

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ АНСАМБЛЕВОГО НАВЧАННЯ ТА СТВОРЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: використовуючи спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python дослідити методи ансамблів у машинному навчанні та створити рекомендаційні системи.

Посилання на GitHub: <https://github.com/enot1k666/labsOAI.git>

2. ЗАВДАННЯ НА ЛАБОРАТОРНУ РОБОТУ ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЙОГО ВИКОНАННЯ

Завдання 2.1. Створення класифікаторів на основі випадкових та гранично випадкових лісів

Використовувати файл вхідних даних: data_random_forests.txt, побудувати класифікатори на основі випадкових та гранично випадкових лісів.

Лістинг програми:

```
import argparse
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier, ExtraTreesClassifier
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import classification_report
from utilities import visualize_classifier

def build_arg_parser():
    parser = argparse.ArgumentParser(description='Classify data using Ensemble Learning techniques')
    parser.add_argument('--classifier-type', dest='classifier_type', required=True,
                        choices=['rf', 'erf'], help="Type of classifier to use; can be either 'rf' or 'erf'")
    return parser

if __name__ == '__main__':
    args = build_arg_parser().parse_args()
    classifier_type = args.classifier_type

    input_file = 'data_random_forests.txt'
    data = np.loadtxt(input_file, delimiter=',')
    X, y = data[:, :-1], data[:, -1]

    class_0 = np.array(X[y == 0])
    class_1 = np.array(X[y == 1])
    class_2 = np.array(X[y == 2])

    plt.figure()
    plt.scatter(class_0[:, 0], class_0[:, 1], s=75, facecolors='white',
                edgecolors='black', linewidth=1, marker='s')
```

					ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – ЛрЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Звіт з лабораторної роботи	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Скоківський В.						
Перевір.		Голенко М.Ю.					1	
Керівник						ФІКТ Гр. ІПЗ-20-3		
Н. контр.								
Зав. каф.								

```

plt.scatter(class_1[:, 0], class_1[:, 1], s=75, facecolors='white',
            edgecolors='black', linewidth=1, marker='o')
plt.scatter(class_2[:, 0], class_2[:, 1], s=75, facecolors='white',
            edgecolors='black', linewidth=1, marker='^')
plt.title('Вхідні дані')

X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.25,
random_state=5)
params = {'n_estimators': 100, 'max_depth': 4, 'random_state': 0}

if classifier_type == 'rf':
    classifier = RandomForestClassifier(**params)
else:
    classifier = ExtraTreesClassifier(**params)

classifier.fit(X_train, y_train)
visualize_classifier(classifier, X_train, y_train, 'Тренувальний набір даних')

y_test_pred = classifier.predict(X_test)
visualize_classifier(classifier, X_test, y_test, 'Тестовий набір даних')

class_names = ['Class-0', 'Class-1', 'Class-2']
print("\n" + "#" * 40)
print("\nClassifier performance on training dataset\n")
print(classification_report(y_train, classifier.predict(X_train),
target_names=class_names))
print("#" * 40 + "\n")

print("#" * 40)
print("\nClassifier performance on test dataset\n")
print(classification_report(y_test, y_test_pred, target_names=class_names))
print("#" * 40 + "\n")

test_datapoints = np.array([[5, 5], [3, 6], [6, 4], [7, 2], [4, 4], [5, 2]])
print('\nConfidense measure:')
for datapoint in test_datapoints:
    probabilities = classifier.predict_proba([datapoint])[0]
    predicted_class = 'Class-' + str(np.argmax(probabilities))
    print('\nDatapoint:', datapoint)
    print('Predicted class:', predicted_class)

visualize_classifier(classifier, test_datapoints, [0] * len(test_datapoints), 'Тестові
точки даних')
plt.show()

```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Результат виконання:

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python random_forests.py --classifier-type rf
```

```
#####
```

Classifier performance on training dataset

	precision	recall	f1-score	support
Class-0	0.91	0.86	0.88	221
Class-1	0.84	0.87	0.86	230
Class-2	0.86	0.87	0.86	224
accuracy			0.87	675
macro avg	0.87	0.87	0.87	675
weighted avg	0.87	0.87	0.87	675

```
#####
```

```
#####
```

Classifier performance on test dataset

	precision	recall	f1-score	support
Class-0	0.92	0.85	0.88	79
Class-1	0.86	0.84	0.85	70
Class-2	0.84	0.92	0.88	76
accuracy			0.87	225
macro avg	0.87	0.87	0.87	225
weighted avg	0.87	0.87	0.87	225

```
#####
```

Confidence measure:

Datapoint: [5 5]

Predicted class: Class-0

Datapoint: [3 6]

Predicted class: Class-0

Datapoint: [6 4]

Predicted class: Class-1

Datapoint: [7 2]

Predicted class: Class-1

Datapoint: [4 4]

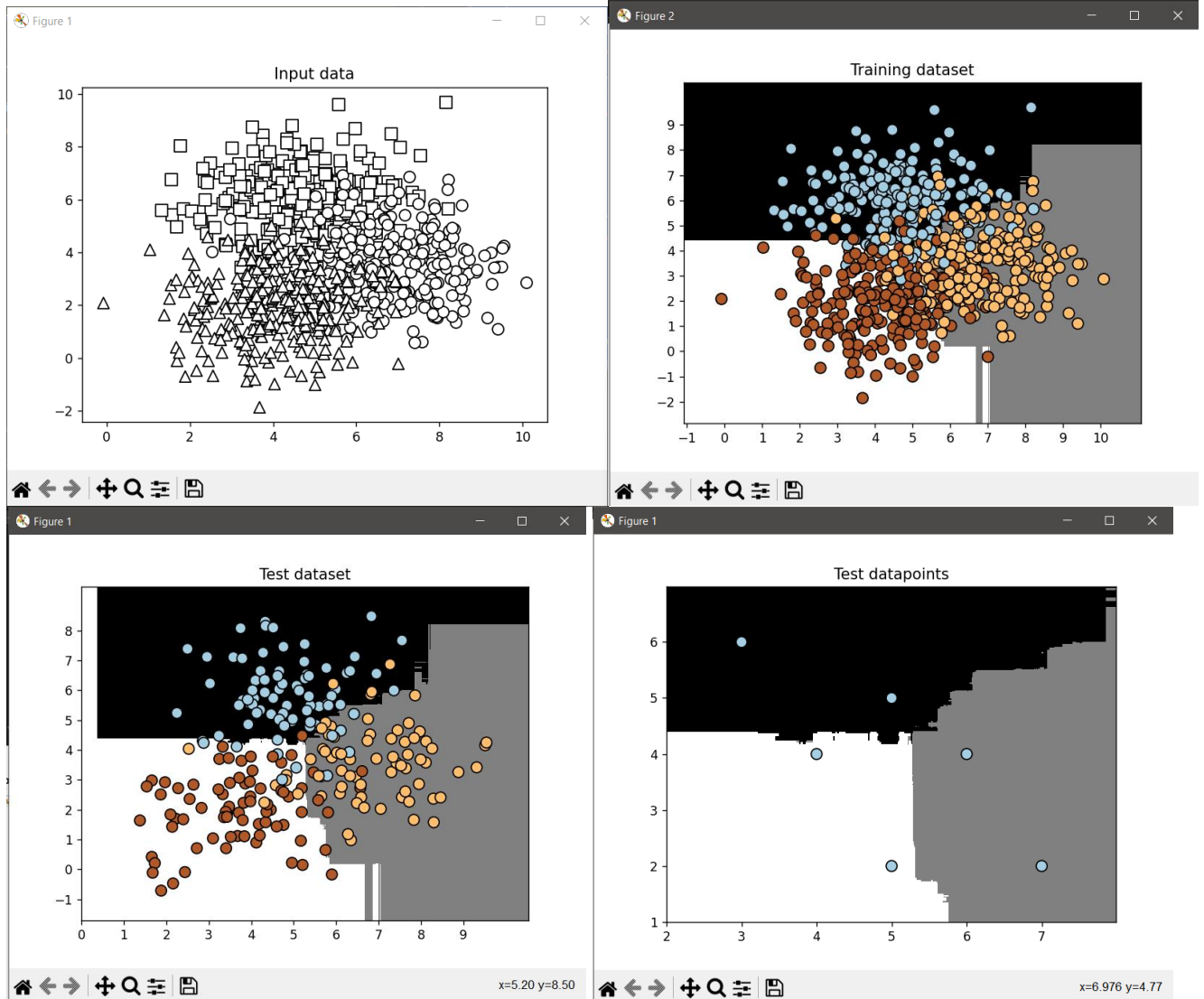
Predicted class: Class-2

Datapoint: [5 2]

Predicted class: Class-2

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Створення класифікатора на основі випадкового лісу



Створення класифікатора на основі гранично випадкового лісу:

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python random_forests.py --classifier-type erf

#####

Classifier performance on training dataset

      precision    recall  f1-score   support

   Class-0       0.89      0.83      0.86         221
   Class-1       0.82      0.84      0.83         230
   Class-2       0.83      0.86      0.85         224

 accuracy          0.85          0.85          0.85          675
  macro avg       0.85      0.85      0.85          675
weighted avg       0.85      0.85      0.85          675

#####

#####

Classifier performance on test dataset

      precision    recall  f1-score   support

   Class-0       0.92      0.85      0.88          79
   Class-1       0.84      0.84      0.84          70
   Class-2       0.85      0.92      0.89          76

 accuracy          0.87          0.87          0.87         225
  macro avg       0.87      0.87      0.87         225
weighted avg       0.87      0.87      0.87         225

#####

Confidence measure:

Datapoint: [5 5]
Predicted class: Class-0

Datapoint: [3 6]
Predicted class: Class-0

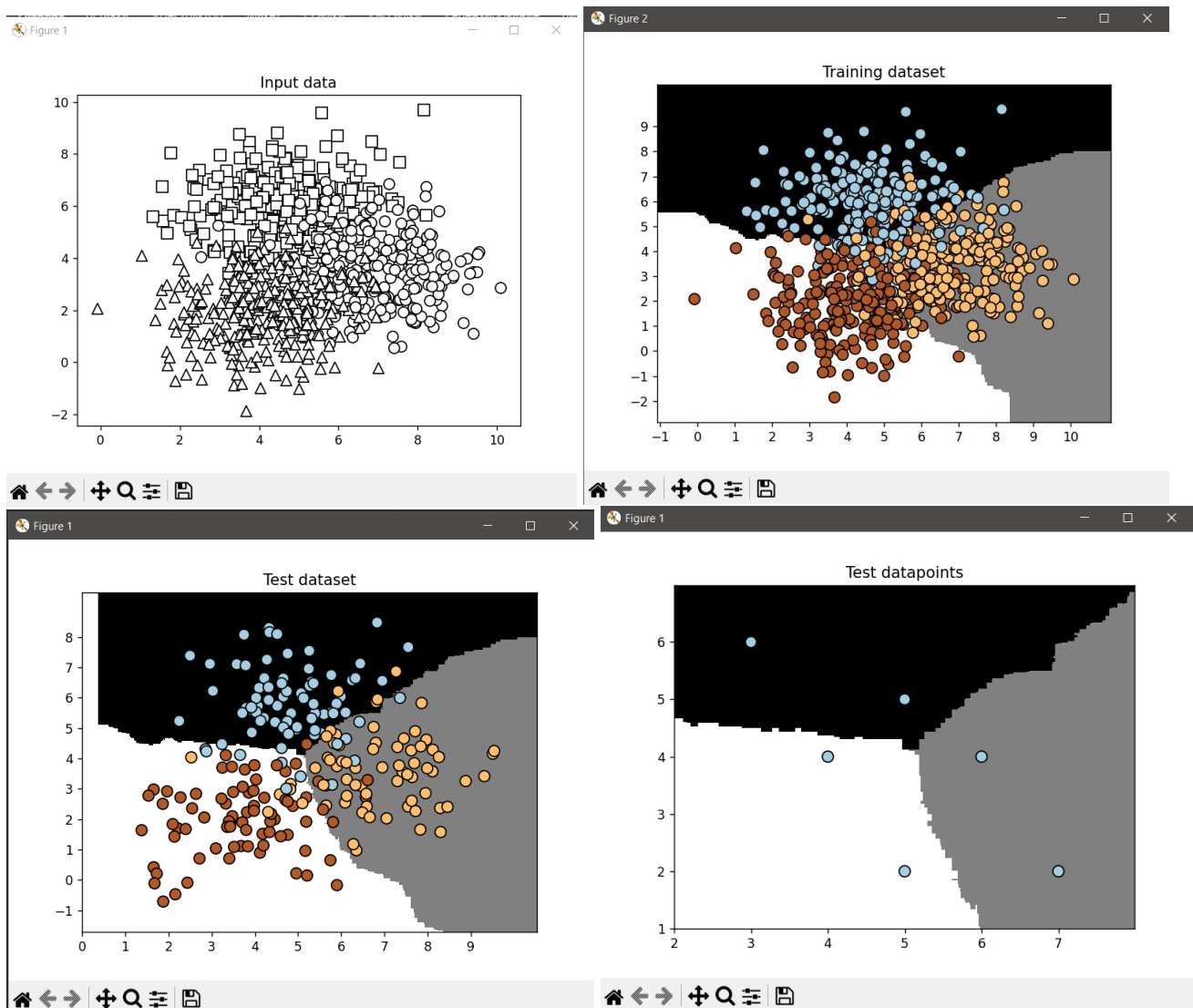
Datapoint: [6 4]
Predicted class: Class-1

Datapoint: [7 2]
Predicted class: Class-1

Datapoint: [4 4]
Predicted class: Class-2

Datapoint: [5 2]
Predicted class: Class-2
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> █
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Висновок: У даному завданні було використано методи Random Forest та Extra Trees для класифікації даних і отримано такі значення:

При використанні RF:

Класифікатор досягає точності 0.87, що дорівнює приблизно 87% (тестовий набір 87%)

При використанні ERF:

Класифікатор досягає точності 0.85, що дорівнює приблизно 85% (тестовий набір 85%)

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання 2.2. Обробка дисбалансу класів

Використовуючи для аналізу дані, які містяться у файлі `data_imbalance.txt` проведіть обробку з урахуванням дисбалансу класів.

Лістинг програми:

```
import sys
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.ensemble import ExtraTreesClassifier
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import classification_report
from utilities import visualize_classifier

input_file = 'data_imbalance.txt'
data = np.loadtxt(input_file, delimiter=',')
X, y = data[:, :-1], data[:, -1]

class_0 = np.array(X[y == 0])
class_1 = np.array(X[y == 1])

plt.figure()
plt.scatter(class_0[:, 0], class_0[:, 1], s=75, facecolor='black',
            edgecolors='black', linewidths=1, marker='x')

plt.scatter(class_1[:, 0], class_1[:, 1], s=75, facecolor='white',
            edgecolors='black', linewidths=1, marker='o')

plt.title('Вхідні дані')

X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.25, random_state=5)

params = {'n_estimators': 100, 'max_depth': 4, 'random_state': 0}
if len(sys.argv) > 1:
    if sys.argv[1] == 'balance':
        params = {'n_estimators': 100, 'max_depth': 4, 'random_state': 0, 'class_weight':
'balanced'}
    else:
        raise TypeError('Invalid input argument; should be \'balance\'')

classifier = ExtraTreesClassifier(**params)
classifier.fit(X_train, y_train)
visualize_classifier(classifier, X_train, y_train, 'Тренувальний набір даних')

y_test_pred = classifier.predict(X_test)
visualize_classifier(classifier, X_test, y_test, 'Тестовий набір даних')

class_names = ['Class-0', 'Class-1']
print("\n" + "#" * 40)
print("\nClassifier performance on training dataset\n")
print(classification_report(y_train, classifier.predict(X_train),
target_names=class_names))
print("#" * 40 + "\n")

print("#" * 40)
print("\nClassifier performance on test dataset\n")
print(classification_report(y_test, y_test_pred, target_names=class_names))
print("#" * 40 + "\n")

plt.show()
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результат виконання:

```
(.venv) PS C:\Users\skokil\PycharmProjects\lab5\AI\lab4> python class_imbalance.py balance
C:\Users\skokil\PycharmProjects\lab5\AI\lab4\class_imbalance.py:22: UserWarning: You passed a edgecolor/edgecolors ('black') for an unfilled marker ('x'). Matplotlib is ignoring the edgecolor in favor of the facecolor. This behavior may change in the future.
  plt.scatter(class_0[:, 0], class_0[:, 1], s=75, facecolors='black',

#####

Classifier performance on training dataset

      precision    recall  f1-score   support

   Class-0       0.44      0.93      0.60       181
   Class-1       0.98      0.77      0.86       944

 accuracy          0.80          1125
 macro avg          0.71      0.85      0.73          1125
weighted avg          0.89      0.80      0.82          1125

#####

Classifier performance on test dataset

      precision    recall  f1-score   support

   Class-0       0.45      0.94      0.61        69
   Class-1       0.98      0.74      0.84       306

 accuracy          0.78          375
 macro avg          0.72      0.84      0.73          375
weighted avg          0.88      0.78      0.80          375

(.venv) PS C:\Users\skokil\PycharmProjects\lab5\AI\lab4> python class_imbalance.py balance
C:\Users\skokil\PycharmProjects\lab5\AI\lab4\class_imbalance.py:22: UserWarning: You passed a edgecolor/edgecolors ('black') for an unfilled marker ('x'). Matplotlib is ignoring the edgecolor in favor of the facecolor. This behavior may change in the future.
  plt.scatter(class_0[:, 0], class_0[:, 1], s=75, facecolors='black',

#####

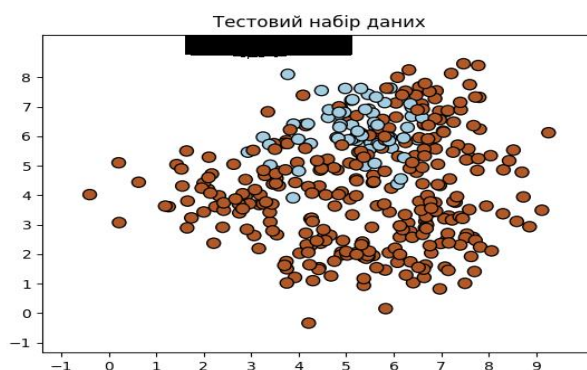
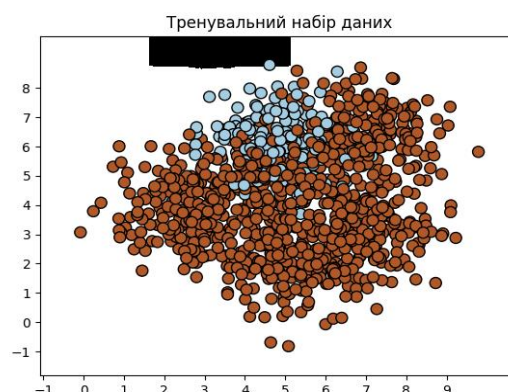
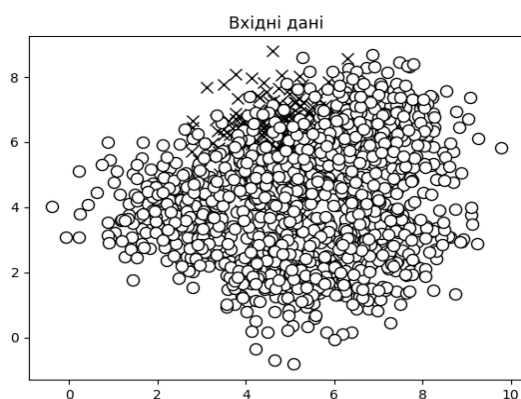
Classifier performance on training dataset

      precision    recall  f1-score   support

   Class-0       0.44      0.93      0.60       181
   Class-1       0.98      0.77      0.86       944

 accuracy          0.80          1125
 macro avg          0.71      0.85      0.73          1125
weighted avg          0.89      0.80      0.82          1125

#####
```



Висновок: У даному завданні було використано класифікатор для даних з урахуванням дисбалансу класів, на навчальному та тестовому наборах було отримано точність 0.78 (близько 78%).

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка». 22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання 2.3. Знаходження оптимальних навчальних параметрів за допомогою сіткового пошуку

Використовуючи дані, що містяться у файлі `data_random_forests.txt`, знайти оптимальних навчальних параметрів за допомогою сіткового пошуку.

Лістинг програми:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.model_selection import GridSearchCV
from sklearn.ensemble import ExtraTreesClassifier
from sklearn.model_selection import train_test_split

# Використовуємо для нашого аналізу дані, що містяться у файлі
input_file = 'data_random_forests.txt'
data = np.loadtxt(input_file, delimiter=',')
X, y = data[:, :-1], data[:, -1]

# Розбиття даних на три класи на підставі міток
class_0 = np.array(X[y == 0])
class_1 = np.array(X[y == 1])
class_2 = np.array(X[y == 2])

# Розбиття даних на навчальний та тестовий набори
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.25, random_state=5)

# Визначення сітки значень параметрів
parameter_grid = [{'n_estimators': [100], 'max_depth': [2, 4, 7, 12, 17]},
                   {'max_depth': [4], 'n_estimators': [25, 50, 100, 250]}]

metrics = ['precision_weighted', 'recall_weighted']

for metric in metrics:
    print('\n#### Searching for optimal parameters for', metric)

    classifier = GridSearchCV(ExtraTreesClassifier(random_state=0), parameter_grid, cv=5,
                              scoring=metric)
    classifier.fit(X_train, y_train)

    # Виведемо оцінку для кожної комбінації параметрів.
    print('\nGrid scores for the parameter grid:')
    for i in range(0, len(classifier.cv_results_['params'])):
        print(classifier.cv_results_['params'][i], '-->',
              classifier.cv_results_['rank_test_score'][i])
    print('\nBest parameters:', classifier.best_params_)

# Виведемо звіт із результатами роботи класифікатора
y_pred = classifier.predict(X_test)
print('\nPerformance report:\n')
print(classification_report(y_test, y_pred))
```

Результат виконання:

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\.venv\Scripts\python.exe C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4\task3.py
```

```
#### Searching for optimal parameters for precision_weighted
```

```
Grid scores for the parameter grid:
```

```
{ 'max_depth': 2, 'n_estimators': 100} --> 1  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 100} --> 5  
{ 'max_depth': 7, 'n_estimators': 100} --> 4  
{ 'max_depth': 12, 'n_estimators': 100} --> 8  
{ 'max_depth': 17, 'n_estimators': 100} --> 9  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 25} --> 2  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 50} --> 7  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 100} --> 5  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 250} --> 3
```

```
Best parameters: { 'max_depth': 2, 'n_estimators': 100}
```

```
#### Searching for optimal parameters for recall_weighted
```

```
Grid scores for the parameter grid:
```

```
{ 'max_depth': 2, 'n_estimators': 100} --> 1  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 100} --> 5  
{ 'max_depth': 7, 'n_estimators': 100} --> 3  
{ 'max_depth': 12, 'n_estimators': 100} --> 8  
{ 'max_depth': 17, 'n_estimators': 100} --> 9  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 25} --> 1  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 50} --> 7  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 100} --> 5  
{ 'max_depth': 4, 'n_estimators': 250} --> 3
```

```
Best parameters: { 'max_depth': 2, 'n_estimators': 100}
```

```
Performance report:
```

	precision	recall	f1-score	support
0.0	0.94	0.81	0.87	79
1.0	0.81	0.86	0.83	70
2.0	0.83	0.91	0.87	76
accuracy			0.86	225
macro avg	0.86	0.86	0.86	225
weighted avg	0.86	0.86	0.86	225

```
Process finished with exit code 0
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок: У даному завданні було використано GridSearchCV для пошуку оптимальних параметрів для класифікатора ExtraTreesClassifier на основі двох метрик - **precision_weighted** і **recall_weighted**. Класифікатор показав високу продуктивність (точність близько 86%).

Завдання 2.4. Обчислення відносної важливості ознак

Лістинг програми:

```
from ctypes import util
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
from sklearn.ensemble import AdaBoostClassifier
from sklearn import datasets, preprocessing, utils
from sklearn.metrics import mean_squared_error, explained_variance_score
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.utils import shuffle

#Завантаження даних із цінами на нерухомість
housing_data = datasets.load_boston()
print(housing_data['DESCR'])
#Перемішування даних
label_encoder = preprocessing.LabelEncoder()
X, y = shuffle(housing_data.data, label_encoder.fit_transform(housing_data.target),
random_state=7)

#Розбиття даних на навчальний та тестовий набори
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=7)

# Модель на основі регресора AdaBoost
regressor = AdaBoostClassifier(DecisionTreeClassifier(max_depth=4), n_estimators=400,
random_state=7)
regressor.fit(X_train, y_train)

# Обчислення показників ефективності регресора AdaBoost
y_pred = regressor.predict(X_test)
mse = mean_squared_error(y_test, y_pred)
evs = explained_variance_score(y_test, y_pred)
print('\nADABOOST REGRESSOR')
print('Mean squared error =', round(mse, 2))
print('Explained variance error =', round(evs, 2))

# Вилучення важливості ознак
feature_importances = regressor.feature_importances_
feature_names = housing_data.feature_names

# Нормалізація значень важливості ознак
feature_importances = 100.0 * (feature_importances / max(feature_importances))

# Сортуювання та перестановка значень
index_sorted = np.flipud(np.argsort(feature_importances))
# Розміщення міток уздовж осі X
pos = np.arange(index_sorted.shape[0]) + 0.5

# Побудова стовпчастої діаграми
plt.figure()
plt.bar(pos, feature_importances[index_sorted], align='center')
plt.xticks(pos, feature_names[index_sorted])
plt.ylabel('Relative Importance')
plt.title('Оцінка важливості причин використання регресора AdaBoost')
plt.show()
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

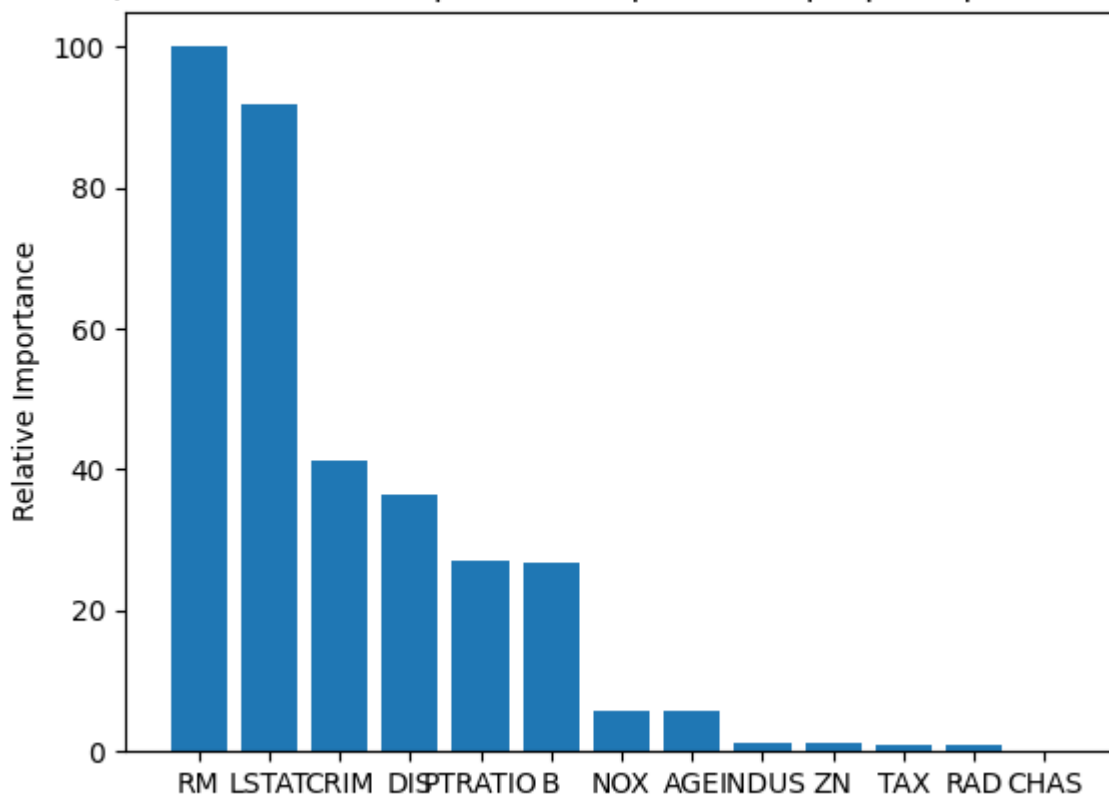
Результат виконання:

```

ADABOOST REGRESSOR
Mean squared error = 1752.03
Explained variance error = 0.56
Process finished with exit code 0

```

Оцінка важливості причин використання регресора AdaBoost



Висновок: Було використано регресор AdaBoost для цін нерухомості, велика величина помилки становить 1752.03, що означає те, що модель не є точною, значення EVS дорівнює 0.56, це означає що моделю пояснює 56% змінності. Ознаки такі як: RM, LSTAT, CRIM мають найбільші показники, найменші показники мають ознаки: ZN, NAX, RAD, ознака CHAS взагалі немає ніякого значення.

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання 2.5. Прогнозування інтенсивності дорожнього руху за допомогою класифікатора на основі гранично випадкових лісів

Лістинг програми:

```
import numpy as np
from sklearn.metrics import mean_absolute_error
from sklearn import preprocessing
from sklearn.ensemble import ExtraTreesClassifier
from sklearn.model_selection import train_test_split

#Завантажимо дані із файлу traffic_data.txt.
input_file = 'traffic_data.txt'
data = []
with open(input_file, 'r') as f:
    for line in f.readlines():
        items = line[:-1].split(',')
        data.append(items)

data = np.array(data)

# Перетворення рядкових даних на числові
label_encoder = []
X_encoded = np.empty(data.shape)
for i, item in enumerate(data[0]):
    if item.isdigit():
        X_encoded[:, i] = data[:, i]
    else:
        label_encoder.append(preprocessing.LabelEncoder())
        X_encoded[:, i] = label_encoder[-1].fit_transform(data[:, i])

X = X_encoded[:, :-1].astype(int)
y = X_encoded[:, -1].astype(int)

# Розбиття даних на навчальний та тестовий набори
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.25, random_state=5)

# Регресор на основі гранично випадкових лісів
params = {'n_estimators': 200, 'max_depth': 15, 'random_state': 0}
regressor = ExtraTreesClassifier(**params)
regressor.fit(X_train, y_train)

# Обчислення характеристик ефективності регресора на тестових даних
y_pred = regressor.predict(X_test)
print('Mean absolute error =', round(mean_absolute_error(y_test, y_pred), 2))

# Тестування кодування на одиночному прикладі
test_datapoint = ['Saturday', '10:20', 'Atlanta', 'no']
test_datapoint_encoded = [-1] * len(test_datapoint)
count = 0
for i, item in enumerate(test_datapoint):
    if item.isdigit():
        test_datapoint_encoded[i] = int(test_datapoint[i])
    else:
        encoder = label_encoder[count]
        test_datapoint_encoded[i] = int(encoder.transform([test_datapoint[i]])[0])
        count = count + 1

test_datapoint_encoded = np.array(test_datapoint_encoded)

# Прогнозування результату для тестової точки даних
print('Predicted traffic:', int(regressor.predict([test_datapoint_encoded])[0]))
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результат виконання:

```
C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\.venv\Scripts\python.exe C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4\task5.py
Mean absolute error = 5.57
Predicted traffic: 24
```

2. ЗАВДАННЯ НА ЛАБОРАТОРНУ РОБОТУ ТА МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЙОГО ВИКОНАННЯ

Завдання 2.6. Створення навчального конвеєра (конвеєра машинного навчання)

Лістинг програми:

```
from sklearn.datasets import _samples_generator
from sklearn.feature_selection import SelectKBest, f_regression
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.ensemble import ExtraTreesClassifier

# Генерація даних
X, y = _samples_generator.make_classification(n_samples=150,
                                             n_features=25, n_classes=3,
                                             n_informative=6,
                                             n_redundant=0, random_state=7)

# Вибір k найважливіших ознак
k_best_selector = SelectKBest(f_regression, k=9)

# Ініціалізація класифікатора на основі гранично випадкового лісу
classifier = ExtraTreesClassifier(n_estimators=60, max_depth=4)

# Створення конвеєра
processor_pipeline = Pipeline([('selector', k_best_selector), ('erf',
                                                                classifier)])

# Встановлення параметрів
processor_pipeline.set_params(selector__k=7, erf__n_estimators=30)

# Навчання конвеєра
processor_pipeline.fit(X, y)

# Прогнозування результатів для вхідних даних
output = processor_pipeline.predict(X)
print("\nPredicted output:\n", output)

# Виведення оцінки
print("\nScore:", processor_pipeline.score(X, y))

# Виведення ознак, відібраних селектором конвеєра
status = processor_pipeline.named_steps['selector'].get_support()

# Вилучення та виведення індексів обраних ознак
selected = [i for i, x in enumerate(status) if x]
print("\nIndices of selected features:", ', '.join([str(x) for x in selected]))
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Пр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результат виконання:

```
C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\.venv\Scripts\python.exe C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4\task6.py
```

Predicted output:

```
[1 2 2 0 2 0 2 1 0 0 1 2 1 0 2 2 1 0 0 1 0 2 1 1 2 2 0 0 1 2 0 2 1 0 2 2 1
 1 2 2 2 0 1 2 2 1 2 2 1 0 1 2 2 2 2 0 2 2 0 2 2 0 1 0 2 2 1 1 1 2 1 0 0 2
 0 0 1 2 2 0 0 2 2 2 2 0 0 0 2 2 2 1 2 0 2 1 2 2 0 0 1 1 1 1 2 1 1 2 0 1 1
 0 2 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 2 0 0 0 2 1 2 0 0 1 0 1 1 0 1 1 1 2 2 2 0 1 2 0
 2 2]
```

Score: 0.8533333333333334

Indices of selected features: 4, 7, 8, 12, 14, 17, 22

Висновок: Перший список - Це передбачені класи для кожного вхідного прикладу після застосування класифікатора на основі гранично випадкового лісу, кожне число представляє клас. Значення Score – оцінка точності. В останньому рядку представлені індекси ознак які були вибрані як найважливіші для класифікатора.

Завдання 2.7. Пошук найближчих сусідів

Лістинг програми:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.neighbors import NearestNeighbors

# Вхідні дані
X = np.array([[2.1, 1.3], [1.3, 3.2], [2.9, 2.5], [2.7, 5.4], [3.8, 0.9],
              [7.3, 2.1], [4.2, 6.5], [3.8, 3.7], [2.5, 4.1], [3.4, 1.9],
              [5.7, 3.5], [6.1, 4.3], [5.1, 2.2], [6.2, 1.1]])

# Кількість найближчих сусідів
k = 5

# Тестова точка даних
test_datapoint = [4.3, 2.7]

# Відображення вхідних даних на графіку
plt.figure()
plt.title('Input data')
plt.scatter(X[:, 0], X[:, 1], marker='o', s=75, color='black')

# Побудова моделі на основі методу k найближчих сусідів
knn_model = NearestNeighbors(n_neighbors=k, algorithm='ball_tree').fit(X)
distances, indices = knn_model.kneighbors([test_datapoint])

# Виведемо 'k' найближчих сусідів
print("\nK Nearest Neighbors:")
for rank, index in enumerate(indices[0][:k], start=1):
    print(str(rank) + " ==>", X[index])

# Візуалізація найближчих сусідів разом із тестовою точкою даних
plt.figure()
plt.title('Nearest neighbors')
plt.scatter(X[:, 0], X[:, 1], marker='o', s=75, color='k')
plt.scatter(X[indices[0][:k], 0], X[indices[0][:k], 1],
            marker='o', s=250, color='k', facecolors='none')
plt.scatter(test_datapoint[0], test_datapoint[1],
            marker='x', s=75, color='k')
plt.show()
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Результат виконання:

```
C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\.venv\Scripts\python.exe C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4\task7.py
```

```
K Nearest Neighbors:
```

```
1 ==> [5.1 2.2]
```

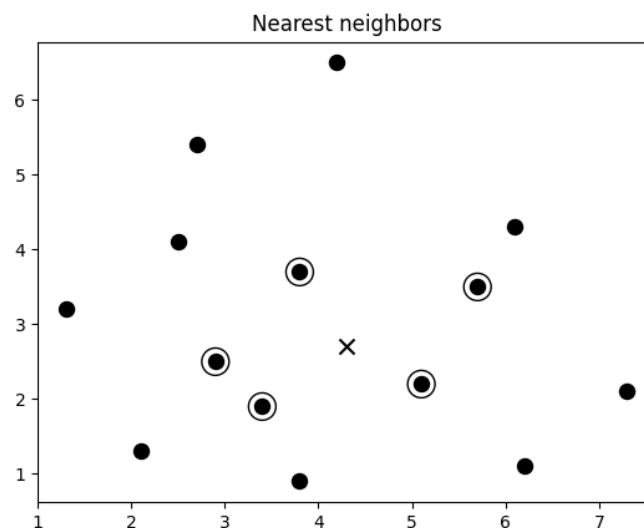
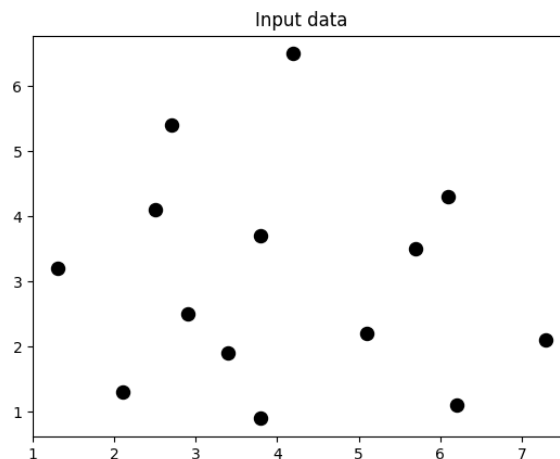
```
2 ==> [3.8 3.7]
```

```
3 ==> [3.4 1.9]
```

```
4 ==> [2.9 2.5]
```

```
5 ==> [5.7 3.5]
```

```
Process finished with exit code 0
```



Висновок: На першому графіку відображені вхідні дані(набір точок у двовимірному просторі). На другому графіку показані найближчі сусіди до тестової точки([4.3, 2.7]).В терміналі виводиться список найближчих сусідів для тестової точки разом з їх координатами

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання 2.8. Створити класифікатор методом k найближчих сусідів

Лістинг програми:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.cm as cm
from sklearn import neighbors

# Завантаження вхідних даних
input_file = 'data.txt'
data = np.loadtxt(input_file, delimiter=',')
X, y = data[:, :-1], data[:, -1].astype(np.int_)

# Відображення вхідних даних на графіку
plt.figure()
plt.title('Input data')
marker_shapes = 'v^os'
mapper = [marker_shapes[i] for i in y]
for i in range(X.shape[0]):
    plt.scatter(X[i, 0], X[i, 1], marker=mapper[i],
                s=75, edgecolors='black', facecolors='none')

# Кількість найближчих сусідів
num_neighbors = 12

# Розмір кроку сітки візуалізації
step_size = 0.01

# Створення класифікатора на основі методу k найближчих сусідів
classifier = neighbors.KNeighborsClassifier(num_neighbors, weights='distance')

# Навчання моделі на основі методу k найближчих сусідів
classifier.fit(X, y)

# Створення сітки для відображення меж на графіку
x_min, x_max = X[:, 0].min() - 1, X[:, 0].max() + 1
y_min, y_max = X[:, 1].min() - 1, X[:, 1].max() + 1
x_values, y_values = np.meshgrid(np.arange(x_min, x_max, step_size), np.arange(y_min,
y_max, step_size))

# Виконання класифікатора на всіх точках сітки
output = classifier.predict(np.c_[x_values.ravel(), y_values.ravel()])

# Візуалізація передбачуваного результату
output = output.reshape(x_values.shape)
plt.figure()
plt.pcolormesh(x_values, y_values, output, cmap=cm.Paired)

# Накладання навчальних точок на карту
for i in range(X.shape[0]):
    plt.scatter(X[i, 0], X[i, 1], marker=mapper[i],
                s=50, edgecolors='black', facecolors='none')

plt.xlim(x_values.min(), x_values.max())
plt.ylim(y_values.min(), y_values.max())
plt.title('K Nearest Neighbors classifier model boundaries')

# Тестування вхідної точки даних
test_datapoint = [5.1, 3.6]
plt.figure()
plt.title('Test datapoint')
for i in range(X.shape[0]):
    plt.scatter(X[i, 0], X[i, 1], marker=mapper[i],
                s=75, edgecolors='black', facecolors='none')

plt.scatter(test_datapoint[0], test_datapoint[1], marker='x',
            linewidth=6, s=200, facecolors='black')
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

# Вилучення K найближчих сусідів
_, indices = classifier.kneighbors([test_datapoint])
indices = indices.astype(np.int_)[0]

# Відображення K найближчих сусідів на графіку
plt.figure()
plt.title('K Nearest Neighbors')

for i in indices:
    plt.scatter(X[i, 0], X[i, 1], marker=mapper[y[i]],
                linewidth=3, s=100, facecolors='black')

plt.scatter(test_datapoint[0], test_datapoint[1], marker='x',
            linewidth=6, s=200, facecolors='black')

for i in range(X.shape[0]):
    plt.scatter(X[i, 0], X[i, 1], marker=mapper[i],
                s=75, edgecolors='black', facecolors='none')

print("Predicted output:", classifier.predict([test_datapoint])[0])

plt.show()

```

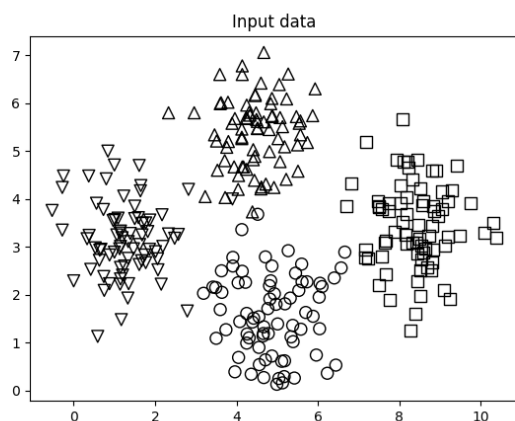
Результат виконання:

```

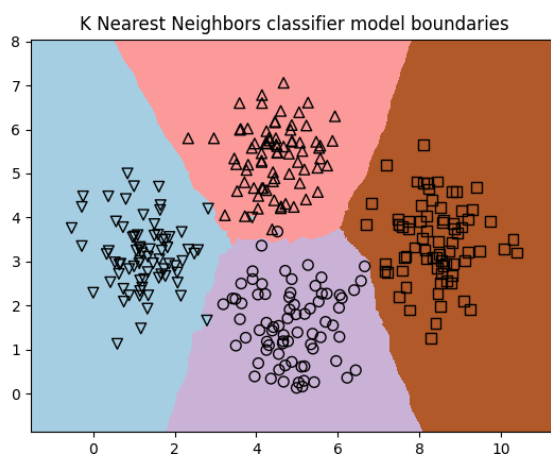
C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\.venv\Scripts\python.exe C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4\task8.py
Predicted output: 1

```

№1. Вхідні дані:

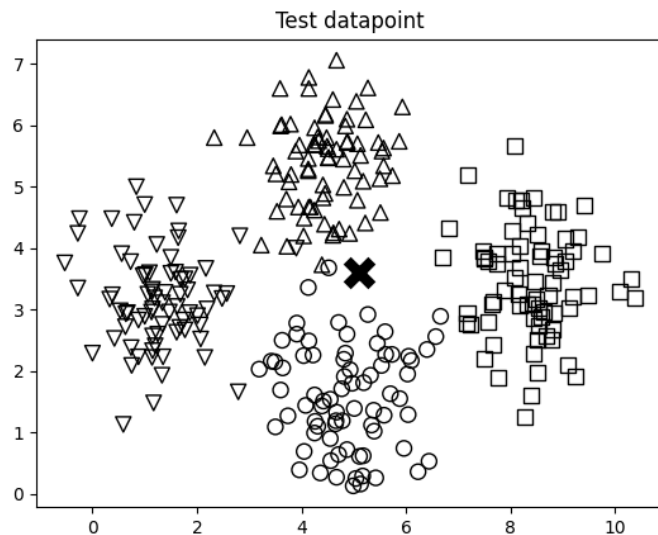


№2. Відображені межі, які були побудовані за доп. Моделі k-найближчих сусідів:

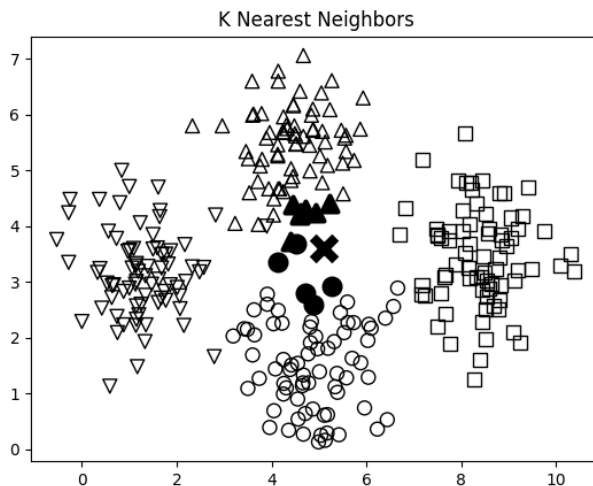


		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№3.Відображені вхідні дані разом з тестовою точкою:



№4. Показані K-найближчих сусідів тестової точки:



Завдання 2.9. Обчислення оцінок подібності

Лістинг програми:

```
import argparse
import json
import numpy as np

def build_arg_parser():
    parser = argparse.ArgumentParser(description='Compute similarity score')
    parser.add_argument('--user1', dest='user1', required=True, help='First user')
    parser.add_argument('--user2', dest='user2', required=True,
                        help='Second user')
    parser.add_argument('--score-type", dest="score_type", required=True,
                        choices=['Euclidean', 'Pearson'], help='Similarity metric to be
used')
    return parser
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

# Обчислення оцінки евклідова відстані між користувачами user1 та user2
def euclidean_score(dataset, user1, user2):
    if user1 not in dataset:
        raise TypeError('Cannot find ' + user1 + ' in the dataset')

    if user2 not in dataset:
        raise TypeError('Cannot find ' + user2 + ' in the dataset')
    # Фільми, оцінені обома користувачами, user1 та user2
    common_movies = {}
    for item in dataset[user1]:
        if item in dataset[user2]:
            common_movies[item] = 1
    # За відсутності фільмів, оцінених обома користувачами, оцінка приймається рівною 0
    if len(common_movies) == 0:
        return 0
    squared_diff = []
    for item in dataset[user1]:
        if item in dataset[user2]:
            squared_diff.append(np.square(dataset[user1][item] - dataset[user2][item]))
    return 1 / (1 + np.sqrt(np.sum(squared_diff)))

# Обчислення кореляційної оцінки Пірсона між користувачем1 і користувачем2
def pearson_score(dataset, user1, user2):
    if user1 not in dataset:
        raise TypeError('Cannot find ' + user1 + ' in the dataset')
    if user2 not in dataset:
        raise TypeError('Cannot find ' + user2 + ' in the dataset')
    # Фільми, оцінені обома користувачами, user1 та user2
    common_movies = {}
    for item in dataset[user1]:
        if item in dataset[user2]:
            common_movies[item] = 1
    num_ratings = len(common_movies)
    # За відсутності фільмів, оцінених обома користувачами, оцінка приймається рівною 0
    if num_ratings == 0:
        return 0
    # Обчислення суми рейтингових оцінок усіх фільмів, оцінених обома користувачами
    user1_sum = np.sum([dataset[user1][item] for item in common_movies])
    user2_sum = np.sum([dataset[user2][item] for item in common_movies])
    # Обчислення Суми квадратів рейтингових оцінок всіх фільмів, оцінених обома користувачами
    user1_squared_sum = np.sum([np.square(dataset[user1][item]) for item in common_movies])
    user2_squared_sum = np.sum([np.square(dataset[user2][item]) for item in common_movies])
    # Обчислення суми творів рейтингових оцінок всіх фільмів, оцінених обома користувачами
    sum_of_products = np.sum([dataset[user1][item] * dataset[user2][item] for item in common_movies])
    # Обчислення коефіцієнта кореляції Пірсона
    Sxy = sum_of_products - (user1_sum * user2_sum / num_ratings)
    Sxx = user1_squared_sum - np.square(user1_sum) / num_ratings
    Syy = user2_squared_sum - np.square(user2_sum) / num_ratings
    if Sxx * Syy == 0:
        return 0
    return Sxy / np.sqrt(Sxx * Syy)

if __name__ == '__main__':
    args = build_arg_parser().parse_args()
    user1 = args.user1
    user2 = args.user2
    score_type = args.score_type
    ratings_file = 'ratings.json'
    with open(ratings_file, 'r') as f:
        data = json.loads(f.read())
    if score_type == 'Euclidean':
        print("\nEuclidean score:")
        print(euclidean_score(data, user1, user2))
    else:
        print("\nPearson score:")
        print(pearson_score(data, user1, user2))

```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результат виконання:

Обчислення евклідової оцінки:

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Bill Duffy" --score-type Euclidean  
  
Euclidean score:  
0.585786437626905
```

Обчислення оцінки подібності:

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Bill Duffy" --score-type Pearson  
  
Pearson score:  
0.9989924304103233
```

Аналогічні команди для:

1. David Smith та Brenda Peterson

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Brenda Peterson" --score-type Euclidean  
  
Euclidean score:  
0.1424339656566283  
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Brenda Peterson" --score-type Pearson  
  
Pearson score:  
-0.7236759610155113  
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4>
```

2. David Smith та Samuel Miller

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Samuel Miller" --score-type Euclidean  
  
Euclidean score:  
0.30383243470068705  
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Samuel Miller" --score-type Pearson  
  
Pearson score:  
0.7587869106393281
```

3. David Smith та Julie Hammel

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Julie Hammel" --score-type Euclidean  
  
Euclidean score:  
0.2857142857142857  
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Julie Hammel" --score-type Pearson  
  
Pearson score:  
0
```

4. David Smith та Clarissa Jackson

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Clarissa Jackson" --score-type Euclidean  
  
Euclidean score:  
0.28989794855663564  
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Clarissa Jackson" --score-type Pearson  
  
Pearson score:  
0.6944217062199275
```

5. David Smith та Adam Cohen

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Adam Cohen" --score-type Euclidean  
  
Euclidean score:  
0.38742588672279304  
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Adam Cohen" --score-type Pearson  
  
Pearson score:  
0.9081082718950217
```

6. David Smith та Chris Duncan

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Chris Duncan" --score-type Euclidean  
  
Euclidean score:  
0.38742588672279304  
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python compute_scores.py --user1 "David Smith" --user2 "Chris Duncan" --score-type Pearson  
  
Pearson score:  
1.0
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання 2.10. Пошук користувачів зі схожими уподобаннями методом колаборативної фільтрації

Лістинг програми:

```
import argparse
import json
import numpy as np

from LR_4_task_9 import pearson_score

def build_arg_parser():
    parser = argparse.ArgumentParser(description='Find users who are similar to the in-put user')
    parser.add_argument('--user', dest='user', required=True,
                        help='Input user')
    return parser

# Знаходження користувачів у наборі даних, схожих на введеного користувача
def find_similar_users(dataset, user, num_users):
    if user not in dataset:
        raise TypeError('Cannot find ' + user + ' in the dataset')

    # Обчислення оцінки подібності за Пірсоном між
    # вказаним користувачем та всіма іншими
    # користувачами в наборі даних
    scores = np.array([[x, pearson_score(dataset, user,
                                         x)] for x in dataset if x != user])

    # Сортування оцінок за спаданням
    scores_sorted = np.argsort(scores[:, 1])[:, :-1]

    # Вилучення оцінок перших 'num_users' користувачів
    top_users = scores_sorted[:num_users]

    return scores[top_users]

if __name__ == '__main__':
    args = build_arg_parser().parse_args()
    user = args.user

    ratings_file = 'ratings.json'

    with open(ratings_file, 'r') as f:
        data = json.loads(f.read())

    print('\nUsers similar to ' + user + ':\n')
    similar_users = find_similar_users(data, user, 3)
    print('User\t\t\tSimilarity score')
    print('-' * 41)
    for item in similar_users:
        print(item[0], '\t\t\t', round(float(item[1]), 2))
```

Результат виконання:

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python task10.py --user "Bill Duffy"

Users similar to Bill Duffy:

User                Similarity score
-----
David Smith         0.99
Samuel Miller       0.88
Adam Cohen          0.86
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> █
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22


```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python task10.py --user "Clarissa Jackson"
```

Users similar to Clarissa Jackson:

User	Similarity score
Chris Duncan	1.0
Bill Duffy	0.83
Samuel Miller	0.73

Висновок: У даному завданні ми знаходимо користувачів, схожих на введеного користувача, в наборі даних з рейтингами. Результати показують користувачів з найвищими оцінками подібності.

Завдання 2.11. Створення рекомендаційної системи фільмів

Лістинг програми:

```
import argparse
import json
import numpy as np
from compute_scores import pearson_score

def build_arg_parser():
    parser = argparse.ArgumentParser(description='Find the movie recommendations for the given user')
    parser.add_argument('--user', dest='user', required=True, help='Input user')
    return parser

# Отримання рекомендації щодо фільмів для вказаного користувача
def get_recommendations(dataset, input_user):
    if input_user not in dataset:
        raise TypeError('Cannot find ' + input_user + ' in the dataset')

    overall_scores = {}
    similarity_scores = {}

    for user in [x for x in dataset if x != input_user]:
        similarity_score = pearson_score(dataset, input_user, user)

        if similarity_score <= 0:
            continue

        filtered_list = [x for x in dataset[user] if x not in \
            dataset[input_user] or dataset[input_user][x] == 0]

        for item in filtered_list:
            overall_scores.update({item: dataset[user][item] * similarity_score})
            similarity_scores.update({item: similarity_score})

    if len(overall_scores) == 0:
        return ['No recommendations possible']

    # Генерація рейтингів фільмів за допомогою їх нормалізації
    movie_scores = np.array([[score / similarity_scores[item], item]
                             for item, score in overall_scores.items()])

    # Сортування за спаданням
    movie_scores = movie_scores[np.argsort(movie_scores[:, 0])[::-1]]

    # Вилучення рекомендацій фільмів
    movie_recommendations = [movie for _, movie in movie_scores]
```

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    return movie_recommendations

if __name__ == '__main__':
    args = build_arg_parser().parse_args()
    user = args.user

    ratings_file = 'ratings.json'

    with open(ratings_file, 'r') as f:
        data = json.loads(f.read())

    print("\nMovie recommendations for " + user + ":")
    movies = get_recommendations(data, user)
    for i, movie in enumerate(movies):
        print(str(i + 1) + '. ' + movie)

```

Результат виконання:

Chris Duncan:

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python task11.py --user "Chris Duncan"
```

Movie recommendations for Chris Duncan:

1. Vertigo
2. Scarface
3. Goodfellas
4. Roman Holiday

Julie Hammel:

```
(.venv) PS C:\Users\skoki\PycharmProjects\labs0AI\lab4> python task11.py --user "Julie Hammel"
```

Movie recommendations for Julie Hammel:

1. The Apartment
2. Vertigo
3. Raging Bull

Висновок до лабораторної роботи: Під час виконання лабораторної роботи використовуючи спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python було досліджено методи ансамблів у машинному навчанні та створити рекомендаційні системи.

		Скоківський В.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.18.000 – Лр4	Арк.
		Голенко М.Ю.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		