

Лабораторная работа №1

Логистическая регрессия в качестве нейронной сети

В работе предлагается использовать набор данных *notMNIST*, который состоит из изображений размерностью 28×28 первых 10 букв латинского алфавита (A_ ... _J, соответственно). Обучающая выборка содержит порядка 500 тыс. изображений, а тестовая – около 19 тыс.

Данные можно скачать по ссылке:

- https://commondatastorage.googleapis.com/books1000/notMNIST_large.tar.gz (https://commondatastorage.googleapis.com/books1000/notMNIST_large.tar.gz) (большой набор данных);
- https://commondatastorage.googleapis.com/books1000/notMNIST_small.tar.gz (https://commondatastorage.googleapis.com/books1000/notMNIST_small.tar.gz) (маленький набор данных);

Описание данных на английском языке доступно по ссылке: <http://yaroslavvb.blogspot.sg/2011/09/notmnist-dataset.html> (<http://yaroslavvb.blogspot.sg/2011/09/notmnist-dataset.html>)

Задание 1

Загрузите данные и отобразите на экране несколько из изображений с помощью языка Python.

In [0]:

```
SMALL_DS_URL = 'https://commondatastorage.googleapis.com/books1000/notMNIST_small.tar.gz'  
LARGE_DS_URL = 'https://commondatastorage.googleapis.com/books1000/notMNIST_large.tar.gz'
```

In [0]:

```
%matplotlib inline  
  
import matplotlib.pyplot as plt
```

In [0]:

```
from urllib.request import urlretrieve
import tarfile
import os

def tar_to_dir(_tar_url, _key):

    dir_name_ = 'dataset_' + _key
    local_file_name_ = dir_name_ + '.f'

    urlretrieve(_tar_url, local_file_name_)

    with tarfile.open(local_file_name_, 'r:gz') as tar_:
        tar_.extractall(dir_name_)

    os.remove(local_file_name_)

    return dir_name_
```

In [0]:

```
def get_examples(_dataframe, _label_column_name, _data_column_name):

    n_ = _dataframe[_label_column_name].nunique()

    examples_ = _dataframe.sample(n_)[_data_column_name]

    return examples_
```

In [0]:

```
from math import ceil
import numpy as np

def print_examples(_examples):

    fig = plt.figure(figsize = (16, 6))

    height_ = 2
    width_ = ceil(_examples.count() / height_)

    for i, item_ in enumerate(_examples):

        ax = fig.add_subplot(height_, width_, i + 1)
        ax.axis('off')
        ax.imshow(item_, cmap = 'gray', interpolation = 'none')

    plt.show()
```

In [0]:

```
from imageio import imread
import pandas as pd

def image_to_array(_image):
    try:
        array_ = imread(_image)

        return True, array_
    except:
        return False, None

def get_inner_dir(_dir_path):

    return [x[0] for x in os.walk(_dir_path)][1]

def remove_duplicates(_dataframe, _data_column_name):

    return _dataframe.loc[_dataframe[_data_column_name].astype(str).drop_duplicates().index]

def dir_to_dataframe(_dir_path):

    dataframes_ = []

    inner_dir_path_ = get_inner_dir(_dir_path)

    for subdir_ in sorted(os.listdir(inner_dir_path_)):

        letter_ = subdir_

        data_ = []

        files_ = os.listdir(os.path.join(inner_dir_path_, subdir_))

        for f in files_:
            file_path_ = os.path.join(inner_dir_path_, subdir_, f)

            can_read_, im = image_to_array(file_path_)

            if can_read_:
                data_.append(im)

        g = [letter_] * len(data_)

        e = np.array(data_)

        h = pd.DataFrame()

        h['data'] = data_
        h['label'] = letter_

        dataframes_.append(h)

    result_ = pd.concat(dataframes_, ignore_index = True)

    unique_ = remove_duplicates(result_, 'data')

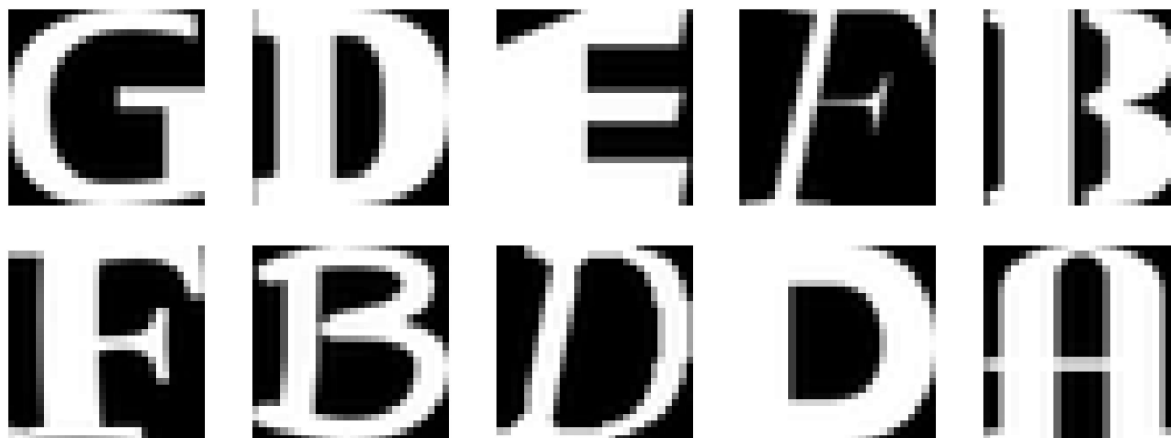
    return unique_
```

In [0]:

```
def tar_to_dataframe(_tar_url, _key):  
    dir_name_ = tar_to_dir(_tar_url, _key)  
    inner_dir_ = get_inner_dir(dir_name_)  
    dataframe_ = dir_to_dataframe(dir_name_)  
    examples_ = get_examples(dataframe_, 'label', 'data')  
    print_examples(examples_)  
    return dataframe_
```

In [8]:

```
small_dataframe = tar_to_dataframe(SMALL_DS_URL, 'small')
```



In [9]:

```
large_dataframe = tar_to_dataframe(LARGE_DS_URL, 'large')
```



Задание 2

Проверьте, что классы являются сбалансированными, т.е. количество изображений, принадлежащих каждому из классов, примерно одинаково (в данной задаче 10 классов).

In [0]:

```
def print_balance(_dataframe, _label_column_name):  
    values_ = _dataframe[_label_column_name].value_counts().sort_values(ascending = False)  
    print('{:>10}' * len(values_)).format(*values_)
```

In [11]:

```
print_balance(small_dataframe, 'label')
```

```
      1853      1850      1850      1848      1848      1848      1847  
1847      1845      1596
```

In [12]:

```
print_balance(large_dataframe, 'label')
```

```
      47226      47102      47012      46890      46771      46663      46577      4  
6521      46098      41086
```

Как видим, классы сбалансированы.

Задание 3

Разделите данные на три подвыборки: обучающую (200 тыс. изображений), валидационную (10 тыс. изображений) и контрольную (тестовую) (19 тыс. изображений).

In [0]:

```
def split(_dataframe, _n_train, _n_test, _n_val):  
    assert _dataframe.shape[0] >= _n_train + _n_test + _n_val  
    to_be_split_ = _dataframe.copy(deep = True)  
    seed_ = 666  
    train_ = to_be_split_.sample(n = _n_train, random_state = seed_)  
    to_be_split_ = to_be_split_.drop(train_.index)  
    test_ = to_be_split_.sample(n = _n_test, random_state = seed_)  
    val_ = to_be_split_.drop(test_.index).sample(n = _n_val, random_state = seed_)  
    return train_, test_, val_
```

In [14]:

```
large_dataframe.shape[0]
```

Out[14]:

461946

In [15]:

```
train, test, validation = split(large_dataframe, 200000, 10000, 19000)

print_balance(train, 'label')
print_balance(test, 'label')
print_balance(validation, 'label')
```

	20415	20350	20317	20290	20278	20191	20170	2
0124	20100	17765						
	1049	1043	1033	1029	1021	1016	995	
981	961	872						
	2014	1945	1934	1931	1912	1903	1898	
1887	1864	1712						

Видно, что удалось сохранить баланс между классами.

Задание 4

Проверьте, что данные из обучающей выборки не пересекаются с данными из валидационной и контрольной выборок. Другими словами, избавьтесь от дубликатов в обучающей выборке.

In [0]:

```
def no_duplicates(_dataframe, _data_column_name):

    original_length_ = _dataframe.shape[0]

    unique_length_ = _dataframe[_data_column_name].astype(str).unique().shape[0]

    print(str(original_length_) + ' -- ' + str(unique_length_))

    return original_length_ == unique_length_
```

In [17]:

```
print(no_duplicates(small_dataframe, 'data'))
```

```
18232 -- 18232
True
```

In [18]:

```
print(no_duplicates(large_dataframe, 'data'))
```

```
461946 -- 461946
True
```

In [0]:

```
small_dataframe.to_pickle("./small.pkl")
large_dataframe.to_pickle("./large.pkl")
```

Дубликатов не обнаружено, так как они были удалены на шаге построения датасета из файлов.

Задание 5

Постройте простейший классификатор (например, с помощью логистической регрессии). Постройте график зависимости точности классификатора от размера обучающей выборки (50, 100, 1000, 50000). Для построения классификатора можете использовать библиотеку *SkLearn* (<http://scikit-learn.org>).

In [0]:

```
def dataframe_to_x_y(_dataframe):  
    x_ = np.stack(_dataframe['data']).reshape((_dataframe.shape[0], -1))  
    y_ = _dataframe['label'].to_numpy()  
    return x_, y_
```

In [0]:

```
X_train, y_train = dataframe_to_x_y(train)  
X_test, y_test = dataframe_to_x_y(test)
```

In [0]:

```
sizes = [50, 100, 1000, 50000]  
clfs = {}  
scores = {}
```

In [23]:

```
from sklearn.linear_model import LogisticRegression

for size_ in sizes:

    clf_ = LogisticRegression(max_iter = 100).fit(X_train[:size_], y_train[:size_])

    clfs[size_] = clf_
```

/usr/local/lib/python3.6/dist-packages/sklearn/linear_model/_logistic.py:94
0: ConvergenceWarning: lbfgs failed to converge (status=1):
STOP: TOTAL NO. of ITERATIONS REACHED LIMIT.

Increase the number of iterations (max_iter) or scale the data as shown in:
<https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html> (<https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html>)
Please also refer to the documentation for alternative solver options:
https://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#logistic-regression (https://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#logistic-regression)

```
extra_warning_msg=_LOGISTIC_SOLVER_CONVERGENCE_MSG)
```

/usr/local/lib/python3.6/dist-packages/sklearn/linear_model/_logistic.py:94
0: ConvergenceWarning: lbfgs failed to converge (status=1):
STOP: TOTAL NO. of ITERATIONS REACHED LIMIT.

Increase the number of iterations (max_iter) or scale the data as shown in:
<https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html> (<https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html>)
Please also refer to the documentation for alternative solver options:
https://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#logistic-regression (https://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#logistic-regression)

```
extra_warning_msg=_LOGISTIC_SOLVER_CONVERGENCE_MSG)
```

/usr/local/lib/python3.6/dist-packages/sklearn/linear_model/_logistic.py:94
0: ConvergenceWarning: lbfgs failed to converge (status=1):
STOP: TOTAL NO. of ITERATIONS REACHED LIMIT.

Increase the number of iterations (max_iter) or scale the data as shown in:
<https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html> (<https://scikit-learn.org/stable/modules/preprocessing.html>)
Please also refer to the documentation for alternative solver options:
https://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#logistic-regression (https://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#logistic-regression)

```
extra_warning_msg=_LOGISTIC_SOLVER_CONVERGENCE_MSG)
```

In [24]:

```
print(*clfs[50000].predict(X_test[:10]), sep = '\t')
```

E C B H C G E C G H

In [25]:

```
print(*y_test[:10], sep = '\t')
```

C C B H C G B E G H

In [0]:

```
for size_ in sizes:
    scores[size_] = clfs[size_].score(X_test, y_test)
```

In [27]:

```
print(scores)
```

```
{50: 0.559, 100: 0.6609, 1000: 0.7231, 50000: 0.8155}
```

In [28]:

```
import seaborn as sns

from matplotlib import rcParams

rcParams['figure.figsize'] = 11.7, 8.27

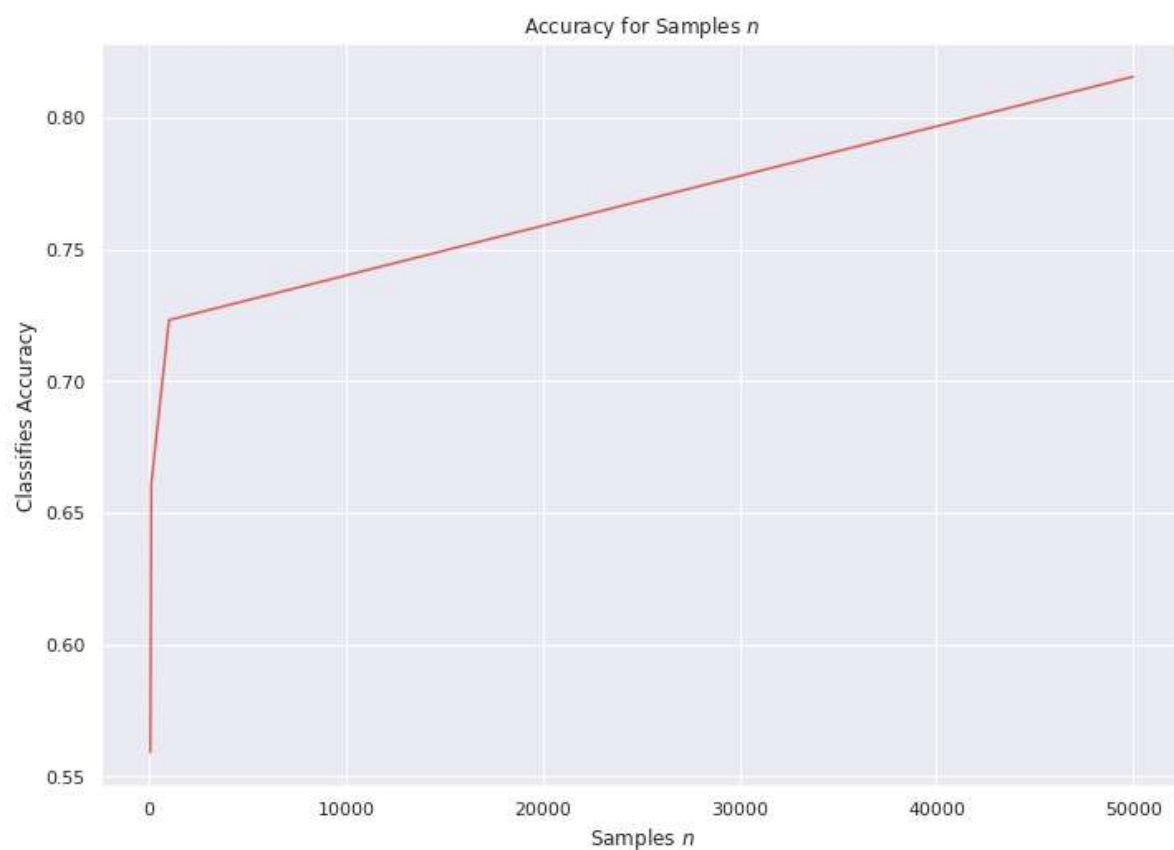
sns.set()

sns.set_palette(sns.color_palette('hls'))
```

```
/usr/local/lib/python3.6/dist-packages/statsmodels/tools/_testing.py:19: FutureWarning: pandas.util.testing is deprecated. Use the functions in the public API at pandas.testing instead.
  import pandas.util.testing as tm
```

In [29]:

```
sns.lineplot(sizes, [scores[s] for s in sizes])  
  
plt.xlabel('Samples  $n$ ')  
plt.ylabel('Classifies Accuracy')  
  
plt.title('Accuracy for Samples  $n$ ')  
  
plt.show()
```



На графике видим, что с увеличением выборки качество классификации растёт как логарифмическая функция от размера выборки.