МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инфокоммуникаций

Отчет по лабораторной работе № 3.2

«Основы работы с библиотекой NumPy»

по дисциплине «Основы программной инженерии»

Выполнил студент группы ИВТ-б-о-21-1

Пентухов С. А. « »_____20__г.

Подпись студента_____

Работа защищена « »_____20__г.

Проверил Воронкин Р.А. _____

(подпись)

Ставрополь, 2023

Цель работы: Исследовать базовые возможности библиотеки NumPy языка программирования Python

Ссылка на репозиторий - https://github.com/Pentuhov/Lab3.2

Ход работы

1. Примеры из методических указаний

Ввод [2]:
```
import numpy as np
m = np.matrix('1 2 3 4; 5 6 7 8; 9 1 5 7')
print(m)
```
```
[[1 2 3 4]
 [5 6 7 8]
 [9 1 5 7]]
```

Ввод [3]:
```
print(m[1, 0])
```
```
5
```

Ввод [4]:
```
print(m[1, :])
```
```
[[5 6 7 8]]
```

Ввод [5]:
```
print(m[:, 2])
```
```
[[3]
 [7]
 [5]]
```

Ввод [6]:
```
print(m[1, 2:])
```
```
[[7 8]]
```

Ввод [7]:
```
print(m[0:2, 1])
```
```
[[2]
 [6]]
```

Ввод [8]:
```
print(m[0:2, 1:3])
```
```
[[2 3]
 [6 7]]
```

Ввод [9]:
```
cols = [0, 1, 3]
print(m[:, cols])
```
```
[[1 2 4]
 [5 6 8]
 [9 1 7]]
```

Расчет статистик по данным в массиве

Рис. 1 Пример

Расчет статистик по данным в массиве

Ввод [11]:
```
print(m)
m.shape # Размерность массива
```

```
[[1 2 3 4]
 [5 6 7 8]
 [9 1 5 7]]
```

Out[11]: (3, 4)

Ввод [12]:
```
np.max(m) # Максимальный элеемент
```

Out[12]: 9

Если необходимо найти максимальный элемент в каждой строке, то для этого нужно передать в качестве аргумента параметр axis=1.

Ввод [14]:
```
print(m.max(axis=1))
```

```
[[4]
 [8]
 [9]]
```

Для вычисления статистики по столбцам, передайте в качестве параметра аргумент axis=0.

Ввод [15]:
```
print(m.max(axis=0))
```

```
[[9 6 7 8]]
```

Ввод [16]:
```
print(m.mean())
print(m.mean(axis=1))
print(m.sum())
print(m.sum(axis=0))
```

```
4.833333333333333
[[2.5]
 [6.5]
 [5.5]]
58
[[15  9 15 19]]
```

Использование boolean массива для доступа к ndarray

Рис. 2 Расчет статистики по данным в массиве

Использование boolean массива для доступа к ndarray

Ввод [17]:
```
nums = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10])
letters = np.array(['a', 'b', 'c', 'd', 'a', 'e', 'b'])
```

Ввод [18]:
```
less_then_5 = nums < 5
print(less_then_5)
```

```
[ True  True  True  True False False False False False False]
```

Ввод [19]:
```
pos_a = letters == 'a'
print(pos_a)
```

```
[ True False False False  True False False]
```

Ввод [20]:
```
print(nums[less_then_5])
```

```
[1 2 3 4]
```

Ввод [21]:
```
m = np.matrix('1 2 3 4; 5 6 7 8; 9 1 5 7')
print(m)
```

```
[[1 2 3 4]
 [5 6 7 8]
 [9 1 5 7]]
```

Ввод [22]:
```
mod_m = np.logical_and(m>=3, m<=7)
print(mod_m)
print(m[mod_m])
```

```
[[False False  True  True]
 [ True  True  True False]
 [False False  True  True]]
[[3 4 5 6 7 5 7]]
```

Ввод [23]:
```
nums = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10])
print(nums[nums < 5])
```

```
[1 2 3 4]
```

Ввод [24]:
```
nums[nums < 5] = 10
print(nums)
```

```
[10 10 10 10  5  6  7  8  9 10]
```

Рис. 3 Использование boolean

Ввод [25]:
```
m[m > 7] = 25
print(m)
```

```
[[ 1  2  3  4]
 [ 5  6  7 25]
 [25  1  5  7]]
```

Дополнительные функции

np.arange()

Ввод [26]:
```
print(np.arange(10))
```

```
[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
```

Ввод [27]:
```
print(np.arange(5, 12))
```

```
[ 5  6  7  8  9 10 11]
```

Ввод [28]:
```
print(np.arange(1, 5, 0.5))
```

```
[1.  1.5 2.  2.5 3.  3.5 4.  4.5]
```

np.matrix()

Вариант со списком Python.

Ввод [29]:
```
a = [[1, 2], [3, 4]]
print(np.matrix(a))
```

```
[[1 2]
 [3 4]]
```

Вариант с массивом Numpy.

Ввод [30]:
```
b = np.array([[5, 6], [7, 8]])
print(np.matrix(b))
```

```
[[5 6]
 [7 8]]
```

Вариант в Matlab стиле.

Рис. 4 Массив Numpy

Вариант в Matlab стиле.

Ввод [31]:
```
print(np.matrix('[1, 2; 3, 4]'))
```

```
[[1 2]
 [3 4]]
```

np.zeros(), np.eye()

Ввод [32]:
```
print(np.zeros((3, 4)))
```

```
[[0. 0. 0. 0.]
 [0. 0. 0. 0.]
 [0. 0. 0. 0.]]
```

Ввод [33]:
```
print(np.eye(5))
```

```
[[1. 0. 0. 0. 0.]
 [0. 1. 0. 0. 0.]
 [0. 0. 1. 0. 0.]
 [0. 0. 0. 1. 0.]
 [0. 0. 0. 0. 1.]]
```

np.ravel()

Ввод [34]:
```
A = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6], [7, 8, 9]])
print(A)
```

```
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]
```

Ввод [35]:
```
np.ravel(A)
```

Out[35]:
```
array([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])
```

Ввод [37]:
```
>>> np.ravel(A, order='C')
```

Out[37]:
```
array([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])
```

Ввод [38]:
```
>>> np.ravel(A, order='F')
```

Out[38]:
```
array([1, 4, 7, 2, 5, 8, 3, 6, 9])
```

Рис. 5 Массивы

np.where()

Ввод [39]:
```
>>> a = np.array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])
>>> np.where(a % 2 == 0, a * 10, a / 10)
```

Out[39]:
```
array([ 0. ,  0.1, 20. ,  0.3, 40. ,  0.5, 60. ,  0.7, 80. ,  0.9])
```

Ввод [44]:
```
a = np.random.rand(10)
print(a)
print(np.where(a > 0.5, True, False))
np.where(a > 0.5, 1, -1)
```

```
[0.79534005 0.92829777 0.02056662 0.8153471  0.96491854 0.07281233
 0.88941926 0.57618181 0.35753835 0.71187427]
[ True  True False  True  True False  True  True False  True]
```

Out[44]:
```
array([ 1,  1, -1,  1,  1, -1,  1,  1, -1,  1])
```

np.meshgrid()

Ввод [46]:
```
>>> x = np.linspace(0, 1, 5)
print(x)
>>> y = np.linspace(0, 2, 5)
>>> y
```

```
[0.   0.25 0.5  0.75 1.  ]
```

Out[46]:
```
array([0. , 0.5, 1. , 1.5, 2. ])
```

Ввод [47]:
```
>>> xg, yg = np.meshgrid(x, y)
print(xg)
>>> yg
```

```
[[0.   0.25 0.5  0.75 1.  ]
 [0.   0.25 0.5  0.75 1.  ]
 [0.   0.25 0.5  0.75 1.  ]
 [0.   0.25 0.5  0.75 1.  ]
 [0.   0.25 0.5  0.75 1.  ]]
```

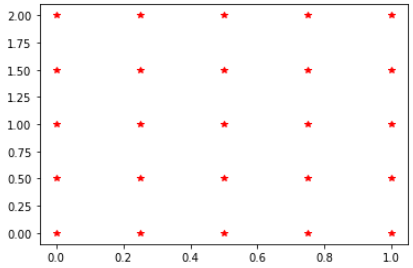
Out[47]:
```
array([[0. , 0. , 0. , 0. , 0. ],
       [0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5],
       [1. , 1. , 1. , 1. , 1. ],
       [1.5, 1.5, 1.5, 1.5, 1.5],
       [2. , 2. , 2. , 2. , 2. ]])
```

Ввод [48]:
```
import matplotlib.pyplot as plt
```

Ввод [48]:
```
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
```

Ввод [49]:
```
plt.plot(xg, yg, color="r", marker="*", linestyle="none")
```

Out[49]:
```
[<matplotlib.lines.Line2D at 0x25d44454520>,
 <matplotlib.lines.Line2D at 0x25d44454610>,
 <matplotlib.lines.Line2D at 0x25d444545e0>,
 <matplotlib.lines.Line2D at 0x25d44454670>,
 <matplotlib.lines.Line2D at 0x25d44454760>]
```



np.random.permutation()

Ввод [50]:
```
print(np.random.permutation(7))
>>> a = ['a', 'b', 'c', 'd', 'e']
>>> np.random.permutation(a)
```

```
[2 6 0 3 1 4 5]
```

Out[50]:
```
array(['d', 'c', 'b', 'e', 'a'], dtype='<U1')
```

Ввод [51]:
```
>>> arr = np.linspace(0, 10, 5)
>>> arr
```

Out[51]:
```
array([ 0. ,  2.5,  5. ,  7.5, 10. ])
```

Ввод [53]:
```
>>> arr_mix = np.random.permutation(arr)
>>> arr_mix
```

Out[53]:
```
array([10. ,  0. ,  2.5,  5. ,  7.5])
```

Рис. 6 Массивы

2. Решение задач

Создайте массив с 5 любыми числами:

Ввод [5]:
```
c = np.array([23, 78, 95, 12, 1])
print("c = ", c)
```

```
c =  [23 78 95 12  1]
```

Арифметические операции, в отличие от операций над списками, применяются поэлементно:

Ввод [6]:
```
list1 = [1, 2, 3]
array1 = np.array([1, 2, 3])

print("list1:", list1)
print('\tlist1 * 3:', list1 * 3)
print('\tlist1 + [1]:', list1 + [1])

print('array1:', array1)
print('\tarray1 * 3:', array1 * 3)
print('\tarray1 + 1:', array1 + 1)
```

```
list1: [1, 2, 3]
        list1 * 3: [1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3]
        list1 + [1]: [1, 2, 3, 1]
array1: [1 2 3]
        array1 * 3: [3 6 9]
        array1 + 1: [2 3 4]
```

Создайте массив из 5 чисел. Возведите каждый элемент массива в степень 3

Ввод [7]:
```
c = np.array([23, 78, 95, 12, 1])
print("c = ", c)
print('\tc ** 3:', c ** 3)
```

```
c =  [23 78 95 12  1]
        c ** 3: [ 12167 474552 857375   1728      1]
```

Если в операции участвуют 2 массива (по умолчанию -- одинакового размера), операции считаются для соответствующих пар:

Ввод [8]:
```
print("a + b =", a + b)
print("a * b =", a * b)
```

```
a + b = [1.1 2.2 3.3 4.4 5.5]
a * b = [0.1 0.4 0.9 1.6 2.5]
```

Рис. 7 Выполнения задания

Ввод [9]:
```
# вот это разность
print("a - b =", a - b)

# вот это деление
print("a / b =", a / b)

# вот это целочисленное деление
print("a // b =", a // b)

# вот это квадрат
print("a ** 2 =", a ** 2)
```

```
a - b = [0.9 1.8 2.7 3.6 4.5]
a / b = [10. 10. 10. 10. 10.]
a // b = [ 9.  9. 10.  9. 10.]
a ** 2 = [ 1  4  9 16 25]
```

Создайте два массива одинаковой длины. Выведите массив, полученный делением одного массива на другой.

Ввод [10]:
```
arr1 = np.array([10, 45, 21, 7, 5])
arr2 = np.array([2, 3, 6, 25, 9])
print("arr1 / arr2 =", arr1 / arr2)
```

```
arr1 / arr2 = [ 5.         15.          3.5         0.28        0.55555556]
```

Л — логика

К элементам массива можно применять логические операции.

Возвращаемое значение -- массив, содержащий результаты вычислений для каждого элемента (`True` -- "да" или `False` -- "нет"):

Ввод [11]:
```
print("a =", a)
print("\ta > 1: ", a > 1)
print("\nb =", b)
print("\tb < 0.5:  ", b < 0.5)

print("\nОдновременная проверка условий:")
print("\t(a > 1) & (b < 0.5):  ", (a>1) & (b < 0.5))
print("А вот это проверяет, что a > 1 ИЛИ b < 0.5:  ", (a > 1) | (b < 0.5))
```

```
a = [1 2 3 4 5]
        a > 1:  [False  True  True  True  True]

b = [0.1 0.2 0.3 0.4 0.5]
        b < 0.5:   [ True  True  True  True False]
```

Рис. 8 Выполнения задания

```
Одновременная проверка условий:
        (a > 1) & (b < 0.5):   [False  True  True  True False]
А вот это проверяет, что a > 1 ИЛИ b < 0.5:   [ True  True  True  True  True]
```

Создайте 2 массива из 5 элементов. Проверьте условие "Элементы первого массива меньше 6, элементы второго массива делятся на 3"

Ввод [14]:
```
arr1 = np.array([10, 45, 21, 7, 5])
arr2 = np.array([2, 3, 6, 25, 9])
print("arr1 =", arr1)
print("arr2 =", arr2)
print("\t(arr1 < 6) & (arr2 % 3 == 0):  ", (arr1<6) & (arr2 % 3 == 0))
```

```
arr1 = [10 45 21  7  5]
arr2 = [ 2  3  6 25  9]
        (arr1 < 6) & (arr2 % 3 == 0):   [False False False False  True]
```

Теперь проверьте условие "Элементы первого массива делятся на 2 или элементы второго массива больше 2"

Ввод [16]:
```
print("(arr1 % 2 == 0) | (arr2 > 2):  ", (arr1%2==0) | (arr2>2))
```

```
(arr1 % 2 == 0) | (arr2 > 2):   [ True  True  True  True  True]
```

Зачем это нужно? Чтобы выбирать элементы массива, удовлетворяющие какому-нибудь условию:

Ввод [17]:
```
print("a =", a)
print("a > 2:", a > 2)
# индексация - выбираем элементы из массива в тех позициях, где True
print("a[a > 2]:", a[a > 2])
```

```
a = [1 2 3 4 5]
a > 2: [False False  True  True  True]
a[a > 2]: [3 4 5]
```

Создайте массив с элементами от 1 до 20. Выведите все элементы, которые больше 5 и не делятся на 2

Подсказка: создать массив можно с помощью функции np.arange(), действие которой аналогично функции range, которую вы уже знаете.

Ввод [25]:
```
arr3 = np.arange(1,21)
print("arr3 =", arr3)
print("arr3[arr3 > 5 & arr3 % 2 != 0]:", arr3[np.logical_and(arr3 > 5, arr3 % 2 != 0)])
```

```
arr3 = [ 1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20]
arr3[arr3 > 5 & arr3 % 2 != 0]: [ 7  9 11 13 15 17 19]
```

Рис. 9 Выполнения задания

А ещё NumPy умеет...

Все операции NumPy оптимизированы для быстрых вычислений над целыми массивами чисел и в методах `np.array` реализовано множество функций, которые могут вам понадобиться:

Ввод [26]:
```
# теперь можно считать средний размер котиков в одну строку!
print("np.mean(a) =", np.mean(a))
# минимальный элемент
print("np.min(a) =", np.min(a))
# индекс минимального элемента
print("np.argmin(a) =", np.argmin(a))
# вывести значения массива без дубликатов
print("np.unique(['male', 'male', 'female', 'female', 'male']) =", np.unique(['male', 'male', 'female', 'female', 'male']))

# и ещё много всяких методов
# Google в помощь
```

```
np.mean(a) = 3.0
np.min(a) = 1
np.argmin(a) = 0
np.unique(['male', 'male', 'female', 'female', 'male']) = ['female' 'male']
```

Пора еще немного потренироваться с NumPy.

Выполните операции, перечисленные ниже:

Ввод [27]:
```
print("Разность между a и b:", a - b
      )
print("Квадраты элементов b:", b ** 2
      )
print("Половины произведений элементов массивов a и b:", a * b / 2
      )

print()
print("Максимальный элемент b:", np.max(b)
      )
print("Сумма элементов массива b:", np.sum(b)
      )
print("Индекс максимального элемента b:", np.argmax(b)
      )
```

```
Разность между a и b: [0.9 1.8 2.7 3.6 4.5]
Квадраты элементов b: [0.01 0.04 0.09 0.16 0.25]
```

Рис. 10 Выполнения задания

Ввод [27]:
```
print("Разность между a и b:", a - b
      )
print("Квадраты элементов b:", b ** 2
      )
print("Половины произведений элементов массивов a и b:", a * b / 2
      )

print()
print("Максимальный элемент b:", np.max(b)
      )
print("Сумма элементов массива b:", np.sum(b)
      )
print("Индекс максимального элемента b:", np.argmax(b)
      )
```

```
Разность между a и b: [0.9 1.8 2.7 3.6 4.5]
Квадраты элементов b: [0.01 0.04 0.09 0.16 0.25]
Половины произведений элементов массивов a и b: [0.05 0.2  0.45 0.8  1.25]

Максимальный элемент b: 0.5
Сумма элементов массива b: 1.5
Индекс максимального элемента b: 4
```

Задайте два массива: [5, 2, 3, 12, 4, 5] и ['f', 'o', 'o', 'b', 'a', 'r']

Выведите буквы из второго массива, индексы которых соответствуют индексам чисел из первого массива, которые больше 1, меньше 5 и делятся на 2

Ввод [28]:
```
arr = np.array([5, 2, 3, 12, 4, 5])
letters = np.array(['f', 'o', 'o', 'b', 'a', 'r'])
print(letters[np.logical_and(arr > 1, arr < 5, arr % 2 == 0)])
```

```
['o' 'o' 'a']
```

Рис. 11 Выполнения задания

2.1 Домашнее задание (рис 6-7).

Задание №1.

Лабораторная работа 3.2. Домашнее задание

Задание №1

Создайте два массива: в первом должны быть четные числа от 2 до 12 включительно, а в другом числа 7, 11, 15, 18, 23, 29.

1. Сложите массивы и возведите элементы получившегося массива в квадрат:

Ввод [3]:
```
import numpy as np
a = np.arange(2, 13, 2)
b = np.array([7, 11, 15, 18, 23, 29])
print(a + b)
print((a + b) ** 2)
```

```
[ 9 15 21 26 33 41]
[  81  225  441  676 1089 1681]
```

2. Выведите все элементы из первого массива, индексы которых соответствуют индексам тех элементов второго массива, которые больше 12 и дают остаток 3 при делении на 5.

Ввод [5]:
```
print(a[np.logical_and(b > 12, b % 5 == 3)])
```

```
[ 8 10]
```

3. Проверьте условие "Элементы первого массива делятся на 4, элементы второго массива меньше 14". (Подсказка: в результате должен получиться массив с True и False)

Ввод [7]:
```
print((a % 4 == 0) & (b < 14))
```

```
[False  True False False False False]
```

Рис. 12 – Задачи для закрепления пройденного материала

Задание №2.

data, потом download, выбирайте csv формат)

- Рассчитайте подходящие описательные статистики для признаков объектов в выбранном датасете
- Проанализируйте и прокомментируйте содержательно получившиеся результаты
- Все комментарии оформляйте строго в ячейках формата markdown

Для анализа выбран csv файл, содержащий информацию о росте мужчин и женщин по странам мира. Анализировались данные для топ 10 стран, в которых вычислялись статистические характеристики для мужчин и для женщин, а также в конце вычислен коэффициент корреляции для мужчин из топ 10 и мужчин из 10 последних стран по росту.

Ввод [4]:
```
import csv
import numpy as np
```

Ввод [5]:
```
with open('MF_height.csv', 'r', newline='') as csvfile:
    data = csv.reader(csvfile, delimiter=',')
    men_height = []
    women_height = []
    last10_men = []
    for row in data:
        if row[0] != "Rank" and int(row[0]) <= 10:
            men_height.append(float(row[2]))
            women_height.append(float(row[3]))
        if row[0] != "Rank" and 180 < int(row[0]) <= 190:
            last10_men.append(float(row[2]))
```

Ввод [6]:
```
men_arr = np.array(men_height)
women_arr = np.array(women_height)
print(f"Среднее значение роста мужчин из топ 10 стран: {np.mean(men_arr)}")
print(f"Среднее значение роста женщин из топ 10 стран: {np.mean(women_arr)}")
print(f"Среднее отклонение для мужчин: {np.std(men_arr)}")
print(f"Среднее отклонение для женщин: {np.std(women_arr)}")
print(f"Коэффициент парной корреляции: {np.corrcoef(men_arr, women_arr)}")
print(
"Коэффициент парной корреляции для мужчин из топ с 10-ю последними странами:"
    f"{np.corrcoef(men_arr, last10_men)}"
    )
```

```
Среднее значение роста мужчин из топ 10 стран: 182.06900000000002
Среднее значение роста женщин из топ 10 стран: 168.59199999999998
Среднее отклонение для мужчин: 0.9499310501294319
Среднее отклонение для женщин: 1.080932930389304
Коэффициент парной корреляции: [[1.         0.73824827]
 [0.73824827 1.        ]]
Коэффициент парной корреляции для мужчин из топ с 10-ю последними странами:[[1.         0.98096368]
 [0.98096368 1.        ]]
```

Рис.13 – Исследование датасета

2.2 Индивидуальное задание (рис. 8-9)

5. Дана целочисленная квадратная матрица. Определить: сумму элементов в тех столбцах, которые не содержат отрицательных элементов; минимум среди сумм модулей элементов диагоналей, параллельных побочной диагонали матрицы.

Инициализирую матрицу и импортирую NumPy

Ввод [2]:
```
import numpy as np
```

Ввод [5]:
```
n = int(input("Enter the size of the matrix: "))
```

```
Enter the size of the matrix: 5
```

Ввод [14]:
```
matrix = np.random.randint(-20, 100, (n, n))
print(matrix)
```

```
[[ 13  59  83  69  -4]
 [ 32  33   4  20  33]
 [ 49  34  25 -17  96]
 [ -5   7  90  13  76]
 [ 53  82  49  94  63]]
```

1. Сумма элементов в тех столбцах, которые не содержат отрицательных элементов

Вывожу массив boolean по столбац, в которых минимальный элемент больше нуля:

Ввод [20]:
```
print(matrix.min(axis=0) > 0)
```

```
[False  True  True False False]
```

Здесь я уже попытался вывести только столбцы матрицы, которые не содержали отрицательных элементов:

Ввод [25]:
```
print(matrix[:, matrix.min(axis=0) > 0])
```

```
[[59 83]
 [33  4]
 [34 25]
 [ 7 90]
 [82 49]]
```

Рис.14 – Выполнение первой части задания

2. Минимум среди сумм модулей элементов диагоналей, параллельных побочной диагонали матрицы

Ввод [2]:
```
import numpy as np
```

Ввод [3]:
```
n = int(input("Enter the size of the matrix: "))
```

```
Enter the size of the matrix: 5
```

После ввода размерности матрицы задаю матрицу со случайными числами. Затем применяю к матрице модуль, чтобы посчитать сумму модулей элементов.

Ввод [15]:
```
matrix = np.random.randint(-20, 300, (n, n))
matrix = np.absolute(matrix)
print(matrix)
```

```
[[101  11 150 151 201]
 [ 62 112 256  99   2]
 [101 103 197 173 248]
 [129  73  56  19 297]
 [ 35 293 150 280 234]]
```

Минимум сумм находится функцией min, применённой к списку, элементами которого являются суммы диагоналей, возвращаемые функцией trace() со смещением по диагоналей, параллельным побочной диагонали. Они высчитываются благодаря перевороту матрицы функцией fliplr().

Ввод [17]:
```
min_sum = min([np.fliplr(matrix).trace(offset=i) for i in range(-(n-1), n)])
print(min_sum)
```

```
73
```

Рис.15 – Выполнение второй части задания

Ответы на вопросы

Каково назначение библиотеки NumPy?

numpy – это библиотека для языка программирования Python, которая предоставляет в распоряжение разработчика инструменты для эффективной работы с многомерными массивами и высокопроизводительные вычислительные алгоритмы.

1. Что такое массивы ndarray?

Ndarray - это (обычно фиксированный размер) многомерный контейнер элементов одного типа и размера. Количество измерений и элементов в массиве определяется его формой, которая является кортежем из N натуральных чисел, которые определяют размеры каждого измерения.

2. Как осуществляется доступ к частям многомерного массива?

Извлечем элемент из нашей матрицы с координатами (1, 0), 1 – это номер строки, 0 – номер столбца.

m[1, 0]

Строка матрицы

m[1, :]

Столбец матрицы

m[:, 2]

Часть строки матрицы

Иногда возникает задача взять не все элементы строки, а только часть: рассмотрим пример, когда нам из второй строки нужно извлечь все элементы, начиная с третьего.

m[1, 2:]

Часть столбца матрицы

>>> m[0:2, 1]

Непрерывная часть матрицы

m[0:2, 1:3]

Произвольные столбцы / строки матрицы

cols = [0, 1, 3]

m[:, cols]

3. Как осуществляется расчет статистик по данным?

Размерность массива

m.shape

В результате мы получим кортеж из двух элементов, первый из них – это количество строк, второй – столбцов.

Вызов функции расчета статистики

Для расчета той или иной статистики, соответствующую функцию можно вызвать как метод объекта, с которым вы работаете. Для нашего массива это будет выглядеть так.

m.max()

Если необходимо найти максимальный элемент в каждой строке, то для этого нужно передать в качестве аргумента параметр axis=1.

m.max(axis=1)

Для вычисления статистики по столбцам, передайте в качестве параметра аргумент axis=0.

m.max(axis=0)

Функции (методы) для расчета статистик в Numpy

Ниже, в таблице, приведены методы объекта ndarray (или matrix), которые, как мы помним из раздела выше, могут быть также вызваны как функции библиотеки Numpy, для расчета статистик по данным массива.

Имя метода Описание

argmax Индексы элементов с максимальным значением (по осям)

argmin Индексы элементов с минимальным значением (по осям)

max Максимальные значения элементов (по осям)

min Минимальные значения элементов (по осям)

mean Средние значения элементов (по осям)

prod Произведение всех элементов (по осям)

std Стандартное отклонение (по осям)

sum Сумма всех элементов (по осям)

var Дисперсия (по осям)

4. Как выполняется выборка данных из массивов ndarray?

Boolean выражение в Numpy можно использовать для индексации, не создавая предварительно boolean массив. Получить соответствующую выборку можно, передав в качестве индекса для объекта ndarray, условное выражение. Для иллюстрации данной возможности воспользуемся массивом nums. Используя второй подход, можно построить на базе созданных нами в самом начале ndarray массивов массивы с элементами типа boolean. В этом примере мы создали boolean массив, в котором на месте элементов из nums, которые меньше пяти стоит True, в остальных случаях – False. Построим массив, в котором значение True будут иметь элементы, чей индекс совпадает с индексами, на которых стоит символ ‘a’ в массиве letters. Самым замечательным в использовании boolean массивов при работе с ndarray

является то, что их можно применять для построения выборок. Вернемся к рассмотренным выше примерам.

less_then_5 = nums < 5

less_then_5

array([True, True, True, True, False, False, False, False, False, False])

Если мы переменную less_then_5 передадим в качестве списка индексов для nums, то получим массив, в котором будут содержаться элементы из nums с индексами равными индексам True позиций массива less_then_5.

1.