



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Калужский филиал федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИУК «Информатика и управление

КАФЕДРА ИУК4 «Программное обеспечение ЭВМ, информационные технологии»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«Вычисление отступов по выборке»

по дисциплине: «Методы машинного обучения»

Выполнил: студент группы ИУК4-72Б

(Подпись)

Губин Е.В.

(Фамилия И.О.)

Проверил(-а):

(Подпись)

Семененко М.Г.

(Фамилия, И.О.)

Дата сдачи (защиты):

Результаты сдачи (защиты):

- Балльная оценка:

- Оценка:

Калуга, 2025

Цель: формирование навыков использования алгоритма k-ближайших соседей и STOLP.

Задачи:

1. Применить алгоритм k-ближайших соседей к объекту выборки.
2. Применить алгоритм STOLP для отбора эталонных объектов.

Задание:

1. Сгенерировать случайную выборку из 10 объектов с классами +1 и -1 и одним количественным признаком.
2. Выбрать один из объектов в сгенерированной выборке и рассчитать для него все отступы для алгоритма 2NN.
3. Применить алгоритм STOLP для отбора эталонных объектов.

Ход выполнения работы:

Задание 1:

Составим скрипт на python-скрипт для генерации выборки.

main.py

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Генерация данных
np.random.seed(10)
X = np.random.uniform(0, 10, 10)
y = np.random.choice([-1, 1], 10)
sort_indices = np.argsort(X)
X = X[sort_indices]
y = y[sort_indices]
print("Данные:")
for i, (feature, label) in enumerate(zip(X, y)):
    print(f"{i}: {feature:.2f}, {label}")

plt.figure(figsize=(12, 3))
colors = ['red' if label == -1 else 'blue' for label in y]
plt.scatter(X, [0]*10, c=colors, s=100, alpha=0.7)
plt.yticks([])
plt.xlabel('X')
plt.title('Метки -1 (red), 1 (blue)')
for i, (x, label) in enumerate(zip(X, y)):
    plt.text(x, 0.02, f'{i}', ha='center', va='bottom')
plt.grid(True, alpha=0.3)
plt.show()
```

Результат выполнения скрипта:

```
Данные:
0: 0.21, 1
1: 0.88, -1
2: 1.69, 1
3: 1.98, -1
4: 2.25, 1
```

```

5: 4.99, 1
6: 6.34, -1
7: 7.49, -1
8: 7.61, -1
9: 7.71, -1

```

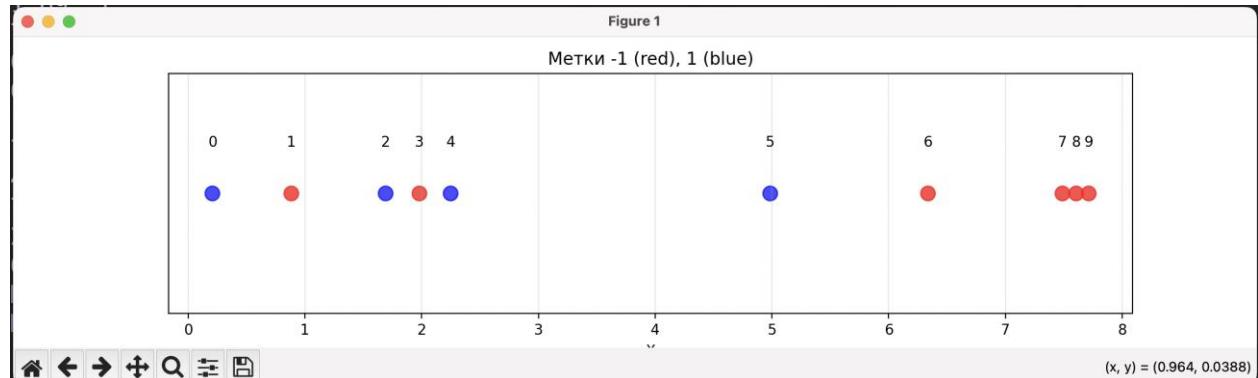


Рис. 1 «Результат выполнения скрипта первого задания»

Задание 2:

Составим скрипт на python-скрипт для выбора одного из объектов в сгенерированной выборке и расчёта для него отступов алгоритма 2NN.
main.py

```

# 2NN-margin
def calculate_2nn_margin(X, y, object_index):
    target_x = X[object_index]
    target_y = y[object_index]
    distances = []
    for i, (x, label) in enumerate(zip(X, y)):
        if i != object_index:
            dist = abs(x - target_x)
            distances.append((dist, label, i))
    distances.sort(key=lambda x: x[0])
    neighbor1_dist, neighbor1_label, neighbor1_idx = distances[0]
    neighbor2_dist, neighbor2_label, neighbor2_idx = distances[1]
    print(f"object_index {target_x:.2f}, {target_y}:")
    print(f"  1NN: {neighbor1_idx}, {neighbor1_dist:.2f}, {neighbor1_label}")
    print(f"  2NN: {neighbor2_idx}, {neighbor2_dist:.2f}, {neighbor2_label}")
    same_class_distances = [dist for dist, label, idx in distances[:2] if label
== target_y]
    diff_class_distances = [dist for dist, label, idx in distances[:2] if label
!= target_y]
    if same_class_distances and diff_class_distances:
        margin = min(diff_class_distances) - min(same_class_distances)
    elif same_class_distances:
        margin = float('inf')
    else:
        margin = -float('inf')
    print(f"  2NN margin: {margin:.2f}")
    if margin > 0:
        print("  object OK")
    elif margin < 0:
        print("  object ERROR")
    else:
        print("  object on margin")
    return margin

```

```

selected_object = 4
margin2nn = calculate_2nn_margin(X, y, selected_object)

print("=" * 50)
print("Margins for all objects:")
print("=" * 50)
margins = []
for i in range(len(X)):
    margin = calculate_2nn_margin(X, y, i)
    margins.append(margin)

```

Результат выполнения скрипта:

```

4 (2.25, 1):
1NN: 3, 0.27, -1
2NN: 2, 0.56, 1
2NN margin: -0.29
object ERROR
=====
Margins for all objects:
=====
0 (0.21, 1):
1NN: 1, 0.68, -1
2NN: 2, 1.48, 1
2NN margin: -0.81
object ERROR
1 (0.88, -1):
1NN: 0, 0.68, 1
2NN: 2, 0.81, 1
2NN margin: -inf
object ERROR
2 (1.69, 1):
1NN: 3, 0.29, -1
2NN: 4, 0.56, 1
2NN margin: -0.27
object ERROR
3 (1.98, -1):
1NN: 4, 0.27, 1
2NN: 2, 0.29, 1
2NN margin: -inf
object ERROR
4 (2.25, 1):
1NN: 3, 0.27, -1
2NN: 2, 0.56, 1
2NN margin: -0.29
object ERROR
5 (4.99, 1):
1NN: 6, 1.35, -1
2NN: 7, 2.50, -1
2NN margin: -inf
object ERROR
6 (6.34, -1):
1NN: 7, 1.15, -1
2NN: 8, 1.27, -1
2NN margin: inf
object OK
7 (7.49, -1):
1NN: 8, 0.12, -1
2NN: 9, 0.23, -1
2NN margin: inf
object OK
8 (7.61, -1):
1NN: 9, 0.11, -1

```

```

2NN: 7, 0.12, -1
2NN margin: inf
object OK
9 (7.71, -1):
1NN: 8, 0.11, -1
2NN: 7, 0.23, -1
2NN margin: inf
object OK

```

Задание 3:

Составим скрипт на python-скрипта, реализующий алгоритм STOLP, для отбора эталонных объектов.

main.py

```

# STOLP
def stolp_algorithm(X, y, theta_plus=0.1, theta_minus=-0.1,
max_iter=100):
    n = len(X)
    # Находим маргина
    margins = []
    for i in range(n):
        margin = calculate_2nn_margin(X, y, i)
        margins.append(margin)
    prototypes = []
    prototype_indices = []

    # Выбор опорных объектов разных классов с максимальным margin
    plus_margins = [(margin, i) for i, margin in enumerate(margins) if
y[i] == 1]
    if plus_margins:
        best_plus_margin, best_plus_idx = max(plus_margins)
        prototypes.append((X[best_plus_idx], y[best_plus_idx]))
        prototype_indices.append(best_plus_idx)
        print(f"+1: {best_plus_idx}")
    minus_margins = [(margin, i) for i, margin in enumerate(margins) if
y[i] == -1]
    if minus_margins:
        best_minus_margin, best_minus_idx = max(minus_margins)
        prototypes.append((X[best_minus_idx], y[best_minus_idx]))
        prototype_indices.append(best_minus_idx)
        print(f"-1: {best_minus_idx}")

    for iteration in range(max_iter):
        current_margins = []
        for i in range(n):
            if i in prototype_indices:
                continue
            # margin относительно прототипов
            distances_to_prototypes = []
            for j, (proto_x, proto_y) in enumerate(prototypes):
                dist = abs(X[i] - proto_x)
                distances_to_prototypes.append((dist, proto_y, j))
            distances_to_prototypes.sort(key=lambda x: x[0])
            nearest_prototypes = distances_to_prototypes[:2]
            same_class_dists = [dist for dist, label, idx in
nearest_prototypes if label == y[i]]
            diff_class_dists = [dist for dist, label, idx in
nearest_prototypes if label != y[i]]

```

```

        if same_class_dists and diff_class_dists:
            margin = min(diff_class_dists) - min(same_class_dists)
        elif same_class_dists:
            margin = float('inf')
        else:
            margin = -float('inf')
        current_margins.append((margin, i))
    if not current_margins:
        break
    errors = [(margin, idx) for margin, idx in current_margins if
margin < theta_minus]
    if not errors:
        break
    worst_margin, worst_idx = min(errors, key=lambda x: x[0])
    print(f"Добавляется в прототипы: {worst_idx}, {y[worst_idx]}")
    prototypes.append((X[worst_idx], y[worst_idx]))
    prototype_indices.append(worst_idx)
    # возможно, еще позитивные
    good_objects = [(margin, idx) for margin, idx in current_margins
if margin > theta_plus and idx not in prototype_indices]
    if good_objects and len(prototypes) < n:
        best_margin, best_idx = max(good_objects)
        prototypes.append((X[best_idx], y[best_idx]))
        prototype_indices.append(best_idx)
        print(f"Добавляется в прототипы: {best_idx} (good margin)")
    return prototype_indices, prototypes

print("=" * 60)
print("STOLP алгоритм")
print("=" * 60)
prototype_indices, prototypes = stolp_algorithm(X, y)

print("=" * 50)
print("STOLP прототипы")
print("=" * 50)
print(f"N: {len(X)}, Прототипы: {len(prototype_indices)},"
      f"\n({len(prototype_indices)/len(X):.1%})")
for i, idx in enumerate(prototype_indices):
    print(f"{i}: {idx}, {X[idx]:.2f}, {y[idx]}")

plt.figure(figsize=(12, 4))
plt.subplot(1, 2, 1)
colors = ['red' if label == -1 else 'blue' for label in y]
plt.scatter(X, [0]*10, c=colors, s=100, alpha=0.7)
plt.yticks([])
plt.xlabel('X')
plt.title('До STOLP')
for i, (x, label) in enumerate(zip(X, y)):
    plt.text(x, 0.02, f'{i}', ha='center', va='bottom')
plt.grid(True, alpha=0.3)

plt.subplot(1, 2, 2)
all_colors = ['red' if label == -1 else 'blue' for label in y]
prototype_colors = ['darkred' if label == -1 else 'darkblue' for _, label
in prototypes]
plt.scatter(X, [0]*10, c=all_colors, s=100, alpha=0.2)
prototype_X = [X[i] for i in prototype_indices]
prototype_y = [y[i] for i in prototype_indices]
plt.scatter(prototype_X, [0]*len(prototype_X), c=prototype_colors,
s=100)
plt.yticks([])
plt.xlabel('X')
plt.title('После STOLP')
for i, (x, label) in enumerate(zip(X, y)):

```

```

        if i in prototype_indices:
            plt.text(x, 0.02, f'{i}', ha='center', va='bottom',
fontweight='bold')
        else:
            plt.text(x, 0.02, f'{i}', ha='center', va='bottom', alpha=0.5)
    plt.grid(True, alpha=0.3)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

```

Результат выполнения скрипта:

```
=====
STOLP алгоритм
=====
0 (0.21, 1):
1NN: 1, 0.68, -1
2NN: 2, 1.48, 1
2NN margin: -0.81
object ERROR
1 (0.88, -1):
1NN: 0, 0.68, 1
2NN: 2, 0.81, 1
2NN margin: -inf
object ERROR
2 (1.69, 1):
1NN: 3, 0.29, -1
2NN: 4, 0.56, 1
2NN margin: -0.27
object ERROR
3 (1.98, -1):
1NN: 4, 0.27, 1
2NN: 2, 0.29, 1
2NN margin: -inf
object ERROR
4 (2.25, 1):
1NN: 3, 0.27, -1
2NN: 2, 0.56, 1
2NN margin: -0.29
object ERROR
5 (4.99, 1):
1NN: 6, 1.35, -1
2NN: 7, 2.50, -1
2NN margin: -inf
object ERROR
6 (6.34, -1):
1NN: 7, 1.15, -1
2NN: 8, 1.27, -1
2NN margin: inf
object OK
7 (7.49, -1):
1NN: 8, 0.12, -1
2NN: 9, 0.23, -1
2NN margin: inf
object OK
8 (7.61, -1):
1NN: 9, 0.11, -1
2NN: 7, 0.12, -1
2NN margin: inf
object OK
9 (7.71, -1):
1NN: 8, 0.11, -1
2NN: 7, 0.23, -1
2NN margin: inf
```

```

object OK
+1: 2
-1: 9
Добавляется в прототипы: 1, -1
Добавляется в прототипы: 0 (good margin)
Добавляется в прототипы: 3, -1
Добавляется в прототипы: 8 (good margin)
Добавляется в прототипы: 5, 1
Добавляется в прототипы: 7 (good margin)
Добавляется в прототипы: 4, 1
Добавляется в прототипы: 6 (good margin)
=====
STOLP прототипы
=====
N: 10, Прототипы: 10, (100.0%)
0: 2, 1.69, 1
1: 9, 7.71, -1
2: 1, 0.88, -1
3: 0, 0.21, 1
4: 3, 1.98, -1
5: 8, 7.61, -1
6: 5, 4.99, 1
7: 7, 7.49, -1
8: 4, 2.25, 1
9: 6, 6.34, -1

```

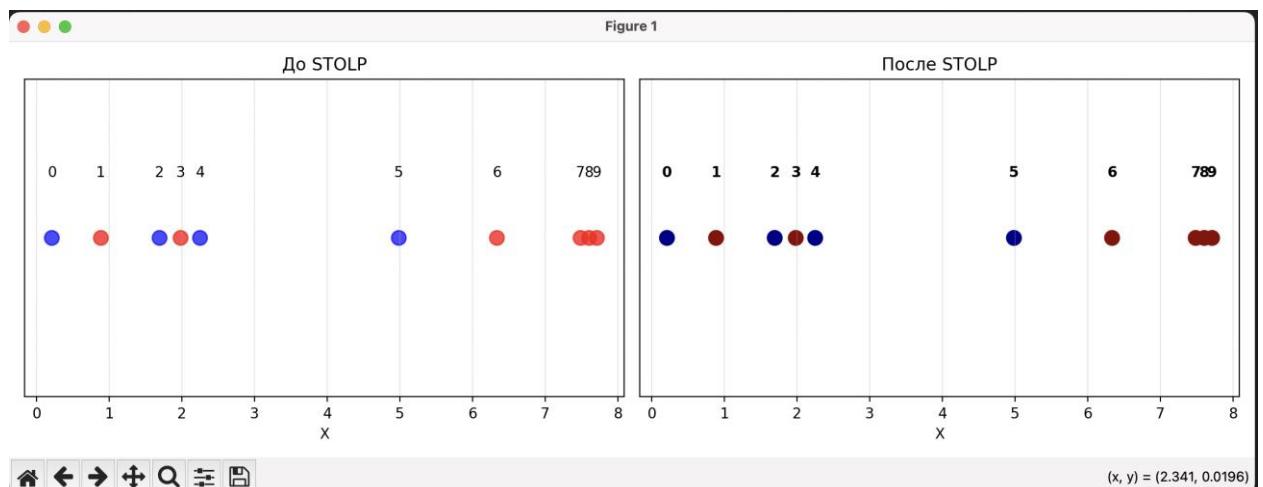


Рис. 2 «Результат выполнения скрипта третьего задания»

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы были сформированы практические навыки использования алгоритма k-ближайших соседей и STOLP.