

به نام خدا

سید پوریا احمدی 9723002

تمرین پیاده سازی شبکه عصبی

در ابتدا لازم ذکر است که تمام کد دارای کامنت هستند و همه موارد مشخص شده است و به علاوه تمام خروجی و اطلاعات لازم در خروجی های هر cell چاپ می شود.

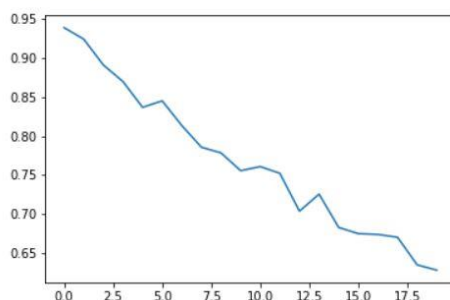
- 1- کد شی گرا است و به راحتی قابل تغییر است.
- 2- معماری شبکه به راحتی قابل تغییر است و به سادگی می توان تعداد لایه ها و نورون ها را تغییر داد.
- 3- برای سادگی و سریع تر کردن خواندن dataset از دیتابیس با فرمت shelve استفاده شده است.
- 4- Activation function های RELU و softmax به کلاس activation function اضافه شده است (قسمت امتیازی) .

در سلول هایی که نتایج چاپ می شود سعی شده همه اطلاعات لازم چاپ شود.

قدم دوم یعنی feedforward در ابتدا چاپ می شود

در سلول اول که چاپ می شود:

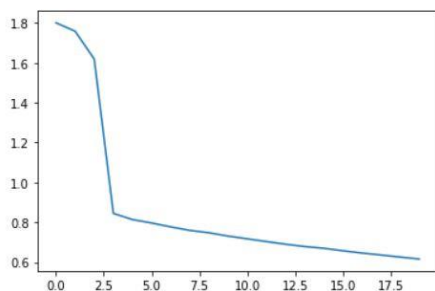
```
=====
Creating ANN model with 4 layers with [784, 16, 16, 10] neurons, number of epochs = 20, learning-rate = 1 and batch size = 10
=====
Testing untrained model with first 100 images of dataset
The accuracy of the model is 9.0 % for random weight values and zero bias values
=====
Training and testing model with first 100 images of dataset (non-vectorized)
It took 44.127490520477295 seconds to train the model with non-vectorized backward propagation function
The accuracy of the model is 54.0 % for trained model with trained data
```



همانطور که مشاهده می شود non-vectorized هست و 44 ثانیه طول کشیده است. (برای 100 عکس)

در سلول دوم:

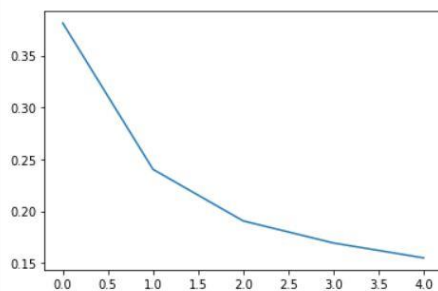
```
=====
Creating ANN model with 4 layers with [784, 16, 16, 10] neurons, number of epochs = 20, learning-rate = 1 and batch size = 10
=====
Testing untrained model with first 100 images of dataset
The accuracy of the model is 6.0 % for random weight values and zero bias values
=====
Training and testing model with first 100 images of dataset (vectorized)
It took 0.11200642585754395 seconds to train the model with vectorized backward propagation function
The accuracy of the model is 56.00000000000001 % for trained model with trained data
```



همانطور که مشاهده می شود vectorized هست و 0.11 ثانیه طول کشیده است. (برای 100 عکس)

در سلول سوم:

```
=====
Creating ANN model with 4 layers with [784, 16, 16, 10] neurons, number of epochs = 5, learning-rate = 1 and batch size = 50
=====
Testing untrained model with first 100 images of dataset
The accuracy of the model is 11.903333333333334 % for random weight values and zero bias values
=====
Training and testing model all images of dataset (vectorized)
It took 5.5379698276519775 seconds to train the model with vectorized backward propagation function
The accuracy of the model is 90.18 % for trained model with trained data
The accuracy of the model is 89.84 % for trained model with test data
```

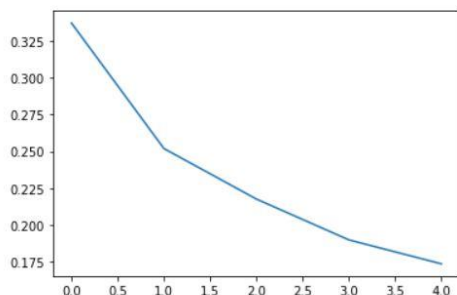


همانطور که مشاهده می شود vectorized هست و 5.53 ثانیه طول کشیده است. (برای کل عکس)

در سه قسمت بالا همه توابع فعالیت sigmoid می باشد. و تعداد epoch و batch_size و learning rate طبق خواست تمرین است.

سلول چهارم:

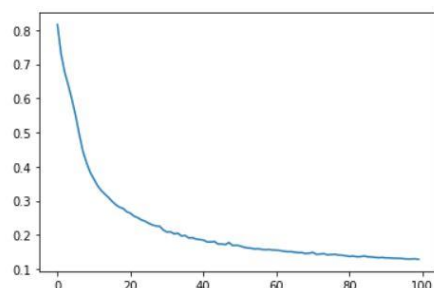
```
=====
Creating ANN model with 4 layers with [784, 16, 16, 10] neurons, number of epochs = 5, learning-rate = 1 and batch size = 50
=====
Testing untrained model with first 100 images of dataset
The accuracy of the model is 10.563333333333333 % for random weight values and zero bias values
=====
Training and testing model all images of dataset (vectorized)
It took 5.703821182250977 seconds to train the model with vectorized backward propagation function
The accuracy of the model is 88.50333333333333 % for trained model with trained data
The accuracy of the model is 87.97 % for trained model with test data
```



مقادیر `batch_size`, `learning rate`, `num_epoch` عین دفعات قبل است ولی تابع فعالیت لایه آخر softmax می باشد و همانطور که مشاهده می شود 5.7 ثانیه طول می کشد.

سلول پنجم:

```
=====
Creating ANN model with 4 layers with [784, 16, 16, 10] neurons, number of epochs = 100, learning-rate = 0.1 and batch size = 50
=====
Testing untrained model with first 100 images of dataset
The accuracy of the model is 9.966666666666667 % for random weight values and zero bias values
=====
Training and testing model all images of dataset (vectorized)
It took 112.56065464019775 seconds to train the model with vectorized backward propagation function
The accuracy of the model is 92.05166666666666 % for trained model with trained data
The accuracy of the model is 90.98 % for trained model with test data
```



در این مورد `learning rate = 0.1`, `num_epoch = 100`, `batch size = 50` می باشد و توابع فعالیت به ترتیب

```
print("=====
model_architecture = [784, 16, 16, 10]
model_ac_funcs = ["relu", "sigmoid", "softmax"]
num_epochs = 100
learning_rate = 0.1
batch_size = 50
```

می باشد و با توجه به تعداد بالای epoch ها زمان صرف شده برابر 112 ثانیه می باشد.