

Лабораторная работа №4  
по дисциплине  
«Методы машинного обучения»  
на тему  
«Подготовка обучающей и тестовой выборки,  
кросс-валидация и подбор гиперпараметров на  
примере метода ближайших соседей»

Выполнил:  
студент группы ИУ5-23М  
Иванников А. В.

---

# 1. Описание задания

**Цель лабораторной работы:** изучение сложных способов подготовки выборки и подбора гиперпараметров на примере метода ближайших соседей.

## 2. Задание

1. Выберите набор данных (датасет) для решения задачи классификации или регрессии.
2. В случае необходимости проведите удаление или заполнение пропусков и кодирование категориальных признаков.
3. С использованием метода `train_test_split` разделите выборку на обучающую и тестовую.
4. Обучите модель ближайших соседей для произвольно заданного гиперпараметра `K`. Оцените качество модели с помощью трех подходящих для задачи метрик.
5. Постройте модель и оцените качество модели с использованием кросс-валидации. Проведите эксперименты с тремя различными стратегиями кросс-валидации.
6. Произведите подбор гиперпараметра `K` с использованием `GridSearchCV` и кросс-валидации.
7. Повторите пункт 4 для найденного оптимального значения гиперпараметра `K`. Сравните качество полученной модели с качеством модели, полученной в пункте 4.
8. Постройте кривые обучения и валидации.

## 3. Ход выполнения лабораторной работы


### 3.1. Выбор датасета

В качестве исходных данных выбираем датасет о террористических атаках. Он содержит около 180 тысячи записей, а также имеет разные столбцы с категориальными данными. Такой датасет может подходить для обучения методом ближайших соседей.

В качестве задачи поставим определение вида атаки по остальным колонкам.

### 3.2. Проверка и удаление пропусков

```
[1]: from google.colab import drive, files
drive.mount('/content/drive')
```

Drive already mounted at /content/drive; to attempt to forcibly remount,  call  
`drive.mount("/content/drive", force_remount=True).`

```
[0]: from google.colab import files
import os
import numpy as np
import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
os.listdir()
data = pd.read_csv('drive/My Drive/Files/globalterrorismdb_0718dist.csv',
```

```
sep=",", encoding="iso-8859-1")
```

```
[4]: total_count = data.shape[0]
num_cols = []
for col in data.columns:
    # Количество пустых значений
    temp_null_count = data[data[col].isnull()].shape[0]
    dt = str(data[col].dtype)
    if temp_null_count>0 and (dt=='float64' or dt=='int64'):
        num_cols.append(col)
        temp_perc = round((temp_null_count / total_count) * 100.0, 2)
        print('Колонка {}. Тип данных {}. Количество пустых значений {},\n
        ↳{}%.'.format(col, dt, temp_null_count, temp_perc))
```

Колонка latitude. Тип данных float64. Количество пустых значений 4556, 2.  
↳51%.

Колонка longitude. Тип данных float64. Количество пустых значений 4557, 2.  
↳51%.

Колонка specificity. Тип данных float64. Количество пустых значений 6, 0.0%.

Колонка doubtterr. Тип данных float64. Количество пустых значений 1, 0.0%.

Колонка alternative. Тип данных float64. Количество пустых значений 152680,  
84.03%.

Колонка multiple. Тип данных float64. Количество пустых значений 1, 0.0%.

Колонка attacktype2. Тип данных float64. Количество пустых значений 175377,  
96.52%.

Колонка attacktype3. Тип данных float64. Количество пустых значений 181263,  
99.76%.

Колонка targsubtype1. Тип данных float64. Количество пустых значений 10373,  
5.71%.

Колонка natlty1. Тип данных float64. Количество пустых значений 1559, 0.86%.

Колонка targtype2. Тип данных float64. Количество пустых значений 170547,  
93.87%.

Колонка targsubtype2. Тип данных float64. Количество пустых значений 171006,  
94.12%.

Колонка natlty2. Тип данных float64. Количество пустых значений 170863, 94.  
↳04%.

Колонка targtype3. Тип данных float64. Количество пустых значений 180515,  
99.35%.

Колонка targsubtype3. Тип данных float64. Количество пустых значений 180594,  
99.4%.

Колонка natlty3. Тип данных float64. Количество пустых значений 180544, 99.  
↳37%.

Колонка guncertain1. Тип данных float64. Количество пустых значений 380, 0.  
↳21%.

Колонка guncertain2. Тип данных float64. Количество пустых значений 179736,  
98.92%.

Колонка guncertain3. Тип данных float64. Количество пустых значений 181371,  
99.82%.

Колонка `prerps`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 71115, 39.  
→14%.

Колонка `prerpsar`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 69489, 38.  
→25%.

Колонка `claimed`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 66120, 36.  
→39%.

Колонка `claimmode`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 162608, ✗  
→89.5%.

Колонка `claim2`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 179801, 98.  
→96%.

Колонка `claimmode2`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 181075, 99.66%.

Колонка `claim3`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 181373, 99.  
→82%.

Колонка `claimmode3`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 181558, 99.93%.

Колонка `compclaim`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 176852, 97.34%.

Колонка `weapsubtype1`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 20768, 11.43%.

Колонка `weartype2`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 168564, 92.78%.

Колонка `weapsubtype2`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 170149, 93.65%.

Колонка `weartype3`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 179828, 98.97%.

Колонка `weapsubtype3`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 179998, 99.07%.

Колонка `weartype4`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 181618, 99.96%.

Колонка `weapsubtype4`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 181621, 99.96%.

Колонка `nkill`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 10313, 5.68%.

Колонка `nkillus`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 64446, 35.  
→47%.

Колонка `nkillter`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 66958, 36.  
→85%.

Колонка `nwound`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 16311, 8.98%.

Колонка `nwoundus`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 64702, 35.  
→61%.

Колонка `nwoundte`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 69143, 38.  
→06%.

Колонка `propextent`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 117626, 64.74%.

Колонка `propvalue`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 142702, 78.54%.

Колонка `ishostkid`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 178, 0.1%.

Колонка `nhostkid`. Тип данных `float64`. Количество пустых значений 168119, 92.  
→53%.

Колонка nhostkidus. Тип данных float64. Количество пустых значений 168174, 92.56%.

Колонка nhours. Тип данных float64. Количество пустых значений 177628, 97.76%.

Колонка ndays. Тип данных float64. Количество пустых значений 173567, 95.53%.

Колонка ransom. Тип данных float64. Количество пустых значений 104310, 57.41%.

Колонка ransomamt. Тип данных float64. Количество пустых значений 180341, 99.26%.

Колонка ransomamtus. Тип данных float64. Количество пустых значений 181128, 99.69%.

Колонка ransompaid. Тип данных float64. Количество пустых значений 180917, 99.57%.

Колонка ransompaidus. Тип данных float64. Количество пустых значений 181139, 99.7%.

Колонка hostkidoutcome. Тип данных float64. Количество пустых значений 170700, 93.95%.

Колонка nreleased. Тип данных float64. Количество пустых значений 171291, 94.28%.

Количество пустых колонок огромно, поэтому сначала удалим все столбцы, у которых количество заполненных значений менее 150000 (примерно 5/6 от всего датасета), а затем удалим строки с пустым значением.

```
[5]: # Удаление колонок, содержащих пустые значения
data_temp_1 = data.dropna(axis=1, how='any', thresh=150000)
(data.shape, data_temp_1.shape)
```

```
[5]: ((181691, 135), (181691, 47))
```

```
[6]: data_new_1 = data_temp_1.dropna(axis=0, how='any')
(data_temp_1.shape, data_new_1.shape)
```

```
[6]: ((181691, 47), (134042, 47))
```

```
[7]: data_new_1.head()
```

```
[7]:
```

	eventid	iyear	imonth	iday	extended	country	country_txt	\
5	197001010002	1970	1	1	0	217	United States	
6	197001020001	1970	1	2	0	218	Uruguay	
7	197001020002	1970	1	2	0	217	United States	
8	197001020003	1970	1	2	0	217	United States	
9	197001030001	1970	1	3	0	217	United States	

	region	region_txt	provstate	...	\
5	1	North America	Illinois	...	
6	3	South America	Montevideo	...	
7	1	North America	California	...	
8	1	North America	Wisconsin	...	
9	1	North America	Wisconsin	...	

	weapsubtype1_txt	nkill	nwound	property	ishostkid	\
5	Unknown Gun Type	0.0	0.0	1	0.0	
6	Automatic or Semi-Automatic Rifle	0.0	0.0	0	0.0	
7	Unknown Explosive Type	0.0	0.0	1	0.0	
8	Molotov Cocktail/Petrol Bomb	0.0	0.0	1	0.0	
9	Gasoline or Alcohol	0.0	0.0	1	0.0	

	dbsource	INT_LOG	INT_IDEO	INT_MISC	INT_ANY
5	Hewitt Project	-9	-9	0	-9
6	PGIS	0	0	0	0
7	Hewitt Project	-9	-9	0	-9
8	Hewitt Project	0	0	0	0
9	Hewitt Project	0	0	0	0

[5 rows x 47 columns]

```
[8]: data2 = data_new_1.drop(["provstate", "eventid", "latitude", "longitude",
                             "dbsource", "INT_LOG", "INT_IDEO", "INT_MISC",
                             "INT_ANY", "individual", "weapsubtype1",
                             "weapsubtype1_txt", "property"], axis=1)

data2.shape
```

[8]: (134042, 34)

### 3.3. train\_test\_split

```
[0]: from sklearn.model_selection import train_test_split
attacktype = data2["attacktype1"]
data3 = data2.drop(["attacktype1",
                    "vicinity", "crit2",
                    "crit3", "natlty1",
                    "iday", "imonth", "iyear",
                    "extended"], axis=1)

for col in data3.columns:
    dt = str(data3[col].dtype)
    if not (dt=='float64' or dt=='int64'):
        data3 = data3.drop([col], axis=1)
data_X_train, data_X_test, data_y_train, data_y_test = train_test_split(
    data3, attacktype, test_size=0.2, random_state=1)
```

```
[10]: data3.head()
```

```
[10]: country region specificity crit1 doubtterr multiple success
↪ suicide \
5      217      1          1.0      1          0.0          0.0          1
↪ 0
6      218      3          1.0      1          0.0          0.0          0
↪ 0
```

7	217	1	1.0	1	1.0	0.0	1	✗
↪ 0								
8	217	1	1.0	1	0.0	0.0	1	✗
↪ 0								
9	217	1	1.0	1	0.0	0.0	1	✗
↪ 0								

	targetype1	targsubtype1	guncertain1	weaptype1	nkill	nwound	
↪ishostkid							✗
5	3	22.0	0.0	5	0.0	0.0	0.
↪0							
6	3	25.0	0.0	5	0.0	0.0	0.
↪0							
7	21	107.0	0.0	6	0.0	0.0	0.
↪0							
8	4	28.0	0.0	8	0.0	0.0	0.
↪0							
9	2	21.0	0.0	8	0.0	0.0	0.
↪0							

### 3.4. Обучение для произвольного параметра K

```
[11]: from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor, KNeighborsClassifier
      from sklearn.metrics import accuracy_score
```

```
cl1_1 = KNeighborsClassifier(n_neighbors=20)
cl1_1.fit(data_X_train, data_y_train)
target1_0 = cl1_1.predict(data_X_train)
target1_1 = cl1_1.predict(data_X_test)
accuracy_score(data_y_train, target1_0), accuracy_score(data_y_test, ✗
↪target1_1)
```

```
[11]: (0.7833689256105862, 0.7622813234361595)
```

```
[12]: from sklearn.metrics import balanced_accuracy_score
      balanced_accuracy_score(data_y_train, target1_0), ✗
      ↪balanced_accuracy_score(data_y_test, target1_1)
```

```
[12]: (0.39558911898277416, 0.3628183402576897)
```

```
[13]: from sklearn.metrics import confusion_matrix
      confusion_matrix(data_y_train, target1_0)
```

```
[13]: array([[ 6992,  2378,  2708,    0,   11,   33,   76,    4,    0],
          [ 1970, 18830,  6246,    3,   31,  103,  270,   10,    0],
          [ 1009,  2761, 54380,    1,   16,   21,  111,    0,    0],
          [   11,    77,   142,   20,    0,   13,   13,    0,    0],
          [   28,   112,   222,    0,  131,   18,   16,    0,    0],
          [   379,  1059,   900,    3,   16, 1000,   77,    3,    0],
          [    96,   328,  1562,    4,    4,   11, 2561,    4,    0],
```

```
[ 23, 81, 187, 2, 0, 13, 58, 89, 0],
[ 1, 3, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0]])
```

```
[14]: confusion_matrix(data_y_test, target1_1)
```

```
[14]: array([[ 1648,   649,   724,    0,    1,   22,   18,    0,    0],
[   565,  4460,  1648,    0,   10,   33,   75,    6,    0],
[   295,   783, 13452,    0,    6,   11,   40,    0,    0],
[    2,   15,   39,    0,    0,    7,    4,    0,    0],
[    5,   16,   70,    0,   41,    4,    7,    0,    0],
[   104,   310,   243,    2,    3,  186,   29,    2,    0],
[    29,    87,   402,    0,    3,    6,  638,    2,    0],
[    5,   28,   42,    0,    0,    6,   14,   11,    0],
[    0,    0,    1,    0,    0,    0,    0,    0,    0]])
```

Видно, что метод ближайших соседей с гиперпараметром 20 подходит для определения выходного значения, однако нет уверенности в том, что это будет являться лучшим гиперпараметром.

### 3.5. Построение модели и оценка с помощью кросс-валидации

```
[0]: from sklearn.model_selection import KFold, RepeatedKFold, LeaveOneOut,
↳ LeavePOut, ShuffleSplit, StratifiedKFold
from sklearn.model_selection import cross_val_score, cross_validate

scoring = {'precision': 'precision_weighted',
           'recall': 'recall_weighted',
           'f1': 'f1_weighted'}

scores1 = cross_validate(KNeighborsClassifier(n_neighbors=2),
                        data3, attacktype, scoring=scoring,
                        cv=KFold(n_splits=3), return_train_score=True)

scores1
```

```
[0]: scores2 = cross_validate(KNeighborsClassifier(n_neighbors=2),
                        data3, attacktype, scoring=scoring,
                        cv=StratifiedKFold(n_splits=3),
↳ return_train_score=True)

scores2
```

```
[0]: scores3 = cross_validate(KNeighborsClassifier(n_neighbors=2),
                        data3, attacktype, scoring=scoring,
                        cv=ShuffleSplit(n_splits=3, test_size=0.25),
↳ return_train_score=True)

scores3
```

```
[18]: print("%s, %s, %s" % (np.mean(scores1["test_precision"]),
                        np.mean(scores2["test_precision"]),
                        np.mean(scores3["test_precision"])))
```

```
0.6938141352174684, 0.688623355258902, 0.7903253108335272
```



### 3.6. Подбор гиперпараметра K с использованием GridSearchCV и кросс-валидации

```
[19]: n_range = np.array(range(2,33,4))  
tuned_parameters = [{'n_neighbors': n_range}]  
tuned_parameters
```

```
[19]: [{'n_neighbors': array([ 2,  6, 10, 14, 18, 22, 26, 30])}]
```

```
[20]: from sklearn.model_selection import GridSearchCV, RandomizedSearchCV  
  
clf_gs = GridSearchCV(KNeighborsClassifier(), tuned_parameters, cv=5,  
                      scoring='accuracy')  
clf_gs.fit(data_X_train, data_y_train)
```

```
[20]: GridSearchCV(cv=5, error_score='raise-deprecating',  
                 estimator=KNeighborsClassifier(algorithm='auto', leaf_size=30,  
                 metric='minkowski',  
                 metric_params=None, n_jobs=None, n_neighbors=5, p=2,  
                 weights='uniform'),  
                 fit_params=None, iid='warn', n_jobs=None,  
                 param_grid=[{'n_neighbors': array([ 2,  6, 10, 14, 18, 22, 26, 30])}],  
                 pre_dispatch='2*n_jobs', refit=True, return_train_score='warn',  
                 scoring='accuracy', verbose=0)
```

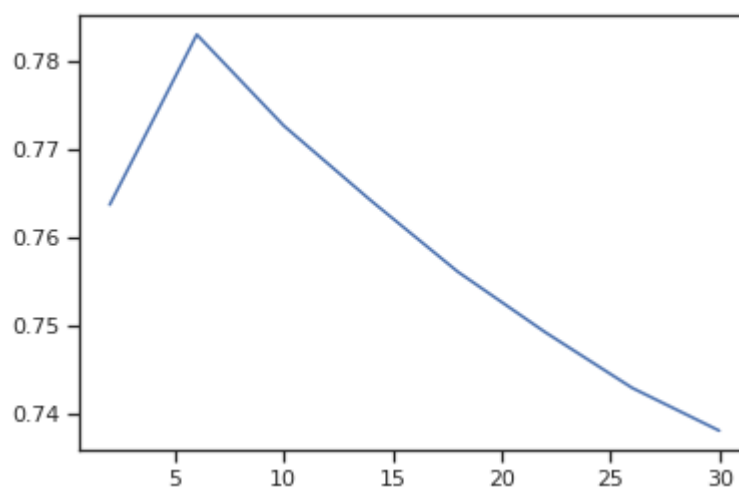
```
[21]: clf_gs.best_params_
```

```
[21]: {'n_neighbors': 6}
```

Лучшее распознавание получается при гиперпараметре  $K = 6$

```
[22]: plt.plot(n_range, clf_gs.cv_results_['mean_test_score'])
```

```
[22]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x7f6beb5dd278>]
```



### 3.7. Сравнение модели с произвольным и лучшим параметром K

```
[0]: cl1_2 = KNeighborsClassifier(n_neighbors=6)
      cl1_2.fit(data_X_train, data_y_train)
      target2_0 = cl1_2.predict(data_X_train)
      target2_1 = cl1_2.predict(data_X_test)

[24]: acc11 = accuracy_score(data_y_train, target1_0)
      acc12 = accuracy_score(data_y_test, target1_1)
      acc11, acc12

[24]: (0.7833689256105862, 0.7622813234361595)

[25]: acc21 = accuracy_score(data_y_train, target2_0)
      acc22 = accuracy_score(data_y_test, target2_1)
      acc21, acc22

[25]: (0.8407299991607061, 0.7903316050580029)

[26]: print("Увеличилось на %.4f и %.4f процентов." % (100*(acc21-acc11)/acc21,
      ↪ 100*(acc22-acc12)/acc22))
```

Увеличилось на 6.8228 и 3.5492 процентов.

Как видно, подбор гиперпараметра немного улучшил результат

### 3.8. Кривые обучения и валидации

```
[0]: from sklearn.model_selection import learning_curve, validation_curve

      def plot_learning_curve(estimator, title, X, y, ylim=None, cv=None,
                              n_jobs=None, train_sizes=np.linspace(.1, 1.0, 5)):
          plt.figure()
          plt.title(title)
          if ylim is not None:
              plt.ylim(*ylim)
          plt.xlabel("Training examples")
          plt.ylabel("Score")
          train_sizes, train_scores, test_scores = learning_curve(
              estimator, X, y, cv=cv, n_jobs=n_jobs, train_sizes=train_sizes)
          train_scores_mean = np.mean(train_scores, axis=1)
          train_scores_std = np.std(train_scores, axis=1)
          test_scores_mean = np.mean(test_scores, axis=1)
          test_scores_std = np.std(test_scores, axis=1)
          plt.grid()

          plt.fill_between(train_sizes, train_scores_mean - train_scores_std,
                           train_scores_mean + train_scores_std, alpha=0.1,
                           color="r")
          plt.fill_between(train_sizes, test_scores_mean - test_scores_std,
```

```

        test_scores_mean + test_scores_std, alpha=0.1,
        color="g")
    plt.plot(train_sizes, train_scores_mean, 'o-', color="r",
             label="Training score")
    plt.plot(train_sizes, test_scores_mean, 'o-', color="g",
             label="Cross-validation score")

    plt.legend(loc="best")
    return plt

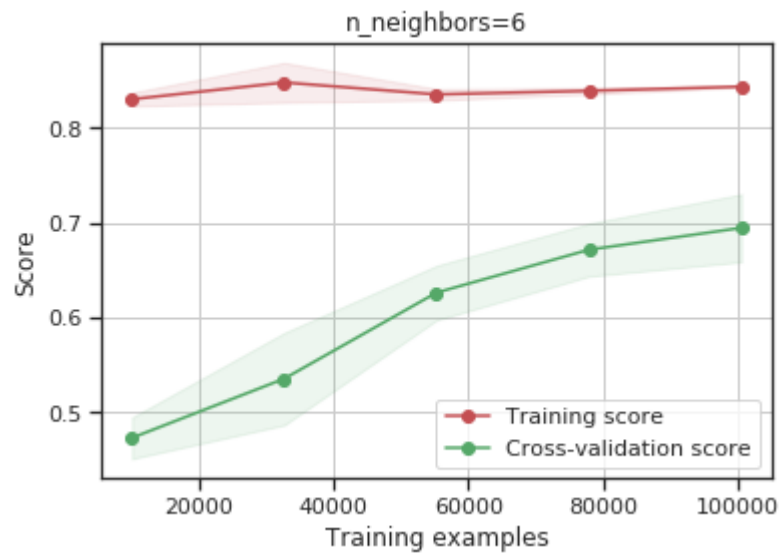
def plot_validation_curve(estimator, title, X, y,
                        param_name, param_range, cv,
                        scoring="accuracy"):
    train_scores, test_scores = validation_curve(
        estimator, X, y, param_name=param_name, param_range=param_range,
        cv=cv, scoring=scoring, n_jobs=1)
    train_scores_mean = np.mean(train_scores, axis=1)
    train_scores_std = np.std(train_scores, axis=1)
    test_scores_mean = np.mean(test_scores, axis=1)
    test_scores_std = np.std(test_scores, axis=1)

    plt.title(title)
    plt.xlabel(param_name)
    plt.ylabel("Score")
    plt.ylim(0.0, 1.1)
    lw = 2
    plt.plot(param_range, train_scores_mean, label="Training score",
             color="darkorange", lw=lw)
    plt.fill_between(param_range, train_scores_mean - train_scores_std,
                    train_scores_mean + train_scores_std, alpha=0.2,
                    color="darkorange", lw=lw)
    plt.plot(param_range, test_scores_mean, label="Cross-validation score",
             color="navy", lw=lw)
    plt.fill_between(param_range, test_scores_mean - test_scores_std,
                    test_scores_mean + test_scores_std, alpha=0.2,
                    color="navy", lw=lw)
    plt.legend(loc="best")
    return plt

```

[31]: `plot_learning_curve(KNeighborsClassifier(n_neighbors=6), 'n_neighbors=6', data3, attacktype, cv=4)`

[31]: `<module 'matplotlib.pyplot' from '/usr/local/lib/python3.6/dist-packages/matplotlib/pyplot.py'>`



```
[33]: n_range2 = np.array(range(2,20,4))

      plot_validation_curve(KNeighborsClassifier(), 'knn',
                           data3, attacktype,
                           param_name='n_neighbors', param_range=n_range2,
                           cv=4, scoring="accuracy")
```

```
[33]: <module 'matplotlib.pyplot' from '/usr/local/lib/python3.6/dist-
      packages/matplotlib/pyplot.py'>
```

