

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.

Завдання 2.1

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

# Парсер аргументів
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
    # Завантаження вхідних даних
    input_file = 'data_random_forests.txt'
    data = np.loadtxt(input_file, delimiter=',')
    X, Y = data[:, :-1], data[:, -1]
    print(X)
    # Розбиття вхідних даних на три класи
    class_0 = np.array(X[Y == 0])
    class_1 = np.array(X[Y == 1])
    class_2 = np.array(X[Y == 2])
    # Візуалізація вхідних даних
    plt.figure()
```

					ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Звіт з лабораторної роботи №4	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Драк Т.С.						
Перевір.		Пулеко І.В.					1	22
Керівник						ФІКТ Гр. ІПЗ-19-1[1]		
Н. контр.								
Зав. каф.								

```

plt.scatter(class_0[:, 0], class_0[:, 1], s=75, facecolors='red', edgecolors='black', linewidth=1, marker='s')
plt.scatter(class_1[:, 0], class_1[:, 1], s=75, facecolors='green', edgecolors='black', linewidth=1, marker='o')
plt.scatter(class_2[:, 0], class_2[:, 1], s=75, facecolors='blue', edgecolors='black', linewidth=1, marker='^')

plt.title('Input data')
plt.show()
# Розбивка 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)
# Класифікатор на основі ансамблевого навчання
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, 'Training dataset')

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

print("#" * 40)
print("\nClassifier performance on test dataset\n")
Y_test_pred = classifier.predict(X_test)
print(classification_report(Y_test, Y_test_pred, target_names=class_names))
print("#" * 40 + "\n")

```

Результат виконання:

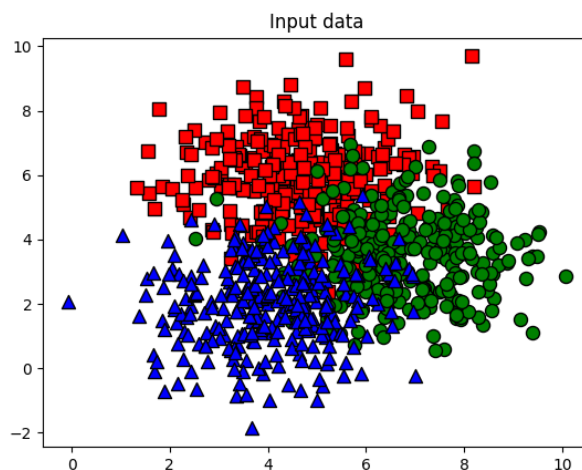


Рис. 1. Зображення розподілення даних.

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

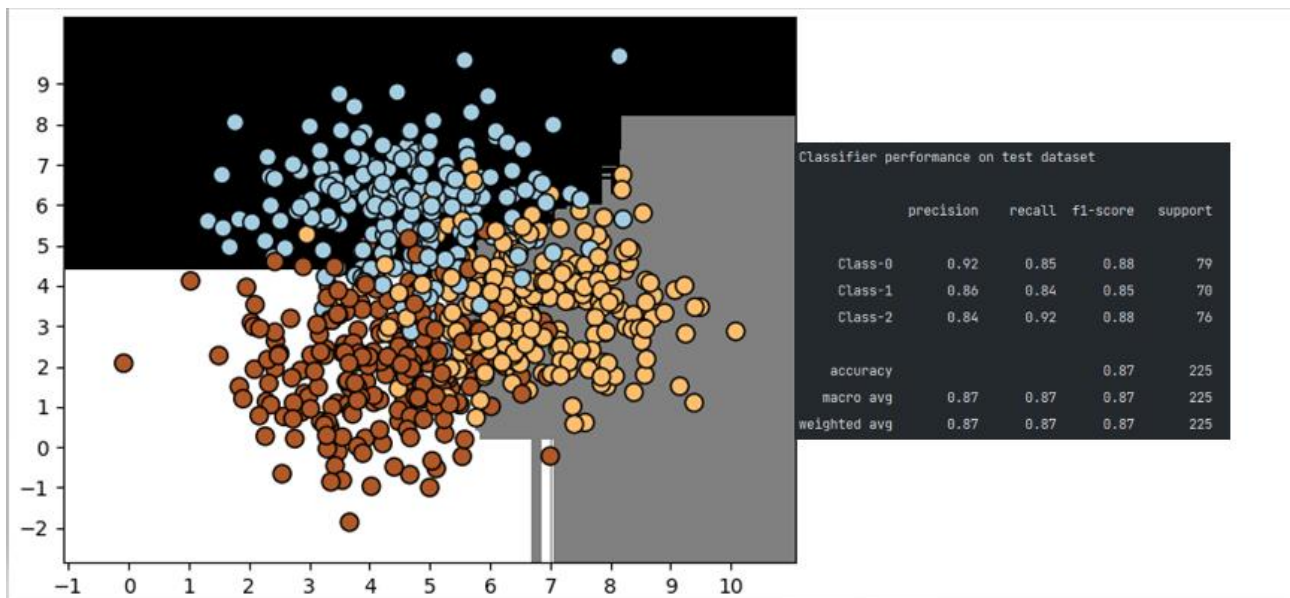


Рис. 2. Класифікація методом випадкових дерев + характеристики роботи методу випадкових дерев.

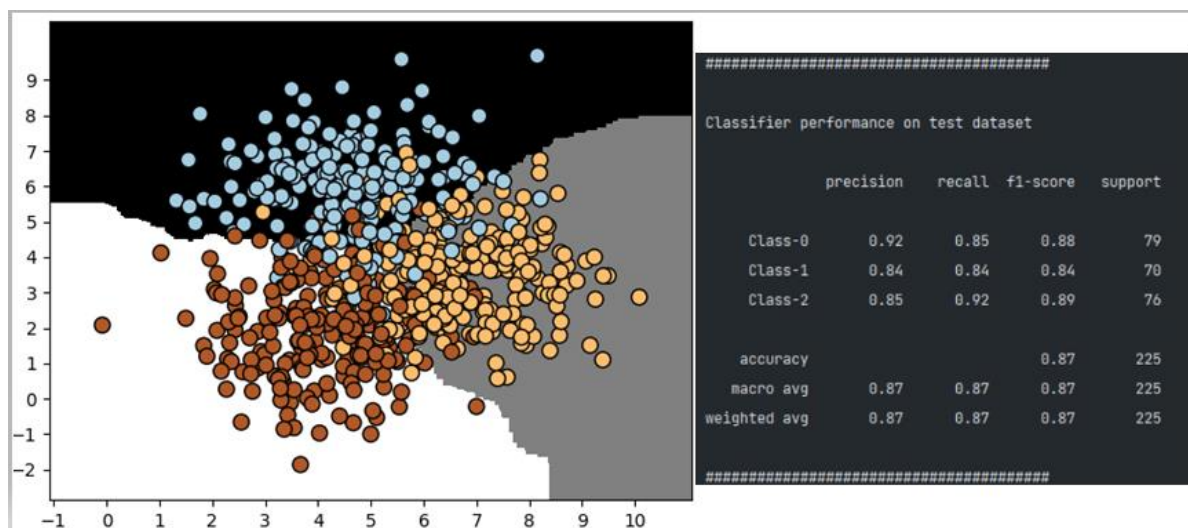


Рис. 3. Класифікація методом гранично випадкових дерев + характеристики роботи методу гранично випадкових дерев.

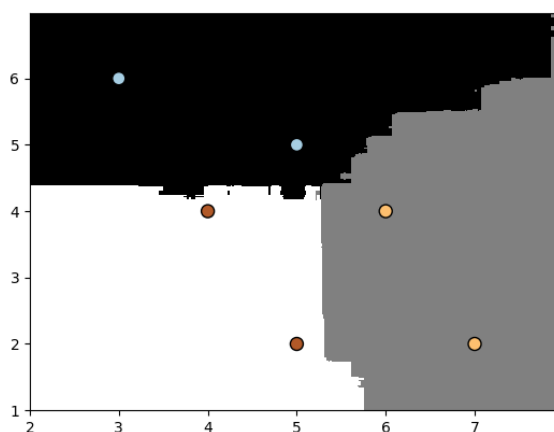


Рис. 4. Візуалізація можливих класів точок rf

		Драк Т.С.		
		Пулеко І.В.		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

Confidence measure:
Datapoint: [5 5]
Predicted class: Class-0
Probabilities: [0.81427532 0.08639273 0.09933195]
Datapoint: [3 6]
Predicted class: Class-0
Probabilities: [0.93574458 0.02465345 0.03960197]
Datapoint: [6 4]
Predicted class: Class-1
Probabilities: [0.12232404 0.7451078 0.13256816]
Datapoint: [7 2]
Predicted class: Class-1
Probabilities: [0.05415465 0.70660226 0.23924309]
Datapoint: [4 4]
Predicted class: Class-2
Probabilities: [0.20594744 0.15523491 0.63881765]
Datapoint: [5 2]
Predicted class: Class-2
Probabilities: [0.05403583 0.0931115 0.85285267]

```

Рис. 5. Дані про можливі класи rf

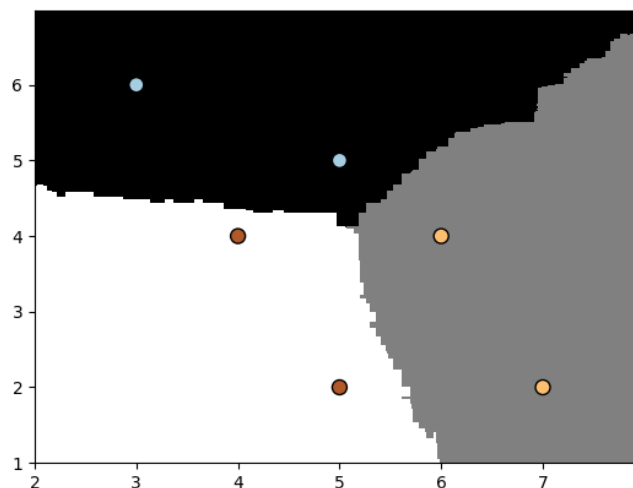


Рис. 6. Візуалізація можливих класів точок erf

```

Confidence measure:
Datapoint: [5 5]
Predicted class: Class-0
Probabilities: [0.48904419 0.28020114 0.23075467]
Datapoint: [3 6]
Predicted class: Class-0
Probabilities: [0.66707383 0.12424406 0.20868211]
Datapoint: [6 4]
Predicted class: Class-1
Probabilities: [0.25788769 0.49535144 0.24676087]
Datapoint: [7 2]
Predicted class: Class-1
Probabilities: [0.10794013 0.6246677 0.26739217]
Datapoint: [4 4]
Predicted class: Class-2
Probabilities: [0.33383778 0.21495182 0.45121039]
Datapoint: [5 2]
Predicted class: Class-2
Probabilities: [0.18671115 0.28760896 0.52567989]

```

Рис. 7. Дані про можливі класи erf

Завдання 2.2

```

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

if __name__ == '__main__':
    # Завантаження вхідних даних
    input_file = 'data_imbalance.txt'
    data = np.loadtxt(input_file, delimiter=',')
    X, Y = data[:, :-1], data[:, -1]
    # Поділ вхідних даних на два класи на підставі міток
    class_0 = np.array(X[Y == 0])
    class_1 = np.array(X[Y == 1])
    # Візуалізація вхідних даних
    plt.figure()
    plt.scatter(class_0[:, 0], class_0[:, 1], s=75, facecolors='black', edgecolors='black', linewidth=1, marker='x')
    plt.scatter(class_1[:, 0], class_1[:, 1], s=75, facecolors='white', edgecolors='black', linewidth=1, marker='o')
    plt.title('Input data')
    # 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)
    # Класифікатор на основі гранично випадкових лісів
    params = {'n_estimators': 100, 'max_depth': 4, 'random_state': 0}

    if len(sys.argv) > 1:
        if sys.argv[1] == 'balance':

```

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

```

        params['class_weight'] = 'balanced'
    else:
        raise TypeError("Invalid input argument; should be 'balance' or nothing")

    classifier = ExtraTreesClassifier(**params)
    classifier.fit(X_train, Y_train)
    visualize_classifier(classifier, X_train, Y_train)

    Y_test_pred = classifier.predict(X_test)
    # Обчислення показників ефективності класифікатора
    class_names = ['Class-0', 'Class-1']
    print("\n" + "#" * 40)
    print("Classifier performance on training dataset")
    print(classification_report(Y_test, Y_test_pred, target_names=class_names))
    print("#" * 40)
    print("Classifier performance on test dataset")
    print(classification_report(Y_test, Y_test_pred, target_names=class_names))
    print("#" * 40 + "\n")
    plt.show()

```

Результат виконання:

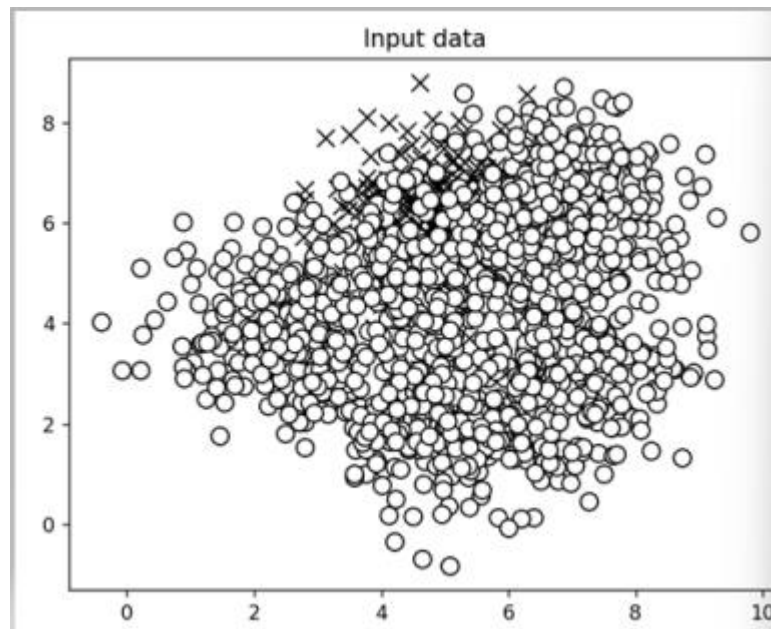


Рис. 8. Розподілення незбалансованих даних.

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

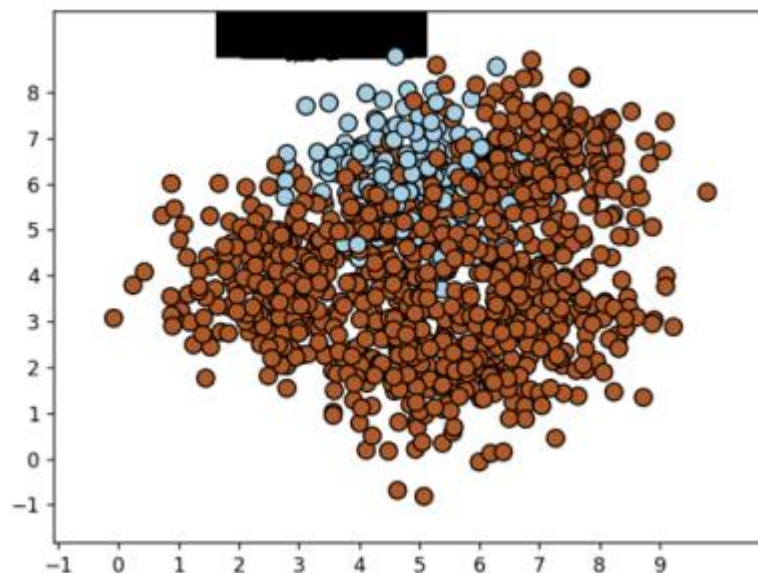


Рис. 9. Розподілення незбалансованих даних.

```
#####
Classifier performance on training dataset
      precision    recall  f1-score   support

   Class-0       0.00      0.00      0.00        69
   Class-1       0.82      1.00      0.90       306

 accuracy          0.82          375
 macro avg         0.41      0.50      0.45          375
weighted avg         0.67      0.82      0.73          375

#####
Classifier performance on test dataset
      precision    recall  f1-score   support

   Class-0       0.00      0.00      0.00        69
   Class-1       0.82      1.00      0.90       306

 accuracy          0.82          375
 macro avg         0.41      0.50      0.45          375
weighted avg         0.67      0.82      0.73          375

#####
```

Рис. 10. Характеристика незбалансованої класифікації.

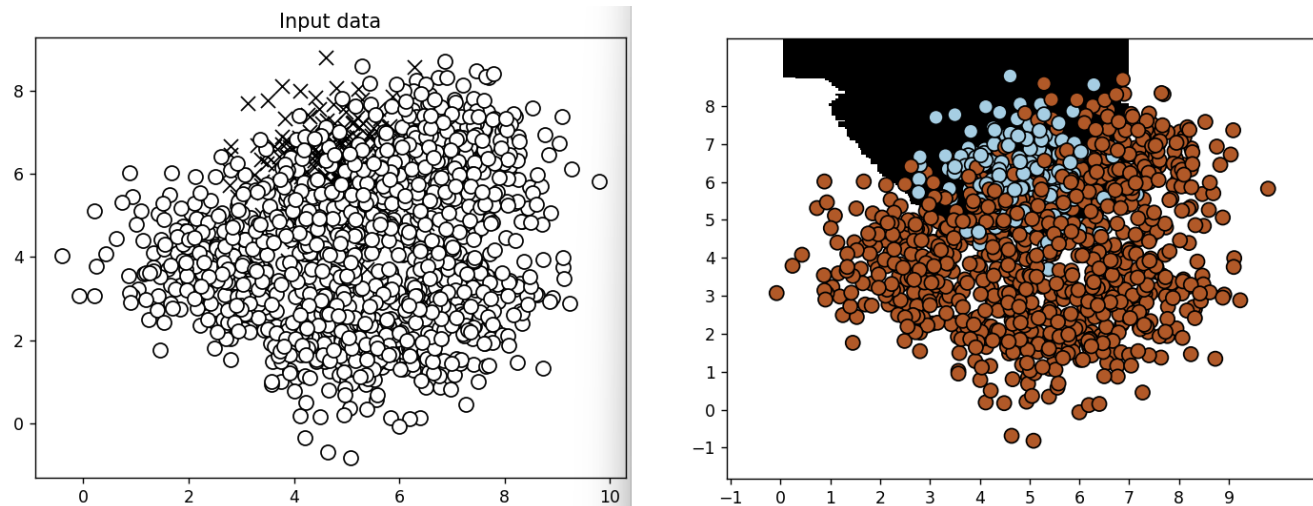


Рис. 11. Розподілення збалансованих даних.

```
#####
Classifier performance on training 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

#####
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

#####
```

Рис. 12. Характеристики збалансованої класифікації.

Завдання 2.3

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

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, 16]},
                  {'max_depth': [4], 'n_estimators': [25, 50, 100, 250]}]

metrics = ['precision_weighted', 'recall_weighted']

for metric in metrics:
    print("#### Searching optimal parameters for", metric)
    classifier = GridSearchCV(ExtraTreesClassifier(random_state=0), parameter_grid, cv=5, scoring=metric)
    classifier.fit(X_train, Y_train)
    print("\nScores across the parameter grid:")

    for params, avg_score in classifier.cv_results_.items():
        print(params, '-->', avg_score)
    print("\nHighest scoring parameter set:", classifier.best_params_)

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

visualize_classifier(classifier, X_test, Y_test)

```

Результат виконання:

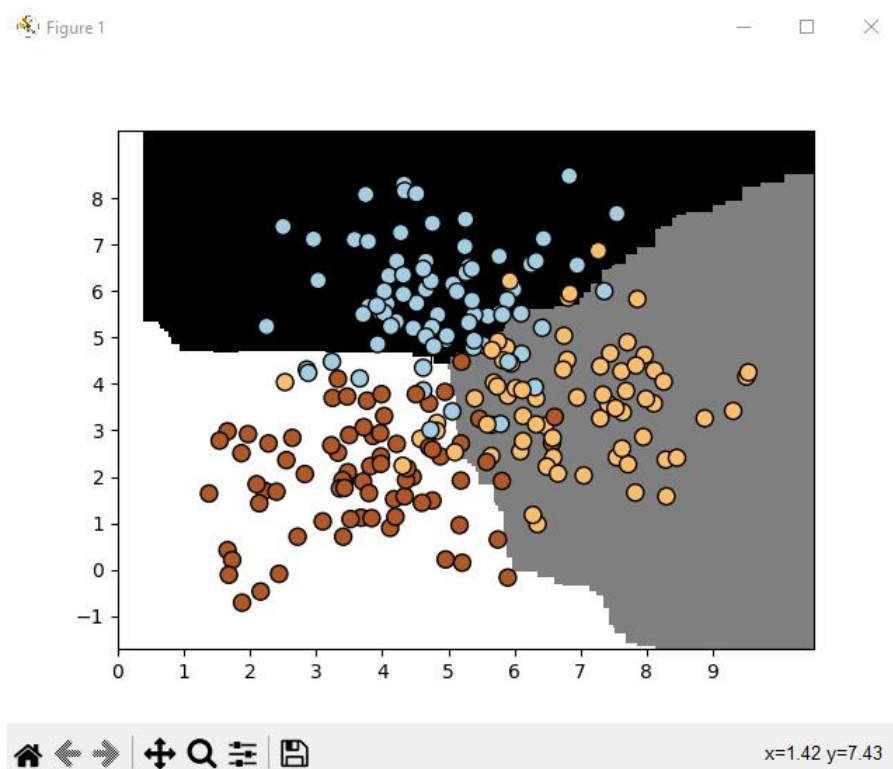


Рис. 13. Візуалізація класифікації даних зі сітковим пошуком.

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

```
LR_4_task_3 x
#### Searching optimal parameters for precision_weighted

Scores across the parameter grid:
mean_fit_time --> [0.09838281 0.09630837 0.10131145 0.11601415 0.12675519 0.02424164
0.04933205 0.1103972 0.23249736]
std_fit_time --> [0.00557891 0.00447018 0.00156472 0.00349694 0.00481877 0.00109267
0.00173523 0.02429051 0.00492382]
mean_score_time --> [0.01102409 0.01181946 0.01190476 0.01257386 0.01305556 0.00393343
0.00609035 0.01166763 0.02584939]
std_score_time --> [6.50545609e-04 4.51731792e-04 3.64069320e-04 4.86000624e-04
4.64587217e-05 3.12563029e-05 3.77570730e-05 4.22194636e-04
8.49703511e-04]
param_max_depth --> [2 4 7 12 16 4 4 4]
param_n_estimators --> [100 100 100 100 100 25 50 100 250]
params --> [{ 'max_depth': 2, 'n_estimators': 100}, { 'max_depth': 4, 'n_estimators': 100}, { 'max_depth': 7, 'n_estimators': 100}, { 'max_depth': 12,
'n_estimators': 100}, { 'max_depth': 16, 'n_estimators': 100}, { 'max_depth': 4, 'n_estimators': 25}, { 'max_depth': 4, 'n_estimators': 50}, { 'max_depth':
4, 'n_estimators': 100}, { 'max_depth': 4, 'n_estimators': 250}]
split0_test_score --> [0.87460317 0.85323424 0.85381333 0.81554507 0.80037449 0.87558579
0.84512618 0.85323424 0.86067019]
split1_test_score --> [0.87694315 0.86737731 0.87662655 0.87651671 0.85190389 0.85594956
0.85035187 0.86737731 0.87887866]
split2_test_score --> [0.81956872 0.82834119 0.82611079 0.81030267 0.77569734 0.834651
0.83784535 0.82834119 0.82834119]
split3_test_score --> [0.82078374 0.80260075 0.80192593 0.80351421 0.7942149 0.7931046
0.80260075 0.80260075 0.80192593]
split4_test_score --> [0.8568842 0.85412387 0.86062409 0.85389639 0.86023157 0.86857693
0.86332922 0.85412387 0.85412387]
mean_test_score --> [0.8497566 0.84113547 0.84382014 0.83195501 0.81648444 0.84557357
0.83985067 0.84113547 0.84478797]
std_test_score --> [0.02513165 0.02303185 0.02656029 0.02833428 0.03342873 0.02969796
0.02040062 0.02303185 0.0268672 ]
rank_test_score --> [1 5 4 8 9 2 7 5 3]

Highest scoring parameter set: { 'max_depth': 2, 'n_estimators': 100}
#####
```

Рис. 14. Отримання даних процесу класифікації.

```
LR_4_task_3 x
0.84512618 0.85323424 0.86067019]
split1_test_score --> [0.87694315 0.86737731 0.87662655 0.87651671 0.85190389 0.85594956
0.85035187 0.86737731 0.87887866]
split2_test_score --> [0.81956872 0.82834119 0.82611079 0.81030267 0.77569734 0.834651
0.83784535 0.82834119 0.82834119]
split3_test_score --> [0.82078374 0.80260075 0.80192593 0.80351421 0.7942149 0.7931046
0.80260075 0.80260075 0.80192593]
split4_test_score --> [0.8568842 0.85412387 0.86062409 0.85389639 0.86023157 0.86857693
0.86332922 0.85412387 0.85412387]
mean_test_score --> [0.8497566 0.84113547 0.84382014 0.83195501 0.81648444 0.84557357
0.83985067 0.84113547 0.84478797]
std_test_score --> [0.02513165 0.02303185 0.02656029 0.02833428 0.03342873 0.02969796
0.02040062 0.02303185 0.0268672 ]
rank_test_score --> [1 5 4 8 9 2 7 5 3]

Highest scoring parameter set: { 'max_depth': 2, 'n_estimators': 100}
#####
```

Рис. 15. Отримання даних процесу класифікації.

Classifier performance on training dataset				
	precision	recall	f1-score	support
Class-0	0.94	0.81	0.87	79
Class-1	0.81	0.86	0.83	70
Class-2	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

Рис. 16. Характеристика класифікації зі сітковим пошуком.

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання 2.4

Завдання неможливо виконати через відсутність даних.

Завдання 2.5

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.metrics import classification_report, mean_absolute_error
from sklearn.model_selection import train_test_split, cross_val_score
from sklearn.ensemble import ExtraTreesRegressor
from sklearn import preprocessing

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)

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)

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}
regressor = ExtraTreesRegressor(**params)
regressor.fit(X_train, Y_train)

Y_pred = regressor.predict(X_test)
print("Mean absolute error =", round(mean_absolute_error(Y_test, Y_pred), 2))

test_datapoint = ['Saturday', '10:20', 'Atlanta', 'no']
test_datapoint_encoded = [-1] * len(test_datapoint)
count = 0

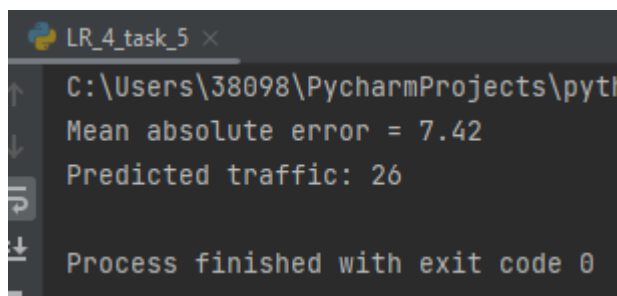
for i, item in enumerate(test_datapoint):
    if item.isdigit():
        test_datapoint_encoded[i] = int(test_datapoint[i])
    else:
        test_datapoint_encoded[i] =
int(label_encoder[count].transform([test_datapoint[i]]))
        count = count + 1

test_datapoint_encoded = np.array(test_datapoint_encoded)

print("Predicted traffic:", int(regressor.predict([test_datapoint_encoded])[0]))
```

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результат виконання:



```
LR_4_task_5 x
C:\Users\38098\PycharmProjects\pyth
Mean absolute error = 7.42
Predicted traffic: 26

Process finished with exit code 0
```

Рис. 17. Результат регресії на основі гранично випадкових лісів.

Завдання 2.6

```
from sklearn.datasets import _samples_generator
from sklearn.feature_selection import SelectKBest, f_regression
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.ensemble import ExtraTreesClassifier
# Генерування 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=10)
# 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
print("Predicted output:", processor_pipeline.predict(X))
# Виведення оцінки
print("Score:", 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("Selected features:", selected)
```

Результат виконання:

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

LR_4_task_6 x
C:\Users\38098\PycharmProjects\pythonProject1\venv\Scripts\python.exe C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_6.py
Predicted output: [0 2 2 0 2 0 2 1 0 1 1 2 0 0 2 2 1 0 0 0 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 1 2 1 0 1 2 2 1 2 0 2 2 0 2 2 0 1 0 2 2 1 1 1 2 0 0 0 2
 0 0 1 1 2 0 0 1 2 2 0 0 0 0 2 2 2 1 2 0 2 0 2 2 0 0 1 1 1 1 2 2 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 0 0 1 1 0 1 1 1 2 0 2 0 1 2 0
 2 2]
Score: 0.8666666666666667
Selected features: [4, 7, 8, 12, 14, 17, 22]

Process finished with exit code 0

```

Рис. 18. Отримані результати навчального конвеєра.

Завдання 2.7

```

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

# Input data
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]])

# Number of nearest neighbors
k = 5

# Test datapoint
test_datapoint = [4.3, 2.7]

# Plot input data
plt.figure()
plt.title('Input data')
plt.scatter(X[:,0], X[:,1], marker='o', s=75, color='black')

# Build K Nearest Neighbors model
knn_model = NearestNeighbors(n_neighbors=k, algorithm='ball_tree').fit(X)
distances, indices = knn_model.kneighbors([test_datapoint])

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

# Visualize the nearest neighbors along with the test datapoint
plt.figure()
plt.title('Nearest neighbors')
plt.scatter(X[:, 0], X[:, 1], marker='o', s=75, color='k')
plt.scatter(X[indices[0][0][:k][:, 0], X[indices[0][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()

```

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Результат виконання:

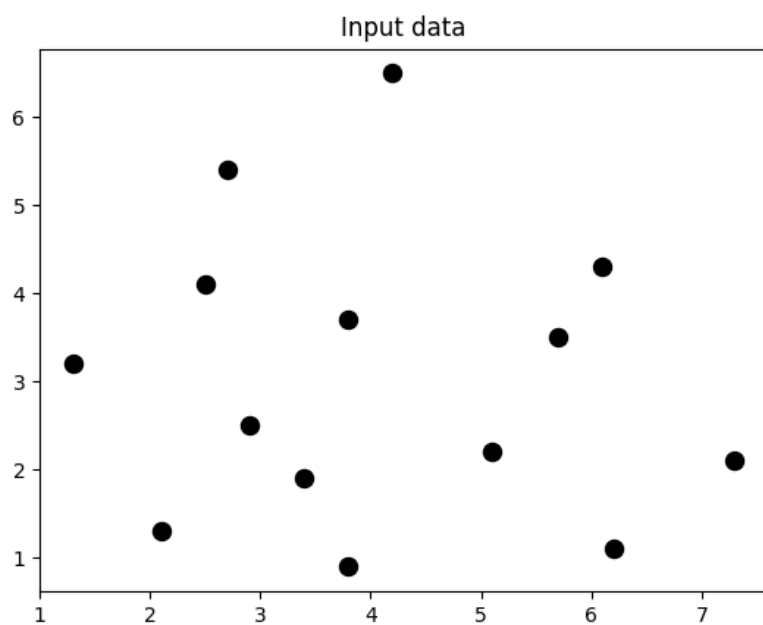


Рис. 19. Вхідні дані

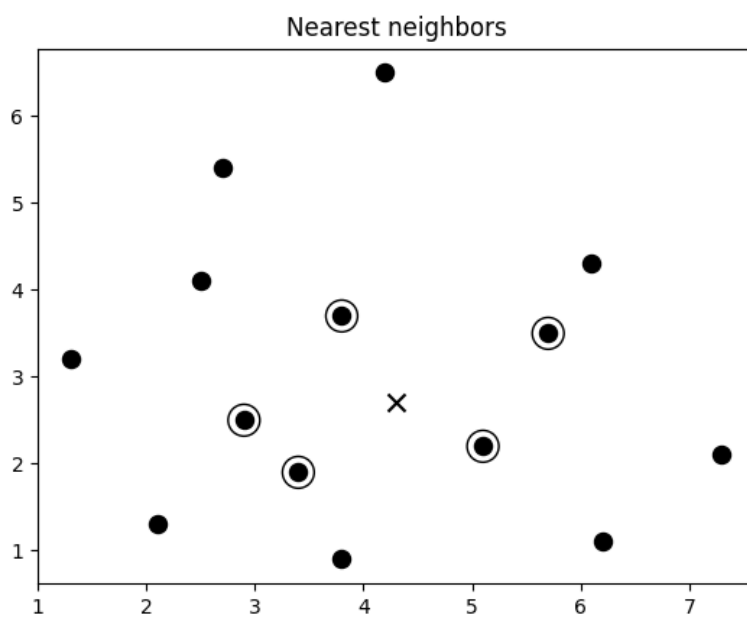


Рис. 19. Пошук найближчих сусідів.

Рис. 20. Дані про найближчих сусідів.

Завдання 2.8

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

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

num_neighbors = 12
step_size = 0.01
classifier = neighbors.KNeighborsClassifier(num_neighbors, weights='distance')
classifier.fit(X, Y)

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))

output_mesh = classifier.predict(np.c_[X_values.ravel(), Y_values.ravel()])
output_mesh = output_mesh.reshape(X_values.shape)

plt.figure()
plt.pcolormesh(X_values, Y_values, output_mesh, cmap=cm.Paired)
plt.scatter(X[:, 0], X[:, 1], c=Y, s=80, edgecolors='black', linewidth=1,
cmap=cm.Paired)
plt.xlim(X_values.min(), X_values.max())
plt.ylim(Y_values.min(), Y_values.max())
plt.title('K Nearest Neighbors classifier on input data')

test_datapoint = [5.1, 3.6]
plt.scatter(test_datapoint[0], test_datapoint[1], marker='o', s=100, linewidths=3,
color='black')

_, indices = classifier.kneighbors([test_datapoint])
indices = np.asarray(indices).flatten()
plt.scatter(X[indices][:, 0], X[indices][:, 1], marker='*', s=80, linewidths=1,
color='black', facecolors='none')
plt.show()

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

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Результат виконання:



Рис. 21. Класифікація методом К-найближчих сусідів та найближчі сусіди введеної точки.

Predicted output: 1.0

Рис. 22. Обрахований клас точки.

Завдання 2.9

```
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

# Compute the Euclidean distance score between user1 and user2
```

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

```

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')

    # Movies rated by both user1 and user2
    common_movies = {}

    for item in dataset[user1]:
        if item in dataset[user2]:
            common_movies[item] = 1

    # If there are no common movies between the users,
    # then the score is 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)))

# Compute the Pearson correlation score between user1 and user2
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')

    # Movies rated by both user1 and user2
    common_movies = {}

    for item in dataset[user1]:
        if item in dataset[user2]:
            common_movies[item] = 1

    num_ratings = len(common_movies)

    # If there are no common movies between user1 and user2, then the score is 0
    if num_ratings == 0:
        return 0

    # Calculate the sum of ratings of all the common movies
    user1_sum = np.sum([dataset[user1][item] for item in common_movies])
    user2_sum = np.sum([dataset[user2][item] for item in common_movies])

    # Calculate the sum of squares of ratings of all the common movies
    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])

    # Calculate the sum of products of the ratings of the common movies
    sum_of_products = np.sum([dataset[user1][item] * dataset[user2][item] for item in common_movies])

```

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

```

# Calculate the Pearson correlation score
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))

```

Результат виконання:

```

PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Bill Duffy" --score-type Euclidean

Euclidean score:
0.585786437626905
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai>

```

```

PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Bill Duffy" --score-type Pearson

Pearson score:
0.9909924304103233
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai>

```

Рис. 23 – 24. Обрахунок оцінок для David Smith та Bill Duffy.

```

PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Brenda Peterson" --score-type Euclidean

Euclidean score:
0.1424339656566283
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Brenda Peterson" --score-type Pearson

Pearson score:
-0.7236759610155113
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai>

```

Рис. 25. Обрахунок оцінок для David Smith та Brenda Peterson.

```

PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Samuel Miller" --score-type Euclidean

Euclidean score:
0.30383243470068705
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Samuel Miller" --score-type Pearson

Pearson score:
0.7587869106393281
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai>

```

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 26. Обрахунок оцінок для David Smith та Samuel Miller.

```
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Julie Hammel" --score-type Euclidean

Euclidean score:
0.2857142857142857
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Julie Hammel" --score-type Pearson

Pearson score:
0
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> 
```

Рис. 27. Обрахунок оцінок для David Smith та Julie Hammel.

```
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Clarissa Jackson" --score-type Euclidean

Euclidean score:
0.28989794855663564
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Clarissa Jackson" --score-type Pearson

Pearson score:
0.6944217062199275
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> 
```

Рис. 28. Обрахунок оцінок для David Smith та Clarissa Jackson.

```
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Adam Cohen" --score-type Euclidean

Euclidean score:
0.38742588672279304
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Adam Cohen" --score-type Pearson

Pearson score:
0.9081082718950217
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> 
```

Рис. 29. Обрахунок оцінок для David Smith та Adam Cohen.

```
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Chris Duncan" --score-type Euclidean

Euclidean score:
0.38742588672279304
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_9.py --user1 "David Smith" --user2 "Chris Duncan" --score-type Pearson

Pearson score:
1.0
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> 
```

Рис. 30. Обрахунок оцінок для David Smith та Chris Duncan.

Завдання 10.

```
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 input user')
    parser.add_argument('--user', dest='user', required=True, help='Input user')
    return parser

# Finds users in the dataset that are similar to the input user
def find_similar_users(dataset, user, num_users):
    if user not in dataset:
        raise TypeError('Cannot find ' + user + ' in the dataset')
```

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

# Compute Pearson score between input user
# and all the users in the dataset
scores = np.array([[x, pearson_score(dataset, user,
                                     x)] for x in dataset if x != user])

# Sort the scores in decreasing order
scores_sorted = np.argsort(scores[:, 1])[::-1]

# Extract the top 'num_users' scores
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:

```

PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_10.py --user "Bill Duffy"

Users similar to Bill Duffy:

User                Similarity score
-----
David Smith         0.99
Samuel Miller       0.88
Adam Cohen          0.86
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai>

```

Рис. 31. Знаходження користувачів схожих на Bill Duffy.

```

PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_10.py --user "Clarissa Jackson"

Users similar to Clarissa Jackson:

User                Similarity score
-----
Chris Duncan        1.0
Bill Duffy           0.83
Samuel Miller        0.73
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai>

```

Рис. 32. Знаходження користувачів схожих на Clarissa Jackson.

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання 11

```
import argparse
import json
import numpy as np

from LR_4_task_9 import pearson_score
from LR_4_task_10 import find_similar_users

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

# Get movie recommendations for the input user
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']

    # Generate movie ranks by normalization
    movie_scores = np.array([[score / similarity_scores[item], item]
                             for item, score in overall_scores.items()])

    # Sort in decreasing order
    movie_scores = movie_scores[np.argsort(movie_scores[:, 0])[::-1]]

    # Extract the movie recommendations
    movie_recommendations = [movie for _, movie in movie_scores]

    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())
```

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулеко І.В.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Результат виконання:

```
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_11.py --user "Chris Duncan"

Movie recommendations for Chris Duncan:
1. Vertigo
2. Scarface
3. Goodfellas
4. Roman Holiday
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> █
```

Рис. 33. Рекомендації для Chris Duncan.

```
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> py -W ignore C:\Users\38098\Desktop\lab04ai\LR_4_task_11.py --user "Julie Hammel"

Movie recommendations for Julie Hammel:
1. The Apartment
2. Vertigo
3. Raging Bull
PS C:\Users\38098\Desktop\lab04ai> █
```

Рис. 34. Рекомендації для Julie Hammel.

Висновок до лабораторної роботи:

під час виконання завдань лабораторної роботи з використанням спеціалізованих бібліотек та мови програмування Python було досліджено методи ансамблів у машинному навчанні та створити рекомендаційні системи.

Було використано можливості наступних бібліотек: **matplotlib**, **argparse**, **sclearn.metrics**, **sklearn.model_selection**, **sklearn.feature_selection**, **sklearn.neighbors.json**, **sklearn.preprocessing**, **sklearn.ensemble**.

		Драк Т.С.			ДУ «Житомирська політехніка».22.121.6.000 – Лр4	Арк.
		Пулко І.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22