**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

**Тема:** **ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ТА КОНТРОЛЬОВАНА КЛАСИФІКАЦІЯ ДАНИХ**

**Мета роботи:** використовуючи спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python дослідити попередню обробку та класифікацію даних.

**Репозиторій:** https://github.com/VladimirKravchuk/basicAI/laba1

Завдання 2.1. - 2.1.4.

import numpy as np  
from sklearn import preprocessing  
  
input\_data = np.array([[5.1, -2.9, 3.3],  
 [-1.2, 7.8, -6.1],  
 [3.9, 0.4, 2.1],  
 [7.3, -9.9, -4.5]])  
# Бінаризація даних  
data\_binarized = preprocessing.Binarizer(threshold=2.1).transform(input\_data)  
print(f"\nBinarized data:\n{data\_binarized}")  
  
# Виведення середнього значення та стандартного відхилення  
print("\nBEFORE: ")  
print(f"Mean = {input\_data.mean(axis=0)}")  
print(f"Std deviation = {input\_data.std(axis=0)}")  
  
# Исключение среднего  
data\_scaled = preprocessing.scale(input\_data)  
print("\nAFTER: ")  
print(f"Mean = {data\_scaled.mean(axis=0)}")  
print(f"Std deviation = {data\_scaled.std(axis=0)}")  
  
# Масштабування MinМax  
data\_scaled\_minmax = preprocessing.MinMaxScaler(feature\_range=(0,1))  
data\_scaled\_minmax = data\_scaled\_minmax.fit\_transform(input\_data)  
print(f"\nMin max scaled data:\n{data\_scaled\_minmax}")  
  
# Нормалізація даних  
data\_normalized\_l1 = preprocessing.normalize(input\_data, norm='l1')  
data\_normalized\_l2 = preprocessing.normalize(input\_data, norm='l2')  
  
print(f"\nL1 normalized data:\n{data\_normalized\_l1}")  
print(f"\nL2 normalized data:\n{data\_normalized\_l2}")

**Результат виконання:**

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.1 - Результат виконання

Завдання 2.1.5.

import numpy as np  
from sklearn import preprocessing  
  
input\_labels = ['red', 'black', 'red', 'green', 'black', 'yellow', 'white']  
  
# Створення кодувальника та встановлення відповідності між мітками та числами  
encoder = preprocessing.LabelEncoder()  
encoder.fit(input\_labels)  
  
# Виведення відображення  
print("\nLabel mapping: ")  
for i, item in enumerate(encoder.classes\_):  
 print(item, '-->', i)  
  
# перетворення міток за допомогою кодувальника  
test\_labels = ['green', 'red', 'black']  
encoded\_values = encoder.transform(test\_labels)  
print(f"\nLabels = {test\_labels}")  
print(f"Encoded values = {list(encoded\_values)}")  
  
# Декодування набору чисел за допомогою декодера  
encoded\_values = [3, 0, 4, 1]  
decoded\_list = encoder.inverse\_transform(encoded\_values)  
print(f"\nEncoded values = {encoded\_values}")  
print(f"Decoded labels = {list(decoded\_list)}")

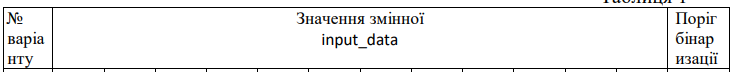
**Результат виконання:**

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.2 - Результат виконання

Завдання 2.2





import numpy as np  
from sklearn import preprocessing  
  
input\_data = np.array([[1.3, 3.9, 6.2],  
 [4.9, 2.2, -4.3],  
 [2.6, 6.5, 4.1],  
 [-5.2, 3.4, -5.2]])  
# Бінаризація даних  
data\_binarized = preprocessing.Binarizer(threshold=2.0).transform(input\_data)  
print(f"\nBinarized data:\n{data\_binarized}")  
  
# Виведення середнього значення та стандартного відхилення  
print("\nBEFORE: ")  
print(f"Mean = {input\_data.mean(axis=0)}")  
print(f"Std deviation = {input\_data.std(axis=0)}")  
  
# Исключение среднего  
data\_scaled = preprocessing.scale(input\_data)  
print("\nAFTER: ")  
print(f"Mean = {data\_scaled.mean(axis=0)}")  
print(f"Std deviation = {data\_scaled.std(axis=0)}")  
  
# Масштабування MinМax  
data\_scaled\_minmax = preprocessing.MinMaxScaler(feature\_range=(0,1))  
data\_scaled\_minmax = data\_scaled\_minmax.fit\_transform(input\_data)  
print(f"\nMin max scaled data:\n{data\_scaled\_minmax}")  
  
# Нормалізація даних  
data\_normalized\_l1 = preprocessing.normalize(input\_data, norm='l1')  
data\_normalized\_l2 = preprocessing.normalize(input\_data, norm='l2')  
  
print(f"\nL1 normalized data:\n{data\_normalized\_l1}")  
print(f"\nL2 normalized data:\n{data\_normalized\_l2}")

**Результат виконання:**

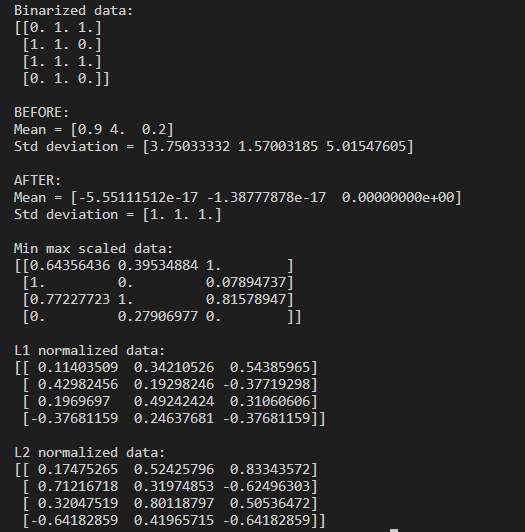


Рис.3 - Результат виконання

Завдання 2.3

**utilities.py**

import numpy as np  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
def visualize\_classifier(classifier, X, y):  
 # Define the minimum and maximum values for X and Y  
 # that will be used in the mesh grid  
 min\_x, max\_x = X[:, 0].min() - 1.0, X[:, 0].max() + 1.0  
 min\_y, max\_y = X[:, 1].min() - 1.0, X[:, 1].max() + 1.0  
  
 # Define the step size to use in plotting the mesh grid  
 mesh\_step\_size = 0.01  
  
 # Define the mesh grid of X and Y values  
 x\_vals, y\_vals = np.meshgrid(np.arange(min\_x, max\_x, mesh\_step\_size), np.arange(min\_y, max\_y, mesh\_step\_size))  
  
 # Run the classifier on the mesh grid  
 output = classifier.predict(np.c\_[x\_vals.ravel(), y\_vals.ravel()])  
  
 # Reshape the output array  
 output = output.reshape(x\_vals.shape)  
  
 # Create a plot  
 plt.figure()  
  
 # Choose a color scheme for the plot  
 plt.pcolormesh(x\_vals, y\_vals, output, cmap=plt.cm.gray)  
  
 # Overlay the training points on the plot  
 plt.scatter(X[:, 0], X[:, 1], c=y, s=75, edgecolors='black', linewidth=1, cmap=plt.cm.Paired)  
  
 # Specify the boundaries of the plot  
 plt.xlim(x\_vals.min(), x\_vals.max())  
 plt.ylim(y\_vals.min(), y\_vals.max())  
  
 # Specify the ticks on the X and Y axes  
 plt.xticks((np.arange(int(X[:, 0].min() - 1), int(X[:, 0].max() + 1), 1.0)))  
 plt.yticks((np.arange(int(X[:, 1].min() - 1), int(X[:, 1].max() + 1), 1.0)))  
  
 plt.show()

**task 3.py**

import numpy as np  
from sklearn import linear\_model  
from utilities import visualize\_classifier  
# Визначення зразка вхідних даних  
X = np.array([[3.1, 7.2], [4, 6.7], [2.9, 8], [5.1, 4.5],  
 [6, 5], [5.6, 5], [3.3, 0.4],  
 [3.9, 0.9], [2.8, 1],  
 [0.5, 3.4], [1, 4], [0.6, 4.9]])  
y = np.array([0, 0, 0, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3])  
  
# Створення логістичного класифікатора  
classifier = linear\_model.LogisticRegression(solver='liblinear', C=1)  
  
# Тренування класифікатора  
classifier.fit(X,y)  
  
visualize\_classifier(classifier, X, y)

**Результат виконання:**

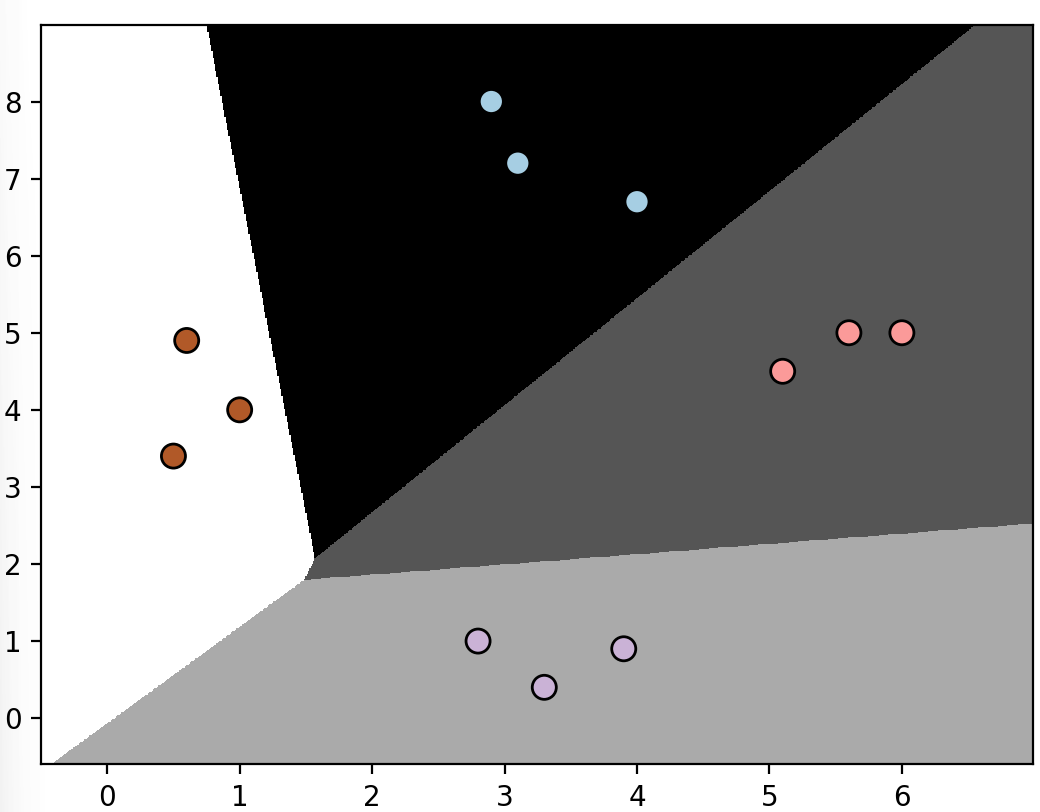


Рис.4 - Результат виконання

Завдання 2.3

import numpy as np  
from utilities import visualize\_classifier  
from sklearn.naive\_bayes import GaussianNB  
from sklearn.model\_selection import train\_test\_split  
  
# Вхідний файл, який містить дані  
input\_file = 'data\_multivar\_nb.txt'  
  
# Завантаження даних із вхідного файлу  
data = np.loadtxt(input\_file, delimiter=',')  
X, y = data[:, :-1], data[:, -1]  
  
# Створення наївного байєсовського класифікатора  
classifier = GaussianNB()  
  
# Тренування класифікатора  
classifier.fit(X, y)  
  
# Прогнозування значень для тренувальних даних  
y\_pred = classifier.predict(X)  
  
# Обчислення якості класифікатора  
accuracy = 100.0 \* (y == y\_pred).sum() / X.shape[0]  
print(f"Accuracy of Naive Bayes classifier = {round(accuracy,2)}%")  
  
# Візуалізація результатів роботи класифікатора  
visualize\_classifier(classifier, X, y)

**Результат виконання:**

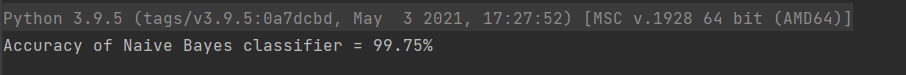
****

Рис.5 - Результат виконання

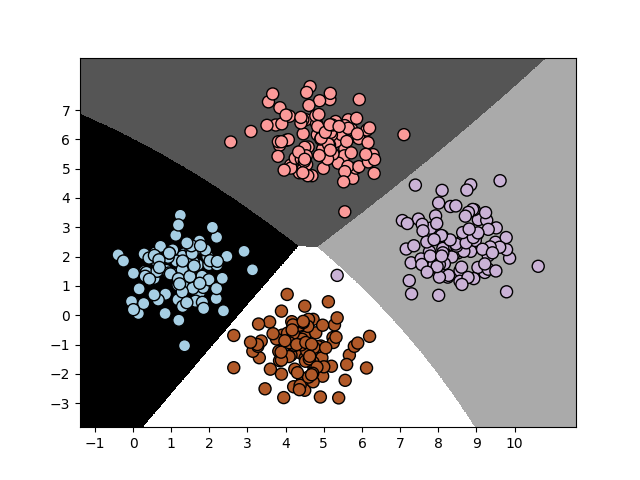


Рис.6 - Результат виконання

import numpy as np  
from utilities import visualize\_classifier  
from sklearn.naive\_bayes import GaussianNB  
from sklearn.model\_selection import train\_test\_split  
from sklearn.model\_selection import cross\_val\_score  
  
# Вхідний файл, який містить дані  
input\_file = 'data\_multivar\_nb.txt'  
  
# Завантаження даних із вхідного файлу  
data = np.loadtxt(input\_file, delimiter=',')  
X, y = data[:, :-1], data[:, -1]  
  
# Створення наївного байєсовського класифікатора  
classifier = GaussianNB()  
  
# Тренування класифікатора  
classifier.fit(X, y)  
  
# Прогнозування значень для тренувальних даних  
y\_pred = classifier.predict(X)  
  
# Обчислення якості класифікатора  
accuracy = 100.0 \* (y == y\_pred).sum() / X.shape[0]  
print(f"Accuracy of Naive Bayes classifier = {round(accuracy,2)}%")  
  
# Візуалізація результатів роботи класифікатора  
visualize\_classifier(classifier, X, y)  
  
# Розбивка 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=3)  
classifier\_new = GaussianNB()  
classifier\_new.fit(X\_train, y\_train)  
y\_test\_pred = classifier\_new.predict(X\_test)  
  
# Обчислення якості класифікатора  
accuracy = 100.0 \* (y\_test == y\_test\_pred).sum()/X\_test.shape[0]  
print(f"Accuracy of the new classifier = {round(accuracy, 2)}%")  
  
# Візуалізація роботи класифікатора  
visualize\_classifier(classifier\_new, X\_test, y\_test)  
  
num\_folds = 3  
accuracy\_values = cross\_val\_score(classifier, X, y, scoring='accuracy', cv=num\_folds)  
print("Accuracy: " + str(round(100 \* accuracy\_values.mean(), 2)) + "%")  
  
precision\_values = cross\_val\_score(classifier, X, y, scoring='precision\_weighted', cv=num\_folds)  
print("Precision: " + str(round(100 \* precision\_values.mean(), 2)) + "%")  
  
recall\_values = cross\_val\_score(classifier, X, y, scoring='precision\_weighted', cv=num\_folds)  
print("Recall: " + str(round(100 \* recall\_values.mean(), 2)) + "%")  
  
f1\_values = cross\_val\_score(classifier, X, y, scoring='f1\_weighted', cv=num\_folds)  
print("F1: " + str(round(100 \* f1\_values.mean(), 2)) + "%")

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.7 - Результат виконання



Рис. 8 - Результат виконання

Після того як ми виконали перехресну перевірку та розбили дані на тестові та тренувальні точність підвищилась до 100%.

Завдання 2.5

import pandas as pd  
import numpy as np  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
from sklearn.metrics import confusion\_matrix  
from sklearn.metrics import accuracy\_score  
from sklearn.metrics import recall\_score  
from sklearn.metrics import precision\_score  
from sklearn.metrics import f1\_score  
from sklearn.metrics import roc\_curve  
from sklearn.metrics import roc\_auc\_score  
  
df = pd.read\_csv('data\_metrics.csv')  
df.head()  
thresh = 0.5  
df['predicted\_RF'] = (df.model\_RF >= 0.5).astype('int')  
df['predicted\_LR'] = (df.model\_LR >= 0.5).astype('int')  
df.head()  
  
print(confusion\_matrix(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values))  
  
  
def find\_TP(y\_true, y\_pred):  
 # counts the number of true positives (y\_true = 1, y\_pred = 1)  
 return sum((y\_true == 1) & (y\_pred == 1))  
  
  
def find\_FN(y\_true, y\_pred):  
 # counts the number of false negatives (y\_true = 1, y\_pred = 0)  
 return sum((y\_true == 1) & (y\_pred == 0))  
  
  
def find\_FP(y\_true, y\_pred):  
 # counts the number of false positives (y\_true = 0, y\_pred = 1)  
 return sum((y\_true == 0) & (y\_pred == 1))  
  
  
def find\_TN(y\_true, y\_pred):  
 # counts the number of true negatives (y\_true = 0, y\_pred = 0)  
 return sum((y\_true == 0) & (y\_pred == 0))  
  
  
print('TP:', find\_TP(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values))  
print('FN:', find\_FN(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values))  
print('FP:', find\_FP(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values))  
print('TN:', find\_TN(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values))  
  
  
def find\_conf\_matrix\_values(y\_true, y\_pred):  
 # calculate TP, FN, FP, TN  
 TP = find\_TP(y\_true, y\_pred)  
 FN = find\_FN(y\_true, y\_pred)  
 FP = find\_FP(y\_true, y\_pred)  
 TN = find\_TN(y\_true, y\_pred)  
 return TP, FN, FP, TN  
  
  
def voitko\_confusion\_matrix(y\_true, y\_pred):  
 TP, FN, FP, TN = find\_conf\_matrix\_values(y\_true, y\_pred)  
 return np.array([[TN, FP], [FN, TP]])  
  
  
voitko\_confusion\_matrix(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)  
  
assert np.array\_equal(voitko\_confusion\_matrix(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values),  
 confusion\_matrix(df.actual\_label.values,  
 df.predicted\_RF.values)), 'my\_confusion\_matrix() is not correct for RF'  
assert np.array\_equal(voitko\_confusion\_matrix(df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values),  
 confusion\_matrix(df.actual\_label.values,  
 df.predicted\_LR.values)), 'my\_confusion\_matrix() is not correct for LR'  
  
print(accuracy\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values))  
  
  
def voitko\_accuracy\_score(y\_true, y\_pred): # calculates the fraction of samples  
 TP, FN, FP, TN = find\_conf\_matrix\_values(y\_true, y\_pred)  
 return (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)  
  
  
assert voitko\_accuracy\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values) == accuracy\_score(  
 df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values), 'my\_accuracy\_score failed on RF'  
assert voitko\_accuracy\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values) == accuracy\_score(  
 df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values), 'my\_accuracy\_score failed on LR'  
print('Accuracy RF:%.3f' % (voitko\_accuracy\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)))  
  
print(recall\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values))  
  
  
def voitko\_recall\_score(y\_true, y\_pred):  
 # calculates the fraction of positive samples predicted correctly  
 TP, FN, FP, TN = find\_conf\_matrix\_values(y\_true, y\_pred)  
 return TP / (TP + FN)  
  
  
assert voitko\_recall\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values) == recall\_score(df.actual\_label.values,  
 df.predicted\_RF.values), 'voitko\_accuracy\_score failed on RF'  
assert voitko\_recall\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values) == recall\_score(df.actual\_label.values,  
 df.predicted\_LR.values), 'voitko\_accuracy\_score failed on LR'  
  
print('Recall RF: %.3f' % (voitko\_recall\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)))  
print('Recall LR: %.3f' % (voitko\_recall\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values)))  
  
precision\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)  
  
  
def voitko\_precision\_score(y\_true, y\_pred):  
 # calculates the fraction of predicted positives samples that are actually positive  
 TP, FN, FP, TN = find\_conf\_matrix\_values(y\_true, y\_pred)  
 return TP / (TP + FP)  
  
  
assert voitko\_precision\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values) == precision\_score(  
 df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values), 'my\_accuracy\_score failed on RF'  
assert voitko\_precision\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values) == precision\_score(  
 df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values), 'my\_accuracy\_score failed on LR'  
  
print('Precision RF: %.3f' % (voitko\_precision\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)))  
print('Precision LR: %.3f' % (voitko\_precision\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values)))  
  
f1\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)  
  
  
def voitko\_f1\_score(y\_true, y\_pred): # calculates the F1 score  
 recall = voitko\_recall\_score(y\_true, y\_pred)  
 precision = voitko\_precision\_score(y\_true, y\_pred)  
 return 2 \* (precision \* recall) / (precision + recall)  
  
  
assert voitko\_f1\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values) == f1\_score(df.actual\_label.values,  
 df.predicted\_RF.values), 'my\_accuracy\_score failed on RF'  
assert voitko\_f1\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values) == f1\_score(df.actual\_label.values,  
 df.predicted\_LR.values), 'my\_accuracy\_score failed on LR'  
  
print('F1 RF: %.3f' % (voitko\_f1\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)))  
print('F1 LR: %.3f' % (voitko\_f1\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_LR.values)))  
print('scores with threshold = 0.5')  
  
print('Accuracy RF: % .3f' % (voitko\_accuracy\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)))  
print('Recall RF: %.3f' % (voitko\_recall\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)))  
print('Precision RF: % .3f' % (voitko\_precision\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)))  
print('F1 RF: %.3f' % (voitko\_f1\_score(df.actual\_label.values, df.predicted\_RF.values)))  
print('')  
  
threshold = 0.75  
  
print(f'Scores with threshold = {threshold}')  
print('Accuracy RF: % .3f' % (voitko\_accuracy\_score(df.actual\_label.values, (df.model\_RF >= threshold).astype('int').values)))  
print('Recall RF: %.3f' % (voitko\_recall\_score(df.actual\_label.values, (df.model\_RF >= threshold).astype('int').values)))  
print('Precision RF: %.3f' % (voitko\_precision\_score(df.actual\_label.values, (df.model\_RF >= threshold).astype('int').values)))  
print('F1 RF: %.3f' % (voitko\_f1\_score(df.actual\_label.values, (df.model\_RF >= threshold).astype('int').values)))  
  
fpr\_RF, tpr\_RF, thresholds\_RF = roc\_curve(df.actual\_label.values,df.model\_RF.values)  
fpr\_LR, tpr\_LR, thresholds\_LR = roc\_curve(df.actual\_label.values, df.model\_LR.values)  
  
plt.plot(fpr\_RF, tpr\_RF, 'r-', label='RF')  
plt.plot(fpr\_LR, tpr\_LR, 'b-', label='LR')  
plt.plot([0, 1], [0, 1], 'k-', label='random')  
plt.plot([0, 0, 1, 1], [0, 1, 1, 1], 'g-', label='perfect')  
plt.legend()  
plt.xlabel('False Positive Rate')  
plt.ylabel('True Positive Rate')  
plt.show()  
  
auc\_RF = roc\_auc\_score(df.actual\_label.values, df.model\_RF.values)  
auc\_LR = roc\_auc\_score(df.actual\_label.values, df.model\_LR.values)  
print('AUC RF:%.3f' % auc\_RF)  
print('AUC LR:%.3f' % auc\_LR)  
  
plt.plot(fpr\_RF, tpr\_RF, 'r-', label='RF AUC: %.3f' % auc\_RF)  
plt.plot(fpr\_LR, tpr\_LR, 'b-', label='LR AUC: %.3f' % auc\_LR)  
plt.plot([0, 1], [0, 1], 'k-', label='random')  
plt.plot([0, 0, 1, 1], [0, 1, 1, 1], 'g-', label='perfect')  
plt.legend()  
plt.xlabel('False Positive Rate')  
plt.ylabel('True Positive Rate')  
plt.show()

Результат виконання:

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис. 9 - Результат виконання

**Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание**

Рис.10 - Результат виконання для порогу 0.25

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.11 - Результат виконання для порогу 0.10

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рис.12 - Результат виконання для порогу 0.75

F1 міра зменшується в результаті збільшення порогу.

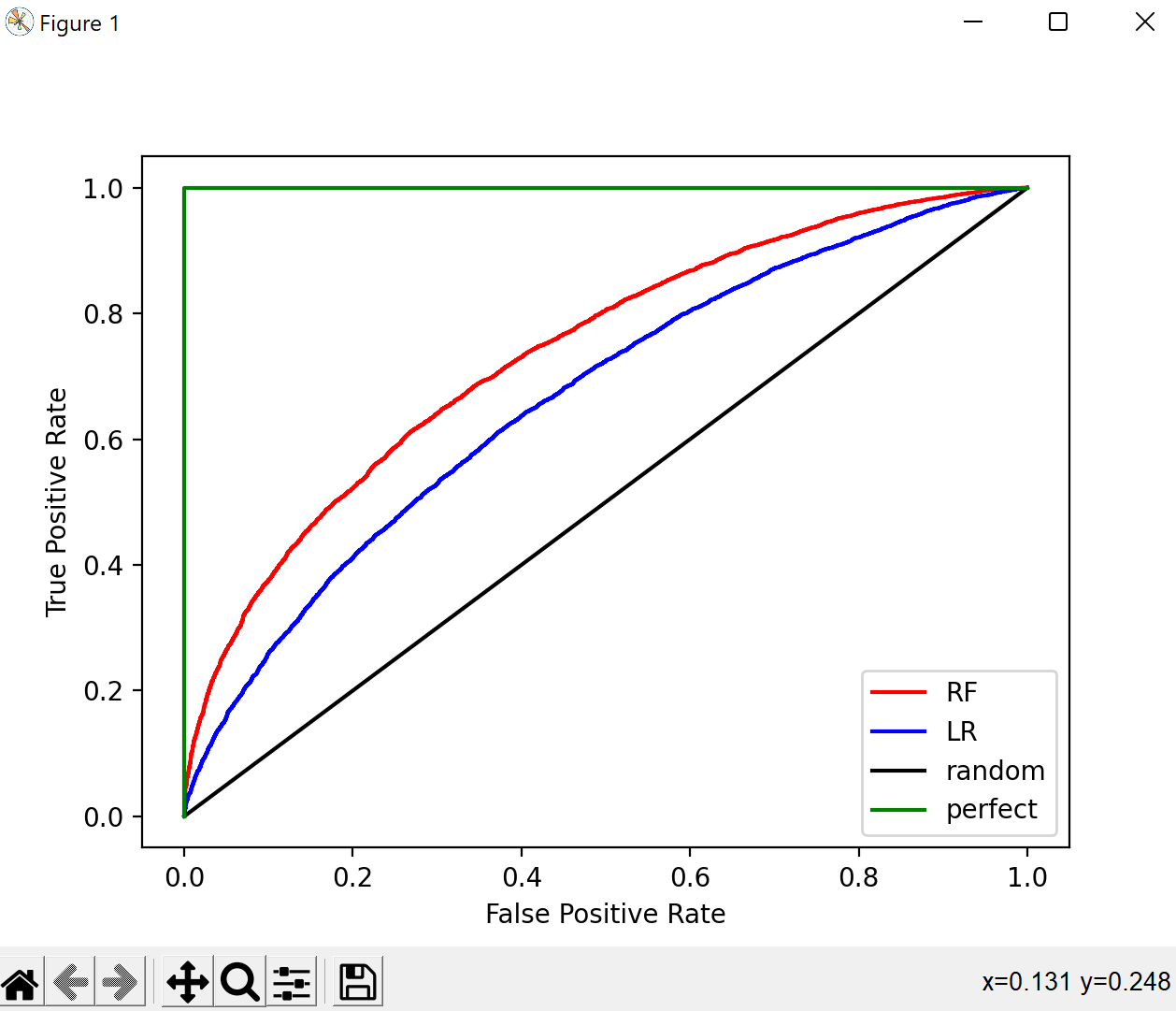


Рис.13 ROC - крива

Подивившись на модель, бачимо що RF модель має більшу зрозумілість, аніж LR модель. Але залежить також і від складності моделі. Тому це не завжди є основним показником

Завдання 2.6.

import numpy as np  
from sklearn import datasets  
from sklearn.model\_selection import train\_test\_split  
from sklearn import svm  
from sklearn import metrics  
  
# Вхідний файл, який містить дані  
from utilities import visualize\_classifier  
input\_file = 'data\_multivar\_nb.txt'  
# Завантаження даних із вхідного файлу  
data = np.loadtxt(input\_file, delimiter=',')  
X, y = data[:, :-1], data[:, -1]  
  
X\_train, X\_test, y\_train, y\_test = train\_test\_split(X, y.astype(int), test\_size=0.2, random\_state=3)  
  
cls = svm.SVC(kernel='linear')  
cls.fit(X\_train, y\_train)  
pred = cls.predict(X\_test)  
print("Accuracy:", metrics.accuracy\_score(y\_test, y\_pred=pred))  
  
print("Precision: ", metrics.precision\_score(y\_test, y\_pred=pred, average='macro'))  
  
print("Recall", metrics.recall\_score(y\_test, y\_pred=pred, average='macro'))  
print(metrics.classification\_report(y\_test, y\_pred=pred))  
  
visualize\_classifier(cls, X\_test, y\_test)

Результат виконання:

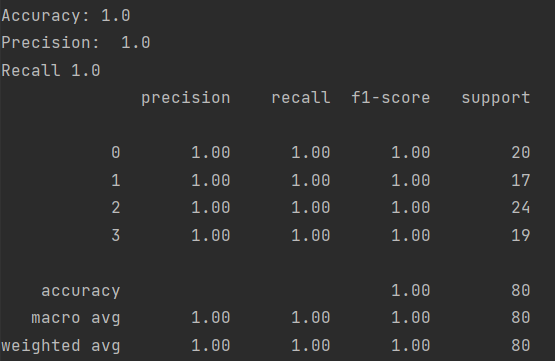


Рис. 14 - Результат виконання

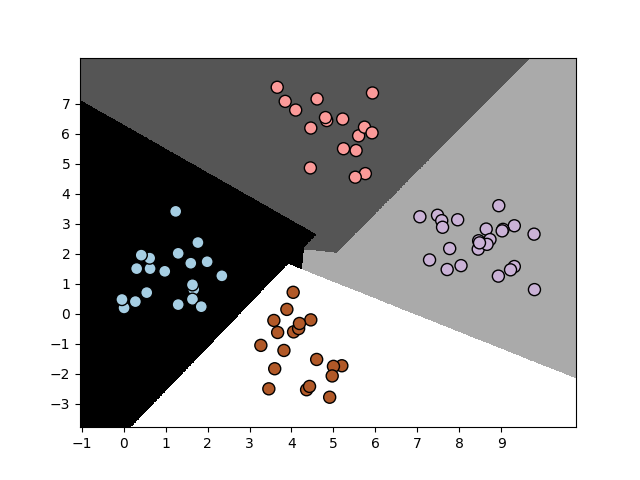


Рис. 15 - Результат виконання

**Висновок**: після виконання лаби навчився використовувати спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python дослідити попередню обробку та класифікацію даних.