通信理論に特化した深層学習
第7回ゼミ資料
TensorFlow 2 入門

豊橋技術科学大学
電気・電子情報工学系
准教授　竹内啓悟

簡単な学習例

MNISTデータ

0～9の手書き数字の答え付画像データ（28×28ピクセル、ピクセル値0～255）

訓練用データ60000個、評価用データ10000個

学習目標

未知の画像データの正答率が最大になるように、2層全結合型順伝播ネットワークの重みとバイアスを学習したい。

学習方法

- 訓練用データ中の10000個を学習時の検証用データとして使用
- 損失関数に交差エントロピーを使用
- 中間層にReLU、出力層にSoft Max関数を使用
- Adamによる誤差逆伝播法
- エポック数20、ミニバッチサイズ100

参考URL

https://www.tensorflow.org/tutorials/quickstart/beginner

Pythonコーディング規約

可読性を高めるために、Pythonではコーディング規約が定められている。

主な規約

- インデントは半角スペース4つ
- 最上位層の関数やクラス間の空行は、2行
- クラス内のメソッド間の空行は、1行
- 「,」の後に単語が続く場合は半角スペース（英語の標準記法）
- {=, +, -}の前後には半角スペースを入れる
- *や/の前後にはスペースを入れない方がよい
- クラス名は、単語の頭文字を大文字にし、単語同士を直接つなぐ
- 関数（メソッド）名や変数は小文字の単語をアンダースコアでつなぐ
- 定数はすべて大文字の単語をアンダースコアでつなぐ

https://pep8-ja.readthedocs.io/ja/latest/

ソースコード例

以降のページに示すコードを単一ファイル***.pyに順に記述し、
以下のコマンドを実行せよ。

python3 ***.py

TensorFlowのインポート

Pythonでは以下のように記述する。

```
import os
os.environ['TF_CPP_MIN_LOG_LEVEL'] = '2'

import tensorflow as tf
```

Cで言うインクルードと同じ。

最初のインポートは、警告メッセージを非表示にするための記述

学習結果を出力する関数plot_weights

```
def plot_weights(weights):
    T = int(len(weights)/2)
    #層の数Tを計算
    with open('weight.txt', mode = 'w') as f:
        for t in range(T):
            print('W' + str(t + 1), file = f)
            print(weights[2*t], file = f)
            print('b' + str(t + 1), file = f)
            print(weights[2*t + 1], file = f)
```

入力　後述するmodel.get_weightsメソッドの出力

機能　T層ニューラルネットワークに対して、入力層から出力層に向かって重みとバイアスの学習結果(W1, b1), ..., (WT, bT)をファイルweight.txtに書き出す。

Pythonでは、Cにおける{}ではなく、インデント（半角スペース4つ）で各命令の区切り位置を指定する。

学習曲線を出力する関数plot_history

```
def plot_history(training_history):
    history_dict = training_history.history
    loss_his = history_dict['loss']
    val_loss_his = history_dict['val_loss']
    acc_his = history_dict['accuracy']
    val_acc_his = history_dict['val_accuracy']

    with open('data.txt', mode = 'w') as f:
        for i in range(len(loss_his)):
            print(i + 1, loss_his[i], val_loss_his[i], acc_his[i], val_acc_his[i], file = f)
```

入力　後述するmodel.fitメソッドが出力するクラスtraining_history

機能　外部ソフトを使ってグラフを作成するためのデータをdata.txtファイルに書き込む。各列は以下の通り。

エポック数, 損失(訓練用), 損失(検証用), 正答率(訓練用), 正答率(検証用)

MNISTデータの取り込みとデータの前処理

```
mnist = tf.keras.datasets.mnist
#WebからMNISTデータをダウンロード

(x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()
#(訓練用画像, 答え), (評価用画像, 答え)
x_train, x_test = x_train/255.0, x_test/255.0
#ピクセル値を0～255から、区間[0, 1]の値に変換

x_val = x_train[:10000]
partial_x_train = x_train[10000:]
y_val = y_train[:10000]
partial_y_train = y_train[10000:]
#訓練用データ60000個の最初の10000個を検証用に利用
```

[m:n]はm番目からn-1番目までの要素を指定する。

ネットワークの構築と学習方法の設定

```
model = tf.keras.models.Sequential([
  #28 × 28の2次元データを784個の1次元データに変換
  tf.keras.layers.Flatten(input_shape = (28, 28)),
  #128個のReLUを持つ全結合型の中間層
  tf.keras.layers.Dense(128, activation = 'relu'),
  #0～9に対応する10個のノード(Soft Max関数を使用)を持つ出力層
  tf.keras.layers.Dense(10, activation = 'softmax')])

model.compile(
  optimizer = 'adam',
  loss = 'sparse_categorical_crossentropy',
  metrics = ['accuracy']
)
#Adamによる誤差逆伝播、交差エントロピー誤差関数、
#性能評価は正答率
```

上記のように、()内では改行してコードを見やすくして良い。

学習の実行と学習結果の表示

```
BATCH_SIZE = 100
#デフォルトは32だが、計算時間の都合で100に設定
#訓練用、検証用、評価用データサイズのすべてを割り切る値が良い

training_history = model.fit(
  partial_x_train, partial_y_train,
  epochs = 20, batch_size = BATCH_SIZE,
  validation_data = (x_val, y_val))
#エポック数を20にして学習を実行

plot_history(training_history)
#学習曲線データを出力

weights = model.get_weights()
plot_weights(weights)
#学習後の重みを出力
```

評価結果の出力

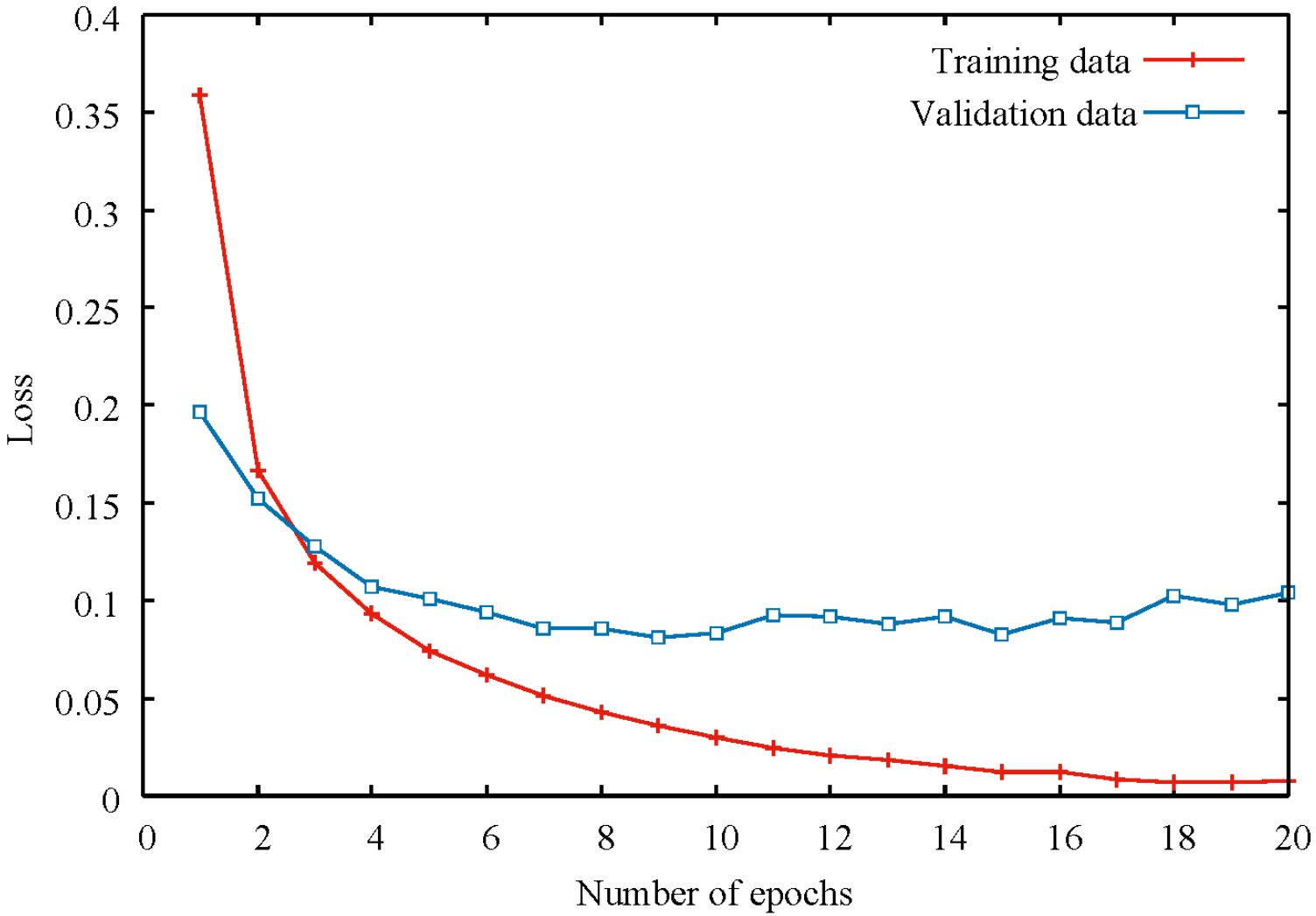
```
test_loss, test_acc = model.evaluate(
  x_test, y_test,
  batch_size = BATCH_SIZE)

print(test_loss, test_acc)
#評価用データによる損失と正答率を出力
```

並列計算に関わる問題で、本来必要ないはずの評価でも、

batch_sizeを指定できる。

一度に処理する評価用データの数を表し、
学習時に使用したbatch_sizeとは無関係

学習曲線



検証用データ（評価用ではない）にとって、エポック7程度で
学習を打ち切った方が良さそう。

正答率の結果

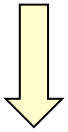
エポック数	訓練用データ	検証用データ	評価用データ
2	95.2%	95.5%	95.9%
7	98.5%	97.3%	97.4%
20	99.9%	97.6%	97.5%

学習結果は施行ごとに若干異なることに注意

考察

検証用と評価用データは同じ正答率のふるまいをしている。

エポック数を増やしても、評価用データの正答率は改善しない。



検証用データの正答率を使って、評価用データを一切使うことなく、
適切なエポック数を設定できる。