. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 1000. 正答率(テスト) = 0.6701
Generation: 1010. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 1010. 正答率(テスト) = 0.6681
Generation: 1020. 正答率(トレーニング) = 0.6
: 1020. 正答率(テスト) = 0.6822
Generation: 1030. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 1030. 正答率(テスト) = 0.684
Generation: 1040. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 1040. 正答率(テスト) = 0.6817

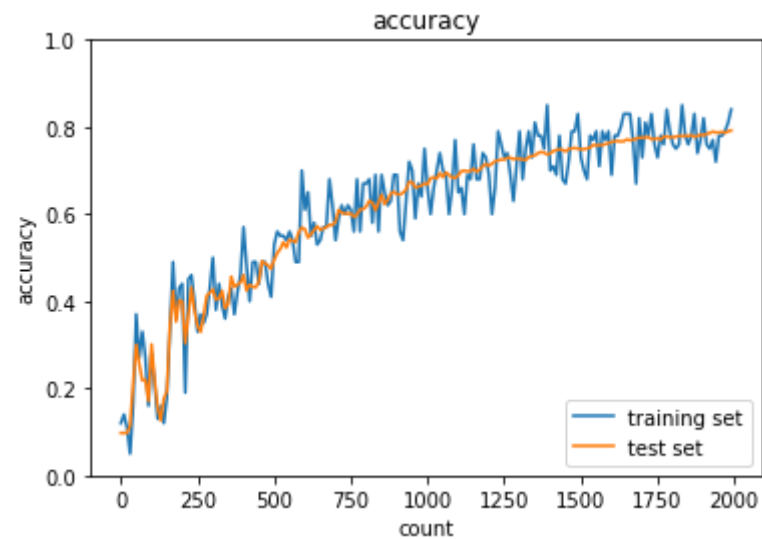
Generation: 1050. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 1050. 正答率(テスト) = 0.6939
Generation: 1060. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 1060. 正答率(テスト) = 0.6847
Generation: 1070. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 1070. 正答率(テスト) = 0.6956
Generation: 1080. 正答率(トレーニング) = 0.6
: 1080. 正答率(テスト) = 0.6899
Generation: 1090. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 1090. 正答率(テスト) = 0.6835
Generation: 1100. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1100. 正答率(テスト) = 0.6831
Generation: 1110. 正答率(トレーニング) = 0.65
: 1110. 正答率(テスト) = 0.6882
Generation: 1120. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 1120. 正答率(テスト) = 0.6988
Generation: 1130. 正答率(トレーニング) = 0.6
: 1130. 正答率(テスト) = 0.6995
Generation: 1140. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 1140. 正答率(テスト) = 0.6979
Generation: 1150. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 1150. 正答率(テスト) = 0.6992
Generation: 1160. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1160. 正答率(テスト) = 0.7038
Generation: 1170. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 1170. 正答率(テスト) = 0.6972
Generation: 1180. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 1180. 正答率(テスト) = 0.7022
Generation: 1190. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 1190. 正答率(テスト) = 0.7098
Generation: 1200. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 1200. 正答率(テスト) = 0.7152
Generation: 1210. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 1210. 正答率(テスト) = 0.711
Generation: 1220. 正答率(トレーニング) = 0.6
: 1220. 正答率(テスト) = 0.7156
Generation: 1230. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 1230. 正答率(テスト) = 0.7211
Generation: 1240. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1240. 正答率(テスト) = 0.7229
Generation: 1250. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1250. 正答率(テスト) = 0.7252

Generation: 1260. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 1260. 正答率(テスト) = 0.7251
Generation: 1270. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 1270. 正答率(テスト) = 0.7291
Generation: 1280. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 1280. 正答率(テスト) = 0.7293
Generation: 1290. 正答率(トレーニング) = 0.63
: 1290. 正答率(テスト) = 0.726
Generation: 1300. 正答率(トレーニング) = 0.71
: 1300. 正答率(テスト) = 0.728
Generation: 1310. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1310. 正答率(テスト) = 0.7267
Generation: 1320. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 1320. 正答率(テスト) = 0.7254
Generation: 1330. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 1330. 正答率(テスト) = 0.7241
Generation: 1340. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1340. 正答率(テスト) = 0.7306
Generation: 1350. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 1350. 正答率(テスト) = 0.7334
Generation: 1360. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1360. 正答率(テスト) = 0.7347
Generation: 1370. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1370. 正答率(テスト) = 0.7398
Generation: 1380. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1380. 正答率(テスト) = 0.7426
Generation: 1390. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 1390. 正答率(テスト) = 0.7412
Generation: 1400. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1400. 正答率(テスト) = 0.7364
Generation: 1410. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 1410. 正答率(テスト) = 0.7395
Generation: 1420. 正答率(トレーニング) = 0.71
: 1420. 正答率(テスト) = 0.7447
Generation: 1430. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 1430. 正答率(テスト) = 0.7466
Generation: 1440. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1440. 正答率(テスト) = 0.7489
Generation: 1450. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 1450. 正答率(テスト) = 0.7474
Generation: 1460. 正答率(トレーニング) = 0.67
: 1460. 正答率(テスト) = 0.7439

Generation: 1470. 正答率(トレーニング) = 0.72
: 1470. 正答率(テスト) = 0.7494
Generation: 1480. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1480. 正答率(テスト) = 0.7504
Generation: 1490. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1490. 正答率(テスト) = 0.7518
Generation: 1500. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1500. 正答率(テスト) = 0.7501
Generation: 1510. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 1510. 正答率(テスト) = 0.7487
Generation: 1520. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 1520. 正答率(テスト) = 0.749
Generation: 1530. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 1530. 正答率(テスト) = 0.7508
Generation: 1540. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1540. 正答率(テスト) = 0.7524
Generation: 1550. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1550. 正答率(テスト) = 0.7588
Generation: 1560. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1560. 正答率(テスト) = 0.7576
Generation: 1570. 正答率(トレーニング) = 0.71
: 1570. 正答率(テスト) = 0.7585
Generation: 1580. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1580. 正答率(テスト) = 0.7582
Generation: 1590. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1590. 正答率(テスト) = 0.7607
Generation: 1600. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1600. 正答率(テスト) = 0.7631
Generation: 1610. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 1610. 正答率(テスト) = 0.7654
Generation: 1620. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1620. 正答率(テスト) = 0.7669
Generation: 1630. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1630. 正答率(テスト) = 0.7677
Generation: 1640. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1640. 正答率(テスト) = 0.7667
Generation: 1650. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1650. 正答率(テスト) = 0.7673
Generation: 1660. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1660. 正答率(テスト) = 0.7714
Generation: 1670. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1670. 正答率(テスト) = 0.769

Generation: 1680. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1680. 正答率(テスト) = 0.7707
Generation: 1690. 正答率(トレーニング) = 0.67
: 1690. 正答率(テスト) = 0.773
Generation: 1700. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1700. 正答率(テスト) = 0.7751
Generation: 1710. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 1710. 正答率(テスト) = 0.7749
Generation: 1720. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1720. 正答率(テスト) = 0.7761
Generation: 1730. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1730. 正答率(テスト) = 0.7766
Generation: 1740. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1740. 正答率(テスト) = 0.7721
Generation: 1750. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1750. 正答率(テスト) = 0.7723
Generation: 1760. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 1760. 正答率(テスト) = 0.7741
Generation: 1770. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1770. 正答率(テスト) = 0.7711
Generation: 1780. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1780. 正答率(テスト) = 0.7776
Generation: 1790. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1790. 正答率(テスト) = 0.7777
Generation: 1800. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1800. 正答率(テスト) = 0.7766
Generation: 1810. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1810. 正答率(テスト) = 0.7765
Generation: 1820. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 1820. 正答率(テスト) = 0.7776
Generation: 1830. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1830. 正答率(テスト) = 0.7795
Generation: 1840. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1840. 正答率(テスト) = 0.7787
Generation: 1850. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1850. 正答率(テスト) = 0.7796
Generation: 1860. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1860. 正答率(テスト) = 0.779
Generation: 1870. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1870. 正答率(テスト) = 0.7809
Generation: 1880. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1880. 正答率(テスト) = 0.7774

Generation: 1890. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 1890. 正答率(テスト) = 0.7792
Generation: 1900. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1900. 正答率(テスト) = 0.7826
Generation: 1910. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1910. 正答率(テスト) = 0.7807
Generation: 1920. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1920. 正答率(テスト) = 0.7841
Generation: 1930. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 1930. 正答率(テスト) = 0.7859
Generation: 1940. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1940. 正答率(テスト) = 0.7894
Generation: 1950. 正答率(トレーニング) = 0.72
: 1950. 正答率(テスト) = 0.7872
Generation: 1960. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1960. 正答率(テスト) = 0.7873
Generation: 1970. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1970. 正答率(テスト) = 0.7886
Generation: 1980. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1980. 正答率(テスト) = 0.7866
Generation: 1990. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1990. 正答率(テスト) = 0.7899
Generation: 2000. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 2000. 正答率(テスト) = 0.7919



ReLU - He

```
In [16]: import sys, os
sys.path.append(os.pardir) # 親ディレクトリのファイルをインポートするための設定
import numpy as np
from data.mnist import load_mnist
from PIL import Image
import pickle
from common import functions
import matplotlib.pyplot as plt

# mnistをロード
(x_train, d_train), (x_test, d_test) = load_mnist(normalize=True, one_hot_label=True)
train_size = len(x_train)

print("データ読み込み完了")

# 重み初期値補正係数
weight_init = 0.01
# 入力層サイズ
input_layer_size = 784
# 中間層サイズ
hidden_layer_1_size = 40
hidden_layer_2_size = 20

# 出力層サイズ
output_layer_size = 10
# 繰り返し数
iters_num = 2000
# ミニバッチサイズ
batch_size = 100
# 学習率
learning_rate = 0.1
# 描写頻度
plot_interval=10

# 初期設定
def init_network():
    network = {}

    ##### 変更箇所 #####

    # Heの初期値
```

```

network['W1'] = np.random.randn(input_layer_size, hidden_layer_1_size) / np.sqrt(input_layer_size) * np.sqrt(2)
network['W2'] = np.random.randn(hidden_layer_1_size, hidden_layer_2_size) / np.sqrt(hidden_layer_1_size) * np.sqrt(2)
network['W3'] = np.random.randn(hidden_layer_2_size, output_layer_size) / np.sqrt(hidden_layer_2_size) * np.sqrt(2)

#####

network['b1'] = np.zeros(hidden_layer_1_size)
network['b2'] = np.zeros(hidden_layer_2_size)
network['b3'] = np.zeros(output_layer_size)

return network

# 順伝播
def forward(network, x):
    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']

    ##### 変更箇所 #####

    hidden_f = functions.relu

    #####

    u1 = np.dot(x, W1) + b1
    z1 = hidden_f(u1)
    u2 = np.dot(z1, W2) + b2
    z2 = hidden_f(u2)
    u3 = np.dot(z2, W3) + b3
    y = functions.softmax(u3)

    return z1, z2, y

# 誤差逆伝播
def backward(x, d, z1, z2, y):
    grad = {}

    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']

    ##### 変更箇所 #####

    hidden_d_f = functions.d_relu

```

```
#####

# 出力層でのデルタ
delta3 = functions.d_softmax_with_loss(d, y)
# b3の勾配
grad['b3'] = np.sum(delta3, axis=0)
# W3の勾配
grad['W3'] = np.dot(z2.T, delta3)
# 2層でのデルタ
delta2 = np.dot(delta3, W3.T) * hidden_d_f(z2)
# b2の勾配
grad['b2'] = np.sum(delta2, axis=0)
# W2の勾配
grad['W2'] = np.dot(z1.T, delta2)
# 1層でのデルタ
delta1 = np.dot(delta2, W2.T) * hidden_d_f(z1)
# b1の勾配
grad['b1'] = np.sum(delta1, axis=0)
# W1の勾配
grad['W1'] = np.dot(x.T, delta1)

return grad

# パラメータの初期化
network = init_network()

accuracies_train = []
accuracies_test = []

# 正答率
def accuracy(x, d):
    z1, z2, y = forward(network, x)
    y = np.argmax(y, axis=1)
    if d.ndim != 1 : d = np.argmax(d, axis=1)
    accuracy = np.sum(y == d) / float(x.shape[0])
    return accuracy

for i in range(iters_num):
    # ランダムにバッチを取得
    batch_mask = np.random.choice(train_size, batch_size)
    # ミニバッチに対応する教師訓練画像データを取得
```

```
x_batch = x_train[batch_mask]
# ミニバッチに対応する訓練正解ラベルデータを取得する
d_batch = d_train[batch_mask]

z1, z2, y = forward(network, x_batch)
grad = backward(x_batch, d_batch, z1, z2, y)

if (i+1)%plot_interval==0:
    accr_test = accuracy(x_test, d_test)
    accuracies_test.append(accr_test)

    accr_train = accuracy(x_batch, d_batch)
    accuracies_train.append(accr_train)

    print('Generation: ' + str(i+1) + '. 正答率(トレーニング) = ' + str(accr_train))
    print('          : ' + str(i+1) + '. 正答率(テスト) = ' + str(accr_test))

# パラメータに勾配適用
for key in ('W1', 'W2', 'W3', 'b1', 'b2', 'b3'):
    network[key] -= learning_rate * grad[key]

lists = range(0, iters_num, plot_interval)
plt.plot(lists, accuracies_train, label="training set")
plt.plot(lists, accuracies_test, label="test set")
plt.legend(loc="lower right")
plt.title("accuracy")
plt.xlabel("count")
plt.ylabel("accuracy")
plt.ylim(0, 1.0)
# グラフの表示
plt.show()
```

データ読み込み完了

Generation: 10. 正答率(トレーニング) = 0.41
: 10. 正答率(テスト) = 0.4516
Generation: 20. 正答率(トレーニング) = 0.48
: 20. 正答率(テスト) = 0.5285
Generation: 30. 正答率(トレーニング) = 0.61
: 30. 正答率(テスト) = 0.6455
Generation: 40. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 40. 正答率(テスト) = 0.7649
Generation: 50. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 50. 正答率(テスト) = 0.7768
Generation: 60. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 60. 正答率(テスト) = 0.7939
Generation: 70. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 70. 正答率(テスト) = 0.8238
Generation: 80. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 80. 正答率(テスト) = 0.8492
Generation: 90. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 90. 正答率(テスト) = 0.8507
Generation: 100. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 100. 正答率(テスト) = 0.8575
Generation: 110. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 110. 正答率(テスト) = 0.8697
Generation: 120. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 120. 正答率(テスト) = 0.8742
Generation: 130. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 130. 正答率(テスト) = 0.8791
Generation: 140. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 140. 正答率(テスト) = 0.8532
Generation: 150. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 150. 正答率(テスト) = 0.8864
Generation: 160. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 160. 正答率(テスト) = 0.8828
Generation: 170. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 170. 正答率(テスト) = 0.8836
Generation: 180. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 180. 正答率(テスト) = 0.8881
Generation: 190. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 190. 正答率(テスト) = 0.9004
Generation: 200. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 200. 正答率(テスト) = 0.9045

Generation: 210. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 210. 正答率(テスト) = 0.896
Generation: 220. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 220. 正答率(テスト) = 0.899
Generation: 230. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 230. 正答率(テスト) = 0.885
Generation: 240. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 240. 正答率(テスト) = 0.9035
Generation: 250. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 250. 正答率(テスト) = 0.8999
Generation: 260. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 260. 正答率(テスト) = 0.9059
Generation: 270. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 270. 正答率(テスト) = 0.9017
Generation: 280. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 280. 正答率(テスト) = 0.9044
Generation: 290. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 290. 正答率(テスト) = 0.9051
Generation: 300. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 300. 正答率(テスト) = 0.9039
Generation: 310. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 310. 正答率(テスト) = 0.9096
Generation: 320. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 320. 正答率(テスト) = 0.9066
Generation: 330. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 330. 正答率(テスト) = 0.9095
Generation: 340. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 340. 正答率(テスト) = 0.9108
Generation: 350. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 350. 正答率(テスト) = 0.9153
Generation: 360. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 360. 正答率(テスト) = 0.9128
Generation: 370. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 370. 正答率(テスト) = 0.9096
Generation: 380. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 380. 正答率(テスト) = 0.9168
Generation: 390. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 390. 正答率(テスト) = 0.9173
Generation: 400. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 400. 正答率(テスト) = 0.9139
Generation: 410. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 410. 正答率(テスト) = 0.9113

Generation: 420. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 420. 正答率(テスト) = 0.9149
Generation: 430. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 430. 正答率(テスト) = 0.9215
Generation: 440. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 440. 正答率(テスト) = 0.9233
Generation: 450. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 450. 正答率(テスト) = 0.9204
Generation: 460. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 460. 正答率(テスト) = 0.9216
Generation: 470. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 470. 正答率(テスト) = 0.9211
Generation: 480. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 480. 正答率(テスト) = 0.9199
Generation: 490. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 490. 正答率(テスト) = 0.9197
Generation: 500. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 500. 正答率(テスト) = 0.9155
Generation: 510. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 510. 正答率(テスト) = 0.9237
Generation: 520. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 520. 正答率(テスト) = 0.9259
Generation: 530. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 530. 正答率(テスト) = 0.924
Generation: 540. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 540. 正答率(テスト) = 0.9265
Generation: 550. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 550. 正答率(テスト) = 0.9194
Generation: 560. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 560. 正答率(テスト) = 0.9239
Generation: 570. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 570. 正答率(テスト) = 0.9296
Generation: 580. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 580. 正答率(テスト) = 0.9275
Generation: 590. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 590. 正答率(テスト) = 0.9263
Generation: 600. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 600. 正答率(テスト) = 0.932
Generation: 610. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 610. 正答率(テスト) = 0.9254
Generation: 620. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 620. 正答率(テスト) = 0.9298

Generation: 630. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 630. 正答率(テスト) = 0.9294
Generation: 640. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 640. 正答率(テスト) = 0.9305
Generation: 650. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 650. 正答率(テスト) = 0.9134
Generation: 660. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 660. 正答率(テスト) = 0.9323
Generation: 670. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 670. 正答率(テスト) = 0.9332
Generation: 680. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 680. 正答率(テスト) = 0.9196
Generation: 690. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 690. 正答率(テスト) = 0.9342
Generation: 700. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 700. 正答率(テスト) = 0.9346
Generation: 710. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 710. 正答率(テスト) = 0.9279
Generation: 720. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 720. 正答率(テスト) = 0.9291
Generation: 730. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 730. 正答率(テスト) = 0.935
Generation: 740. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 740. 正答率(テスト) = 0.927
Generation: 750. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 750. 正答率(テスト) = 0.9341
Generation: 760. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 760. 正答率(テスト) = 0.9337
Generation: 770. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 770. 正答率(テスト) = 0.9323
Generation: 780. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 780. 正答率(テスト) = 0.9373
Generation: 790. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 790. 正答率(テスト) = 0.9351
Generation: 800. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 800. 正答率(テスト) = 0.9349
Generation: 810. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 810. 正答率(テスト) = 0.9366
Generation: 820. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 820. 正答率(テスト) = 0.9368
Generation: 830. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 830. 正答率(テスト) = 0.935

Generation: 840. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 840. 正答率(テスト) = 0.9311
Generation: 850. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 850. 正答率(テスト) = 0.9353
Generation: 860. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 860. 正答率(テスト) = 0.9365
Generation: 870. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 870. 正答率(テスト) = 0.9359
Generation: 880. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 880. 正答率(テスト) = 0.9367
Generation: 890. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 890. 正答率(テスト) = 0.9334
Generation: 900. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 900. 正答率(テスト) = 0.9158
Generation: 910. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 910. 正答率(テスト) = 0.9373
Generation: 920. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 920. 正答率(テスト) = 0.9338
Generation: 930. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 930. 正答率(テスト) = 0.9343
Generation: 940. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 940. 正答率(テスト) = 0.9418
Generation: 950. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 950. 正答率(テスト) = 0.9422
Generation: 960. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 960. 正答率(テスト) = 0.9366
Generation: 970. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 970. 正答率(テスト) = 0.941
Generation: 980. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 980. 正答率(テスト) = 0.9369
Generation: 990. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 990. 正答率(テスト) = 0.9419
Generation: 1000. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1000. 正答率(テスト) = 0.9429
Generation: 1010. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1010. 正答率(テスト) = 0.9398
Generation: 1020. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1020. 正答率(テスト) = 0.9356
Generation: 1030. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1030. 正答率(テスト) = 0.9409
Generation: 1040. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1040. 正答率(テスト) = 0.9448

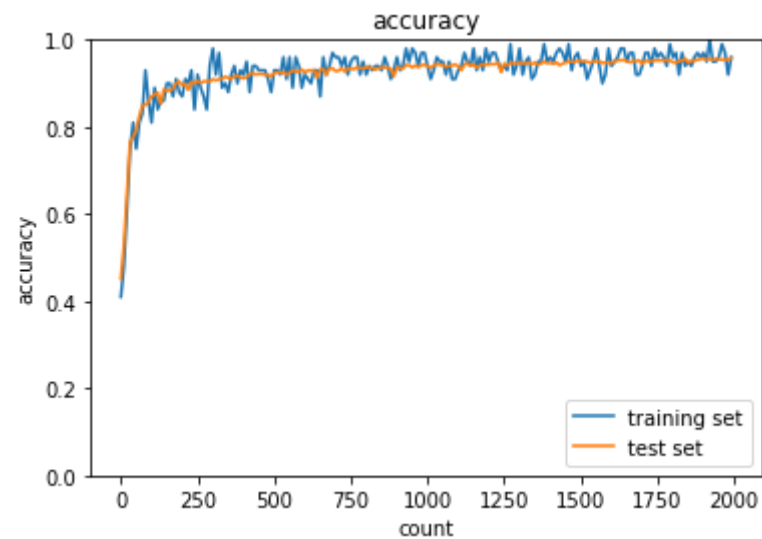
Generation: 1050. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1050. 正答率(テスト) = 0.9427
Generation: 1060. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1060. 正答率(テスト) = 0.9415
Generation: 1070. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1070. 正答率(テスト) = 0.9379
Generation: 1080. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1080. 正答率(テスト) = 0.9404
Generation: 1090. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1090. 正答率(テスト) = 0.9415
Generation: 1100. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1100. 正答率(テスト) = 0.9433
Generation: 1110. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1110. 正答率(テスト) = 0.9395
Generation: 1120. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1120. 正答率(テスト) = 0.9298
Generation: 1130. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1130. 正答率(テスト) = 0.943
Generation: 1140. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1140. 正答率(テスト) = 0.9462
Generation: 1150. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1150. 正答率(テスト) = 0.9401
Generation: 1160. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1160. 正答率(テスト) = 0.9437
Generation: 1170. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1170. 正答率(テスト) = 0.9364
Generation: 1180. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1180. 正答率(テスト) = 0.9407
Generation: 1190. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1190. 正答率(テスト) = 0.9436
Generation: 1200. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1200. 正答率(テスト) = 0.9428
Generation: 1210. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1210. 正答率(テスト) = 0.9436
Generation: 1220. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1220. 正答率(テスト) = 0.9443
Generation: 1230. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1230. 正答率(テスト) = 0.944
Generation: 1240. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1240. 正答率(テスト) = 0.9475
Generation: 1250. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1250. 正答率(テスト) = 0.9255

Generation: 1260. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1260. 正答率(テスト) = 0.9457
Generation: 1270. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1270. 正答率(テスト) = 0.9414
Generation: 1280. 正答率(トレーニング) = 0.99
: 1280. 正答率(テスト) = 0.9464
Generation: 1290. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1290. 正答率(テスト) = 0.9463
Generation: 1300. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1300. 正答率(テスト) = 0.9453
Generation: 1310. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1310. 正答率(テスト) = 0.9471
Generation: 1320. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1320. 正答率(テスト) = 0.9461
Generation: 1330. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1330. 正答率(テスト) = 0.946
Generation: 1340. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1340. 正答率(テスト) = 0.9477
Generation: 1350. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1350. 正答率(テスト) = 0.944
Generation: 1360. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1360. 正答率(テスト) = 0.9478
Generation: 1370. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1370. 正答率(テスト) = 0.9429
Generation: 1380. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1380. 正答率(テスト) = 0.9455
Generation: 1390. 正答率(トレーニング) = 0.99
: 1390. 正答率(テスト) = 0.9504
Generation: 1400. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1400. 正答率(テスト) = 0.9461
Generation: 1410. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1410. 正答率(テスト) = 0.9472
Generation: 1420. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1420. 正答率(テスト) = 0.9447
Generation: 1430. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1430. 正答率(テスト) = 0.9483
Generation: 1440. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1440. 正答率(テスト) = 0.9416
Generation: 1450. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1450. 正答率(テスト) = 0.9454
Generation: 1460. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1460. 正答率(テスト) = 0.9472

Generation: 1470. 正答率(トレーニング) = 0.99
: 1470. 正答率(テスト) = 0.9507
Generation: 1480. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1480. 正答率(テスト) = 0.9495
Generation: 1490. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1490. 正答率(テスト) = 0.95
Generation: 1500. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1500. 正答率(テスト) = 0.9516
Generation: 1510. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1510. 正答率(テスト) = 0.951
Generation: 1520. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1520. 正答率(テスト) = 0.9503
Generation: 1530. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1530. 正答率(テスト) = 0.9503
Generation: 1540. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1540. 正答率(テスト) = 0.9475
Generation: 1550. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1550. 正答率(テスト) = 0.9503
Generation: 1560. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1560. 正答率(テスト) = 0.9506
Generation: 1570. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1570. 正答率(テスト) = 0.9504
Generation: 1580. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1580. 正答率(テスト) = 0.9472
Generation: 1590. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1590. 正答率(テスト) = 0.9481
Generation: 1600. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1600. 正答率(テスト) = 0.947
Generation: 1610. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1610. 正答率(テスト) = 0.9467
Generation: 1620. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1620. 正答率(テスト) = 0.9502
Generation: 1630. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1630. 正答率(テスト) = 0.9528
Generation: 1640. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1640. 正答率(テスト) = 0.9531
Generation: 1650. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1650. 正答率(テスト) = 0.9537
Generation: 1660. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1660. 正答率(テスト) = 0.9505
Generation: 1670. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1670. 正答率(テスト) = 0.948

Generation: 1680. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1680. 正答率(テスト) = 0.9517
Generation: 1690. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1690. 正答率(テスト) = 0.9509
Generation: 1700. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1700. 正答率(テスト) = 0.953
Generation: 1710. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1710. 正答率(テスト) = 0.9448
Generation: 1720. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1720. 正答率(テスト) = 0.9523
Generation: 1730. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1730. 正答率(テスト) = 0.9504
Generation: 1740. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1740. 正答率(テスト) = 0.9505
Generation: 1750. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1750. 正答率(テスト) = 0.9524
Generation: 1760. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1760. 正答率(テスト) = 0.9525
Generation: 1770. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1770. 正答率(テスト) = 0.953
Generation: 1780. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1780. 正答率(テスト) = 0.9521
Generation: 1790. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1790. 正答率(テスト) = 0.9525
Generation: 1800. 正答率(トレーニング) = 0.99
: 1800. 正答率(テスト) = 0.9535
Generation: 1810. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1810. 正答率(テスト) = 0.9484
Generation: 1820. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1820. 正答率(テスト) = 0.947
Generation: 1830. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1830. 正答率(テスト) = 0.9523
Generation: 1840. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1840. 正答率(テスト) = 0.9517
Generation: 1850. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1850. 正答率(テスト) = 0.9571
Generation: 1860. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1860. 正答率(テスト) = 0.9468
Generation: 1870. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1870. 正答率(テスト) = 0.952
Generation: 1880. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1880. 正答率(テスト) = 0.9517

Generation: 1890. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1890. 正答率(テスト) = 0.9544
Generation: 1900. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1900. 正答率(テスト) = 0.9555
Generation: 1910. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1910. 正答率(テスト) = 0.9569
Generation: 1920. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1920. 正答率(テスト) = 0.9553
Generation: 1930. 正答率(トレーニング) = 1.0
: 1930. 正答率(テスト) = 0.9555
Generation: 1940. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1940. 正答率(テスト) = 0.9543
Generation: 1950. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1950. 正答率(テスト) = 0.9558
Generation: 1960. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1960. 正答率(テスト) = 0.9558
Generation: 1970. 正答率(トレーニング) = 0.99
: 1970. 正答率(テスト) = 0.954
Generation: 1980. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1980. 正答率(テスト) = 0.9547
Generation: 1990. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1990. 正答率(テスト) = 0.9542
Generation: 2000. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 2000. 正答率(テスト) = 0.9571



sigmoid - He

```
In [12]: import sys, os
sys.path.append(os.pardir) # 親ディレクトリのファイルをインポートするための設定
import numpy as np
from data.mnist import load_mnist
from PIL import Image
import pickle
from common import functions
import matplotlib.pyplot as plt

# mnistをロード
(x_train, d_train), (x_test, d_test) = load_mnist(normalize=True, one_hot_label=True)
train_size = len(x_train)

print("データ読み込み完了")

#入力層サイズ
input_layer_size = 784
#中間層サイズ
hidden_layer_1_size = 40
hidden_layer_2_size = 20
#出力層サイズ
output_layer_size = 10
# 繰り返し数
iters_num = 2000
# ミニバッチサイズ
batch_size = 100
# 学習率
learning_rate = 0.1
# 描写頻度
plot_interval=10

# 初期設定
def init_network():
    network = {}

    ##### 変更箇所 #####

    # Xavierの初期値
    network['W1'] = np.random.randn(input_layer_size, hidden_layer_1_size) / (np.sqrt(input_layer_size))*np.sqrt(2)
    network['W2'] = np.random.randn(hidden_layer_1_size, hidden_layer_2_size) / (np.sqrt(hidden_layer_1_size))*np.sqrt(2)
    network['W3'] = np.random.randn(hidden_layer_2_size, output_layer_size) / (np.sqrt(hidden_layer_2_size))*np.sqrt(2)
```

```
#####

network['b1'] = np.zeros(hidden_layer_1_size)
network['b2'] = np.zeros(hidden_layer_2_size)
network['b3'] = np.zeros(output_layer_size)

return network

# 順伝播
def forward(network, x):
    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']
    hidden_f = functions.sigmoid

    u1 = np.dot(x, W1) + b1
    z1 = hidden_f(u1)
    u2 = np.dot(z1, W2) + b2
    z2 = hidden_f(u2)
    u3 = np.dot(z2, W3) + b3
    y = functions.softmax(u3)

    return z1, z2, y

# 誤差逆伝播
def backward(x, d, z1, z2, y):
    grad = {}

    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']
    hidden_d_f = functions.d_sigmoid

    # 出力層でのデルタ
    delta3 = functions.d_softmax_with_loss(d, y)
    # b3の勾配
    grad['b3'] = np.sum(delta3, axis=0)
    # W3の勾配
    grad['W3'] = np.dot(z2.T, delta3)
    # 2層でのデルタ
    delta2 = np.dot(delta3, W3.T) * hidden_d_f(z2)
    # b2の勾配
    grad['b2'] = np.sum(delta2, axis=0)
```

```
# W2の勾配
grad['W2'] = np.dot(z1.T, delta2)
# 1層でのデルタ
delta1 = np.dot(delta2, W2.T) * hidden_d_f(z1)
# b1の勾配
grad['b1'] = np.sum(delta1, axis=0)
# W1の勾配
grad['W1'] = np.dot(x.T, delta1)

return grad

# パラメータの初期化
network = init_network()

accuracies_train = []
accuracies_test = []

# 正答率
def accuracy(x, d):
    z1, z2, y = forward(network, x)
    y = np.argmax(y, axis=1)
    if d.ndim != 1 : d = np.argmax(d, axis=1)
    accuracy = np.sum(y == d) / float(x.shape[0])
    return accuracy

for i in range(iters_num):
    # ランダムにバッチを取得
    batch_mask = np.random.choice(train_size, batch_size)
    # ミニバッチに対応する教師訓練画像データを取得
    x_batch = x_train[batch_mask]
    # ミニバッチに対応する訓練正解ラベルデータを取得する
    d_batch = d_train[batch_mask]

    z1, z2, y = forward(network, x_batch)
    grad = backward(x_batch, d_batch, z1, z2, y)

    if (i+1)%plot_interval==0:
        accr_test = accuracy(x_test, d_test)
        accuracies_test.append(accr_test)
```

```
accr_train = accuracy(x_batch, d_batch)
accuracies_train.append(accr_train)

print('Generation: ' + str(i+1) + '. 正答率(トレーニング) = ' + str(accr_train))
print('          : ' + str(i+1) + '. 正答率(テスト) = ' + str(accr_test))

# パラメータに勾配適用
for key in ('W1', 'W2', 'W3', 'b1', 'b2', 'b3'):
    network[key] -= learning_rate * grad[key]

lists = range(0, iters_num, plot_interval)
plt.plot(lists, accuracies_train, label="training set")
plt.plot(lists, accuracies_test, label="test set")
plt.legend(loc="lower right")
plt.title("accuracy")
plt.xlabel("count")
plt.ylabel("accuracy")
plt.ylim(0, 1.0)
# グラフの表示
plt.show()
```

データ読み込み完了

Generation: 10. 正答率(トレーニング) = 0.09
: 10. 正答率(テスト) = 0.0996
Generation: 20. 正答率(トレーニング) = 0.14
: 20. 正答率(テスト) = 0.1137
Generation: 30. 正答率(トレーニング) = 0.18
: 30. 正答率(テスト) = 0.1848
Generation: 40. 正答率(トレーニング) = 0.29
: 40. 正答率(テスト) = 0.2669
Generation: 50. 正答率(トレーニング) = 0.26
: 50. 正答率(テスト) = 0.3164
Generation: 60. 正答率(トレーニング) = 0.22
: 60. 正答率(テスト) = 0.2452
Generation: 70. 正答率(トレーニング) = 0.19
: 70. 正答率(テスト) = 0.2676
Generation: 80. 正答率(トレーニング) = 0.35
: 80. 正答率(テスト) = 0.3045
Generation: 90. 正答率(トレーニング) = 0.34
: 90. 正答率(テスト) = 0.3545
Generation: 100. 正答率(トレーニング) = 0.42
: 100. 正答率(テスト) = 0.4484
Generation: 110. 正答率(トレーニング) = 0.45
: 110. 正答率(テスト) = 0.4157
Generation: 120. 正答率(トレーニング) = 0.63
: 120. 正答率(テスト) = 0.5312
Generation: 130. 正答率(トレーニング) = 0.31
: 130. 正答率(テスト) = 0.3812
Generation: 140. 正答率(トレーニング) = 0.51
: 140. 正答率(テスト) = 0.5061
Generation: 150. 正答率(トレーニング) = 0.46
: 150. 正答率(テスト) = 0.5183
Generation: 160. 正答率(トレーニング) = 0.46
: 160. 正答率(テスト) = 0.4749
Generation: 170. 正答率(トレーニング) = 0.53
: 170. 正答率(テスト) = 0.5441
Generation: 180. 正答率(トレーニング) = 0.47
: 180. 正答率(テスト) = 0.5291
Generation: 190. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 190. 正答率(テスト) = 0.582
Generation: 200. 正答率(トレーニング) = 0.52
: 200. 正答率(テスト) = 0.5887

Generation: 210. 正答率(トレーニング) = 0.67
: 210. 正答率(テスト) = 0.6263
Generation: 220. 正答率(トレーニング) = 0.58
: 220. 正答率(テスト) = 0.6163
Generation: 230. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 230. 正答率(テスト) = 0.6478
Generation: 240. 正答率(トレーニング) = 0.65
: 240. 正答率(テスト) = 0.5807
Generation: 250. 正答率(トレーニング) = 0.49
: 250. 正答率(テスト) = 0.5579
Generation: 260. 正答率(トレーニング) = 0.63
: 260. 正答率(テスト) = 0.5765
Generation: 270. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 270. 正答率(テスト) = 0.5943
Generation: 280. 正答率(トレーニング) = 0.63
: 280. 正答率(テスト) = 0.5781
Generation: 290. 正答率(トレーニング) = 0.6
: 290. 正答率(テスト) = 0.588
Generation: 300. 正答率(トレーニング) = 0.6
: 300. 正答率(テスト) = 0.6035
Generation: 310. 正答率(トレーニング) = 0.6
: 310. 正答率(テスト) = 0.6105
Generation: 320. 正答率(トレーニング) = 0.58
: 320. 正答率(テスト) = 0.5957
Generation: 330. 正答率(トレーニング) = 0.65
: 330. 正答率(テスト) = 0.5996
Generation: 340. 正答率(トレーニング) = 0.68
: 340. 正答率(テスト) = 0.5862
Generation: 350. 正答率(トレーニング) = 0.53
: 350. 正答率(テスト) = 0.6044
Generation: 360. 正答率(トレーニング) = 0.55
: 360. 正答率(テスト) = 0.6314
Generation: 370. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 370. 正答率(テスト) = 0.6426
Generation: 380. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 380. 正答率(テスト) = 0.6195
Generation: 390. 正答率(トレーニング) = 0.64
: 390. 正答率(テスト) = 0.6247
Generation: 400. 正答率(トレーニング) = 0.56
: 400. 正答率(テスト) = 0.6181
Generation: 410. 正答率(トレーニング) = 0.64
: 410. 正答率(テスト) = 0.633

Generation: 420. 正答率(トレーニング) = 0.65
: 420. 正答率(テスト) = 0.6531
Generation: 430. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 430. 正答率(テスト) = 0.6629
Generation: 440. 正答率(トレーニング) = 0.51
: 440. 正答率(テスト) = 0.6493
Generation: 450. 正答率(トレーニング) = 0.63
: 450. 正答率(テスト) = 0.671
Generation: 460. 正答率(トレーニング) = 0.64
: 460. 正答率(テスト) = 0.6589
Generation: 470. 正答率(トレーニング) = 0.72
: 470. 正答率(テスト) = 0.6682
Generation: 480. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 480. 正答率(テスト) = 0.6577
Generation: 490. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 490. 正答率(テスト) = 0.6756
Generation: 500. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 500. 正答率(テスト) = 0.6635
Generation: 510. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 510. 正答率(テスト) = 0.6804
Generation: 520. 正答率(トレーニング) = 0.72
: 520. 正答率(テスト) = 0.6874
Generation: 530. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 530. 正答率(テスト) = 0.6903
Generation: 540. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 540. 正答率(テスト) = 0.7018
Generation: 550. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 550. 正答率(テスト) = 0.7078
Generation: 560. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 560. 正答率(テスト) = 0.7078
Generation: 570. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 570. 正答率(テスト) = 0.704
Generation: 580. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 580. 正答率(テスト) = 0.706
Generation: 590. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 590. 正答率(テスト) = 0.7228
Generation: 600. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 600. 正答率(テスト) = 0.7088
Generation: 610. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 610. 正答率(テスト) = 0.7125
Generation: 620. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 620. 正答率(テスト) = 0.726

Generation: 630. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 630. 正答率(テスト) = 0.7332
Generation: 640. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 640. 正答率(テスト) = 0.7288
Generation: 650. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 650. 正答率(テスト) = 0.7326
Generation: 660. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 660. 正答率(テスト) = 0.7218
Generation: 670. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 670. 正答率(テスト) = 0.7306
Generation: 680. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 680. 正答率(テスト) = 0.732
Generation: 690. 正答率(トレーニング) = 0.66
: 690. 正答率(テスト) = 0.7307
Generation: 700. 正答率(トレーニング) = 0.72
: 700. 正答率(テスト) = 0.7387
Generation: 710. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 710. 正答率(テスト) = 0.7369
Generation: 720. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 720. 正答率(テスト) = 0.7329
Generation: 730. 正答率(トレーニング) = 0.67
: 730. 正答率(テスト) = 0.7361
Generation: 740. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 740. 正答率(テスト) = 0.7404
Generation: 750. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 750. 正答率(テスト) = 0.7406
Generation: 760. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 760. 正答率(テスト) = 0.7518
Generation: 770. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 770. 正答率(テスト) = 0.7487
Generation: 780. 正答率(トレーニング) = 0.69
: 780. 正答率(テスト) = 0.7554
Generation: 790. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 790. 正答率(テスト) = 0.7574
Generation: 800. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 800. 正答率(テスト) = 0.7566
Generation: 810. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 810. 正答率(テスト) = 0.7597
Generation: 820. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 820. 正答率(テスト) = 0.7593
Generation: 830. 正答率(トレーニング) = 0.71
: 830. 正答率(テスト) = 0.7602

Generation: 840. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 840. 正答率(テスト) = 0.7644
Generation: 850. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 850. 正答率(テスト) = 0.7676
Generation: 860. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 860. 正答率(テスト) = 0.7656
Generation: 870. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 870. 正答率(テスト) = 0.7674
Generation: 880. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 880. 正答率(テスト) = 0.7698
Generation: 890. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 890. 正答率(テスト) = 0.7743
Generation: 900. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 900. 正答率(テスト) = 0.7804
Generation: 910. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 910. 正答率(テスト) = 0.7811
Generation: 920. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 920. 正答率(テスト) = 0.782
Generation: 930. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 930. 正答率(テスト) = 0.7813
Generation: 940. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 940. 正答率(テスト) = 0.7824
Generation: 950. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 950. 正答率(テスト) = 0.7851
Generation: 960. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 960. 正答率(テスト) = 0.7832
Generation: 970. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 970. 正答率(テスト) = 0.7823
Generation: 980. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 980. 正答率(テスト) = 0.7858
Generation: 990. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 990. 正答率(テスト) = 0.7862
Generation: 1000. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1000. 正答率(テスト) = 0.7888
Generation: 1010. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 1010. 正答率(テスト) = 0.7907
Generation: 1020. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1020. 正答率(テスト) = 0.7898
Generation: 1030. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1030. 正答率(テスト) = 0.7946
Generation: 1040. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1040. 正答率(テスト) = 0.7908

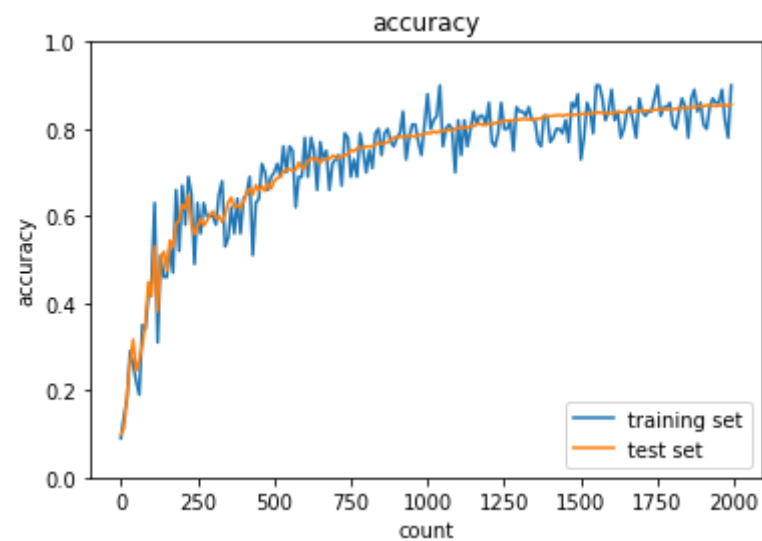
Generation: 1050. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1050. 正答率(テスト) = 0.7952
Generation: 1060. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1060. 正答率(テスト) = 0.7961
Generation: 1070. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1070. 正答率(テスト) = 0.7959
Generation: 1080. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1080. 正答率(テスト) = 0.7977
Generation: 1090. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1090. 正答率(テスト) = 0.7964
Generation: 1100. 正答率(トレーニング) = 0.7
: 1100. 正答率(テスト) = 0.8006
Generation: 1110. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1110. 正答率(テスト) = 0.8021
Generation: 1120. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 1120. 正答率(テスト) = 0.8027
Generation: 1130. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1130. 正答率(テスト) = 0.8035
Generation: 1140. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1140. 正答率(テスト) = 0.803
Generation: 1150. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1150. 正答率(テスト) = 0.806
Generation: 1160. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1160. 正答率(テスト) = 0.8062
Generation: 1170. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1170. 正答率(テスト) = 0.8106
Generation: 1180. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1180. 正答率(テスト) = 0.8121
Generation: 1190. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1190. 正答率(テスト) = 0.8089
Generation: 1200. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1200. 正答率(テスト) = 0.81
Generation: 1210. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1210. 正答率(テスト) = 0.812
Generation: 1220. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1220. 正答率(テスト) = 0.8106
Generation: 1230. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1230. 正答率(テスト) = 0.8137
Generation: 1240. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1240. 正答率(テスト) = 0.8155
Generation: 1250. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1250. 正答率(テスト) = 0.8163

Generation: 1260. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1260. 正答率(テスト) = 0.8185
Generation: 1270. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1270. 正答率(テスト) = 0.819
Generation: 1280. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1280. 正答率(テスト) = 0.8186
Generation: 1290. 正答率(トレーニング) = 0.75
: 1290. 正答率(テスト) = 0.82
Generation: 1300. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1300. 正答率(テスト) = 0.8205
Generation: 1310. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1310. 正答率(テスト) = 0.8218
Generation: 1320. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1320. 正答率(テスト) = 0.8227
Generation: 1330. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1330. 正答率(テスト) = 0.8219
Generation: 1340. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1340. 正答率(テスト) = 0.8222
Generation: 1350. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1350. 正答率(テスト) = 0.8214
Generation: 1360. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1360. 正答率(テスト) = 0.8218
Generation: 1370. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1370. 正答率(テスト) = 0.8233
Generation: 1380. 正答率(トレーニング) = 0.76
: 1380. 正答率(テスト) = 0.8239
Generation: 1390. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1390. 正答率(テスト) = 0.8295
Generation: 1400. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1400. 正答率(テスト) = 0.8283
Generation: 1410. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1410. 正答率(テスト) = 0.8293
Generation: 1420. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1420. 正答率(テスト) = 0.8301
Generation: 1430. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1430. 正答率(テスト) = 0.8308
Generation: 1440. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1440. 正答率(テスト) = 0.832
Generation: 1450. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1450. 正答率(テスト) = 0.8301
Generation: 1460. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1460. 正答率(テスト) = 0.832

Generation: 1470. 正答率(トレーニング) = 0.77
: 1470. 正答率(テスト) = 0.8332
Generation: 1480. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1480. 正答率(テスト) = 0.8319
Generation: 1490. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1490. 正答率(テスト) = 0.8324
Generation: 1500. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 1500. 正答率(テスト) = 0.8333
Generation: 1510. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 1510. 正答率(テスト) = 0.8342
Generation: 1520. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1520. 正答率(テスト) = 0.8346
Generation: 1530. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1530. 正答率(テスト) = 0.8336
Generation: 1540. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1540. 正答率(テスト) = 0.8353
Generation: 1550. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 1550. 正答率(テスト) = 0.8364
Generation: 1560. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1560. 正答率(テスト) = 0.837
Generation: 1570. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1570. 正答率(テスト) = 0.8381
Generation: 1580. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1580. 正答率(テスト) = 0.8367
Generation: 1590. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1590. 正答率(テスト) = 0.8367
Generation: 1600. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1600. 正答率(テスト) = 0.8344
Generation: 1610. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 1610. 正答率(テスト) = 0.8365
Generation: 1620. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1620. 正答率(テスト) = 0.8373
Generation: 1630. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1630. 正答率(テスト) = 0.8376
Generation: 1640. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1640. 正答率(テスト) = 0.8391
Generation: 1650. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1650. 正答率(テスト) = 0.8374
Generation: 1660. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1660. 正答率(テスト) = 0.8399
Generation: 1670. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1670. 正答率(テスト) = 0.8397

Generation: 1680. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1680. 正答率(テスト) = 0.8394
Generation: 1690. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1690. 正答率(テスト) = 0.8411
Generation: 1700. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1700. 正答率(テスト) = 0.8415
Generation: 1710. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1710. 正答率(テスト) = 0.8421
Generation: 1720. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1720. 正答率(テスト) = 0.8415
Generation: 1730. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1730. 正答率(テスト) = 0.8428
Generation: 1740. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1740. 正答率(テスト) = 0.8422
Generation: 1750. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1750. 正答率(テスト) = 0.8441
Generation: 1760. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1760. 正答率(テスト) = 0.8442
Generation: 1770. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 1770. 正答率(テスト) = 0.8441
Generation: 1780. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1780. 正答率(テスト) = 0.8447
Generation: 1790. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1790. 正答率(テスト) = 0.8443
Generation: 1800. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1800. 正答率(テスト) = 0.8451
Generation: 1810. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1810. 正答率(テスト) = 0.8454
Generation: 1820. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1820. 正答率(テスト) = 0.8463
Generation: 1830. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1830. 正答率(テスト) = 0.8473
Generation: 1840. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1840. 正答率(テスト) = 0.8477
Generation: 1850. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1850. 正答率(テスト) = 0.848
Generation: 1860. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1860. 正答率(テスト) = 0.8479
Generation: 1870. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1870. 正答率(テスト) = 0.8488
Generation: 1880. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 1880. 正答率(テスト) = 0.8499

Generation: 1890. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 1890. 正答率(テスト) = 0.8518
Generation: 1900. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1900. 正答率(テスト) = 0.8517
Generation: 1910. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 1910. 正答率(テスト) = 0.8517
Generation: 1920. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 1920. 正答率(テスト) = 0.8544
Generation: 1930. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 1930. 正答率(テスト) = 0.8546
Generation: 1940. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 1940. 正答率(テスト) = 0.8534
Generation: 1950. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1950. 正答率(テスト) = 0.8522
Generation: 1960. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 1960. 正答率(テスト) = 0.8533
Generation: 1970. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 1970. 正答率(テスト) = 0.8551
Generation: 1980. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 1980. 正答率(テスト) = 0.8549
Generation: 1990. 正答率(トレーニング) = 0.78
: 1990. 正答率(テスト) = 0.8531
Generation: 2000. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 2000. 正答率(テスト) = 0.8563



ReLU - Xavier

```
In [13]: import sys, os
sys.path.append(os.pardir) # 親ディレクトリのファイルをインポートするための設定
import numpy as np
from data.mnist import load_mnist
from PIL import Image
import pickle
from common import functions
import matplotlib.pyplot as plt

# mnistをロード
(x_train, d_train), (x_test, d_test) = load_mnist(normalize=True, one_hot_label=True)
train_size = len(x_train)

print("データ読み込み完了")

# 重み初期値補正係数
weight_init = 0.01
# 入力層サイズ
input_layer_size = 784
# 中間層サイズ
hidden_layer_1_size = 40
hidden_layer_2_size = 20

# 出力層サイズ
output_layer_size = 10
# 繰り返し数
iters_num = 2000
# ミニバッチサイズ
batch_size = 100
# 学習率
learning_rate = 0.1
# 描写頻度
plot_interval=10

# 初期設定
def init_network():
    network = {}

    ##### 変更箇所 #####

    # Heの初期値
```

```

network['W1'] = np.random.randn(input_layer_size, hidden_layer_1_size) / np.sqrt(input_layer_size)
network['W2'] = np.random.randn(hidden_layer_1_size, hidden_layer_2_size) / np.sqrt(hidden_layer_1_size)
network['W3'] = np.random.randn(hidden_layer_2_size, output_layer_size) / np.sqrt(hidden_layer_2_size)

#####

network['b1'] = np.zeros(hidden_layer_1_size)
network['b2'] = np.zeros(hidden_layer_2_size)
network['b3'] = np.zeros(output_layer_size)

return network

# 順伝播
def forward(network, x):
    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']

    ##### 変更箇所 #####

    hidden_f = functions.relu

    #####

    u1 = np.dot(x, W1) + b1
    z1 = hidden_f(u1)
    u2 = np.dot(z1, W2) + b2
    z2 = hidden_f(u2)
    u3 = np.dot(z2, W3) + b3
    y = functions.softmax(u3)

    return z1, z2, y

# 誤差逆伝播
def backward(x, d, z1, z2, y):
    grad = {}

    W1, W2, W3 = network['W1'], network['W2'], network['W3']
    b1, b2, b3 = network['b1'], network['b2'], network['b3']

    ##### 変更箇所 #####

    hidden_d_f = functions.d_relu

```

```
#####

# 出力層でのデルタ
delta3 = functions.d_softmax_with_loss(d, y)
# b3の勾配
grad['b3'] = np.sum(delta3, axis=0)
# W3の勾配
grad['W3'] = np.dot(z2.T, delta3)
# 2層でのデルタ
delta2 = np.dot(delta3, W3.T) * hidden_d_f(z2)
# b2の勾配
grad['b2'] = np.sum(delta2, axis=0)
# W2の勾配
grad['W2'] = np.dot(z1.T, delta2)
# 1層でのデルタ
delta1 = np.dot(delta2, W2.T) * hidden_d_f(z1)
# b1の勾配
grad['b1'] = np.sum(delta1, axis=0)
# W1の勾配
grad['W1'] = np.dot(x.T, delta1)

return grad

# パラメータの初期化
network = init_network()

accuracies_train = []
accuracies_test = []

# 正答率
def accuracy(x, d):
    z1, z2, y = forward(network, x)
    y = np.argmax(y, axis=1)
    if d.ndim != 1 : d = np.argmax(d, axis=1)
    accuracy = np.sum(y == d) / float(x.shape[0])
    return accuracy

for i in range(iters_num):
    # ランダムにバッチを取得
    batch_mask = np.random.choice(train_size, batch_size)
    # ミニバッチに対応する教師訓練画像データを取得
```

```
x_batch = x_train[batch_mask]
# ミニバッチに対応する訓練正解ラベルデータを取得する
d_batch = d_train[batch_mask]

z1, z2, y = forward(network, x_batch)
grad = backward(x_batch, d_batch, z1, z2, y)

if (i+1)%plot_interval==0:
    accr_test = accuracy(x_test, d_test)
    accuracies_test.append(accr_test)

    accr_train = accuracy(x_batch, d_batch)
    accuracies_train.append(accr_train)

    print('Generation: ' + str(i+1) + '. 正答率(トレーニング) = ' + str(accr_train))
    print('          : ' + str(i+1) + '. 正答率(テスト) = ' + str(accr_test))

# パラメータに勾配適用
for key in ('W1', 'W2', 'W3', 'b1', 'b2', 'b3'):
    network[key] -= learning_rate * grad[key]

lists = range(0, iters_num, plot_interval)
plt.plot(lists, accuracies_train, label="training set")
plt.plot(lists, accuracies_test, label="test set")
plt.legend(loc="lower right")
plt.title("accuracy")
plt.xlabel("count")
plt.ylabel("accuracy")
plt.ylim(0, 1.0)
# グラフの表示
plt.show()
```

データ読み込み完了

Generation: 10. 正答率(トレーニング) = 0.27
: 10. 正答率(テスト) = 0.2107
Generation: 20. 正答率(トレーニング) = 0.3
: 20. 正答率(テスト) = 0.3259
Generation: 30. 正答率(トレーニング) = 0.52
: 30. 正答率(テスト) = 0.5683
Generation: 40. 正答率(トレーニング) = 0.62
: 40. 正答率(テスト) = 0.6893
Generation: 50. 正答率(トレーニング) = 0.79
: 50. 正答率(テスト) = 0.7512
Generation: 60. 正答率(トレーニング) = 0.74
: 60. 正答率(テスト) = 0.741
Generation: 70. 正答率(トレーニング) = 0.73
: 70. 正答率(テスト) = 0.7534
Generation: 80. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 80. 正答率(テスト) = 0.7849
Generation: 90. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 90. 正答率(テスト) = 0.819
Generation: 100. 正答率(トレーニング) = 0.82
: 100. 正答率(テスト) = 0.8406
Generation: 110. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 110. 正答率(テスト) = 0.8345
Generation: 120. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 120. 正答率(テスト) = 0.8601
Generation: 130. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 130. 正答率(テスト) = 0.837
Generation: 140. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 140. 正答率(テスト) = 0.8667
Generation: 150. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 150. 正答率(テスト) = 0.8663
Generation: 160. 正答率(トレーニング) = 0.8
: 160. 正答率(テスト) = 0.8847
Generation: 170. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 170. 正答率(テスト) = 0.8829
Generation: 180. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 180. 正答率(テスト) = 0.8781
Generation: 190. 正答率(トレーニング) = 0.83
: 190. 正答率(テスト) = 0.8685
Generation: 200. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 200. 正答率(テスト) = 0.8815

Generation: 210. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 210. 正答率(テスト) = 0.8691
Generation: 220. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 220. 正答率(テスト) = 0.8926
Generation: 230. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 230. 正答率(テスト) = 0.8855
Generation: 240. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 240. 正答率(テスト) = 0.8972
Generation: 250. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 250. 正答率(テスト) = 0.8937
Generation: 260. 正答率(トレーニング) = 0.84
: 260. 正答率(テスト) = 0.8927
Generation: 270. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 270. 正答率(テスト) = 0.8859
Generation: 280. 正答率(トレーニング) = 0.81
: 280. 正答率(テスト) = 0.8914
Generation: 290. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 290. 正答率(テスト) = 0.8971
Generation: 300. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 300. 正答率(テスト) = 0.8995
Generation: 310. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 310. 正答率(テスト) = 0.9073
Generation: 320. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 320. 正答率(テスト) = 0.8947
Generation: 330. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 330. 正答率(テスト) = 0.9069
Generation: 340. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 340. 正答率(テスト) = 0.9013
Generation: 350. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 350. 正答率(テスト) = 0.9084
Generation: 360. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 360. 正答率(テスト) = 0.911
Generation: 370. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 370. 正答率(テスト) = 0.91
Generation: 380. 正答率(トレーニング) = 0.89
: 380. 正答率(テスト) = 0.9076
Generation: 390. 正答率(トレーニング) = 0.86
: 390. 正答率(テスト) = 0.9096
Generation: 400. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 400. 正答率(テスト) = 0.9105
Generation: 410. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 410. 正答率(テスト) = 0.9169

Generation: 420. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 420. 正答率(テスト) = 0.9109
Generation: 430. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 430. 正答率(テスト) = 0.9146
Generation: 440. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 440. 正答率(テスト) = 0.9127
Generation: 450. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 450. 正答率(テスト) = 0.9098
Generation: 460. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 460. 正答率(テスト) = 0.9163
Generation: 470. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 470. 正答率(テスト) = 0.9159
Generation: 480. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 480. 正答率(テスト) = 0.9151
Generation: 490. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 490. 正答率(テスト) = 0.9189
Generation: 500. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 500. 正答率(テスト) = 0.9204
Generation: 510. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 510. 正答率(テスト) = 0.9157
Generation: 520. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 520. 正答率(テスト) = 0.9169
Generation: 530. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 530. 正答率(テスト) = 0.9177
Generation: 540. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 540. 正答率(テスト) = 0.9182
Generation: 550. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 550. 正答率(テスト) = 0.9211
Generation: 560. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 560. 正答率(テスト) = 0.9217
Generation: 570. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 570. 正答率(テスト) = 0.917
Generation: 580. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 580. 正答率(テスト) = 0.9171
Generation: 590. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 590. 正答率(テスト) = 0.9254
Generation: 600. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 600. 正答率(テスト) = 0.9233
Generation: 610. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 610. 正答率(テスト) = 0.9177
Generation: 620. 正答率(トレーニング) = 0.85
: 620. 正答率(テスト) = 0.9232

Generation: 630. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 630. 正答率(テスト) = 0.9151
Generation: 640. 正答率(トレーニング) = 0.88
: 640. 正答率(テスト) = 0.9191
Generation: 650. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 650. 正答率(テスト) = 0.929
Generation: 660. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 660. 正答率(テスト) = 0.9263
Generation: 670. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 670. 正答率(テスト) = 0.9252
Generation: 680. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 680. 正答率(テスト) = 0.9302
Generation: 690. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 690. 正答率(テスト) = 0.9291
Generation: 700. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 700. 正答率(テスト) = 0.9297
Generation: 710. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 710. 正答率(テスト) = 0.9214
Generation: 720. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 720. 正答率(テスト) = 0.9234
Generation: 730. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 730. 正答率(テスト) = 0.9329
Generation: 740. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 740. 正答率(テスト) = 0.9319
Generation: 750. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 750. 正答率(テスト) = 0.9277
Generation: 760. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 760. 正答率(テスト) = 0.9313
Generation: 770. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 770. 正答率(テスト) = 0.9304
Generation: 780. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 780. 正答率(テスト) = 0.9277
Generation: 790. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 790. 正答率(テスト) = 0.9339
Generation: 800. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 800. 正答率(テスト) = 0.9279
Generation: 810. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 810. 正答率(テスト) = 0.9353
Generation: 820. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 820. 正答率(テスト) = 0.934
Generation: 830. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 830. 正答率(テスト) = 0.9349

Generation: 840. 正答率(トレーニング) = 0.87
: 840. 正答率(テスト) = 0.9296
Generation: 850. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 850. 正答率(テスト) = 0.9291
Generation: 860. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 860. 正答率(テスト) = 0.9341
Generation: 870. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 870. 正答率(テスト) = 0.9296
Generation: 880. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 880. 正答率(テスト) = 0.9314
Generation: 890. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 890. 正答率(テスト) = 0.9359
Generation: 900. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 900. 正答率(テスト) = 0.93
Generation: 910. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 910. 正答率(テスト) = 0.9349
Generation: 920. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 920. 正答率(テスト) = 0.934
Generation: 930. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 930. 正答率(テスト) = 0.9347
Generation: 940. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 940. 正答率(テスト) = 0.9232
Generation: 950. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 950. 正答率(テスト) = 0.9328
Generation: 960. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 960. 正答率(テスト) = 0.9282
Generation: 970. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 970. 正答率(テスト) = 0.9375
Generation: 980. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 980. 正答率(テスト) = 0.9326
Generation: 990. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 990. 正答率(テスト) = 0.9349
Generation: 1000. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1000. 正答率(テスト) = 0.9383
Generation: 1010. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1010. 正答率(テスト) = 0.9352
Generation: 1020. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1020. 正答率(テスト) = 0.9416
Generation: 1030. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1030. 正答率(テスト) = 0.9383
Generation: 1040. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1040. 正答率(テスト) = 0.9385

Generation: 1050. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1050. 正答率(テスト) = 0.9401
Generation: 1060. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1060. 正答率(テスト) = 0.9364
Generation: 1070. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1070. 正答率(テスト) = 0.9358
Generation: 1080. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1080. 正答率(テスト) = 0.9338
Generation: 1090. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1090. 正答率(テスト) = 0.9394
Generation: 1100. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1100. 正答率(テスト) = 0.9389
Generation: 1110. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1110. 正答率(テスト) = 0.9269
Generation: 1120. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1120. 正答率(テスト) = 0.9366
Generation: 1130. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1130. 正答率(テスト) = 0.9348
Generation: 1140. 正答率(トレーニング) = 0.99
: 1140. 正答率(テスト) = 0.9408
Generation: 1150. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1150. 正答率(テスト) = 0.9378
Generation: 1160. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1160. 正答率(テスト) = 0.9374
Generation: 1170. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1170. 正答率(テスト) = 0.9431
Generation: 1180. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1180. 正答率(テスト) = 0.9423
Generation: 1190. 正答率(トレーニング) = 0.9
: 1190. 正答率(テスト) = 0.932
Generation: 1200. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1200. 正答率(テスト) = 0.9433
Generation: 1210. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1210. 正答率(テスト) = 0.9417
Generation: 1220. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1220. 正答率(テスト) = 0.9395
Generation: 1230. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1230. 正答率(テスト) = 0.9409
Generation: 1240. 正答率(トレーニング) = 1.0
: 1240. 正答率(テスト) = 0.9448
Generation: 1250. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1250. 正答率(テスト) = 0.9436

Generation: 1260. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1260. 正答率(テスト) = 0.9402
Generation: 1270. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1270. 正答率(テスト) = 0.936
Generation: 1280. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1280. 正答率(テスト) = 0.9413
Generation: 1290. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1290. 正答率(テスト) = 0.9445
Generation: 1300. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1300. 正答率(テスト) = 0.9408
Generation: 1310. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1310. 正答率(テスト) = 0.9441
Generation: 1320. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1320. 正答率(テスト) = 0.9392
Generation: 1330. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1330. 正答率(テスト) = 0.9372
Generation: 1340. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1340. 正答率(テスト) = 0.9453
Generation: 1350. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1350. 正答率(テスト) = 0.9423
Generation: 1360. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1360. 正答率(テスト) = 0.9437
Generation: 1370. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1370. 正答率(テスト) = 0.943
Generation: 1380. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1380. 正答率(テスト) = 0.9419
Generation: 1390. 正答率(トレーニング) = 0.99
: 1390. 正答率(テスト) = 0.9464
Generation: 1400. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1400. 正答率(テスト) = 0.9465
Generation: 1410. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1410. 正答率(テスト) = 0.9447
Generation: 1420. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1420. 正答率(テスト) = 0.9439
Generation: 1430. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1430. 正答率(テスト) = 0.9386
Generation: 1440. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1440. 正答率(テスト) = 0.9423
Generation: 1450. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1450. 正答率(テスト) = 0.9437
Generation: 1460. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1460. 正答率(テスト) = 0.9439

Generation: 1470. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1470. 正答率(テスト) = 0.9456
Generation: 1480. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1480. 正答率(テスト) = 0.9471
Generation: 1490. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1490. 正答率(テスト) = 0.9481
Generation: 1500. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1500. 正答率(テスト) = 0.9464
Generation: 1510. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1510. 正答率(テスト) = 0.9453
Generation: 1520. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1520. 正答率(テスト) = 0.9468
Generation: 1530. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1530. 正答率(テスト) = 0.9474
Generation: 1540. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1540. 正答率(テスト) = 0.9485
Generation: 1550. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1550. 正答率(テスト) = 0.9489
Generation: 1560. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1560. 正答率(テスト) = 0.9422
Generation: 1570. 正答率(トレーニング) = 1.0
: 1570. 正答率(テスト) = 0.9463
Generation: 1580. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1580. 正答率(テスト) = 0.9472
Generation: 1590. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1590. 正答率(テスト) = 0.9458
Generation: 1600. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1600. 正答率(テスト) = 0.9446
Generation: 1610. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1610. 正答率(テスト) = 0.9458
Generation: 1620. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1620. 正答率(テスト) = 0.9481
Generation: 1630. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1630. 正答率(テスト) = 0.9487
Generation: 1640. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1640. 正答率(テスト) = 0.9495
Generation: 1650. 正答率(トレーニング) = 0.91
: 1650. 正答率(テスト) = 0.949
Generation: 1660. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1660. 正答率(テスト) = 0.9495
Generation: 1670. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1670. 正答率(テスト) = 0.9446

Generation: 1680. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1680. 正答率(テスト) = 0.9472
Generation: 1690. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1690. 正答率(テスト) = 0.9448
Generation: 1700. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1700. 正答率(テスト) = 0.9514
Generation: 1710. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1710. 正答率(テスト) = 0.9423
Generation: 1720. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1720. 正答率(テスト) = 0.9511
Generation: 1730. 正答率(トレーニング) = 0.99
: 1730. 正答率(テスト) = 0.9524
Generation: 1740. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1740. 正答率(テスト) = 0.9502
Generation: 1750. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1750. 正答率(テスト) = 0.9517
Generation: 1760. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1760. 正答率(テスト) = 0.9491
Generation: 1770. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1770. 正答率(テスト) = 0.9497
Generation: 1780. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1780. 正答率(テスト) = 0.9507
Generation: 1790. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1790. 正答率(テスト) = 0.9516
Generation: 1800. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1800. 正答率(テスト) = 0.951
Generation: 1810. 正答率(トレーニング) = 0.94
: 1810. 正答率(テスト) = 0.9507
Generation: 1820. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1820. 正答率(テスト) = 0.9512
Generation: 1830. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1830. 正答率(テスト) = 0.9499
Generation: 1840. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1840. 正答率(テスト) = 0.9521
Generation: 1850. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1850. 正答率(テスト) = 0.9511
Generation: 1860. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1860. 正答率(テスト) = 0.9502
Generation: 1870. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1870. 正答率(テスト) = 0.9529
Generation: 1880. 正答率(トレーニング) = 0.96
: 1880. 正答率(テスト) = 0.9521

Generation: 1890. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1890. 正答率(テスト) = 0.9431
Generation: 1900. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1900. 正答率(テスト) = 0.9526
Generation: 1910. 正答率(トレーニング) = 0.97
: 1910. 正答率(テスト) = 0.9514
Generation: 1920. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1920. 正答率(テスト) = 0.9496
Generation: 1930. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1930. 正答率(テスト) = 0.951
Generation: 1940. 正答率(トレーニング) = 0.93
: 1940. 正答率(テスト) = 0.9491
Generation: 1950. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1950. 正答率(テスト) = 0.9474
Generation: 1960. 正答率(トレーニング) = 0.95
: 1960. 正答率(テスト) = 0.9525
Generation: 1970. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 1970. 正答率(テスト) = 0.9512
Generation: 1980. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1980. 正答率(テスト) = 0.9518
Generation: 1990. 正答率(トレーニング) = 0.92
: 1990. 正答率(テスト) = 0.9514
Generation: 2000. 正答率(トレーニング) = 0.98
: 2000. 正答率(テスト) = 0.952

