

**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

Павленко М. С. « » _____ 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.

Ход работы

Пример 1.

В приведенной записи, в квадратных скобках указывается номер строки – первой цифрой и номер столбца – второй.

Двоеточие означает “все элементы”, в приведенном примере, первый элемент – это номер строки, второй – указание на то, что необходимо взять элементы всех столбцов матрицы.

Пример 1

```
In [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]]

In [3]: m[1, 0]

Out[3]: 5

In [4]: m[1, :]

Out[4]: matrix([[5, 6, 7, 8]])

In [5]: m[:, 2]

Out[5]: matrix([[3],
               [7],
               [5]])

In [6]: m[1, 2:]

Out[6]: matrix([[7, 8]])

In [7]: m[0:2, 1]

Out[7]: matrix([[2],
               [6]])

In [8]: m[0:2, 1:3]

Out[8]: matrix([[2, 3],
               [6, 7]])

In [9]: cols = [0, 1, 3]
m[:, cols]

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

Рисунок 1 - Результат выполнения примера 1

Пример 2.

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

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

Пример 2

```
In [1]: 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]]

In [2]: type(m)

Out[2]: numpy.matrix

In [3]: m = np.array(m)
type(m)

Out[3]: numpy.ndarray

In [4]: m.shape

Out[4]: (3, 4)

In [5]: m.max()

Out[5]: 9

In [6]: np.max(m)

Out[6]: 9

In [8]: m = np.matrix(m)
m.max(axis=1)

Out[8]: matrix([[4],
               [8],
               [9]])

In [9]: m.max(axis=0)

Out[9]: matrix([[9, 6, 7, 8]])

In [10]: m.mean()

Out[10]: 4.833333333333333

In [11]: m.mean(axis=1)

Out[11]: matrix([[2.5],
               [6.5],
               [5.5]])

In [13]: m.sum(axis=0)

Out[13]: matrix([[15, 9, 15, 19]])
```

Рисунок 2 - Результат выполнения примера 2

Пример 3.

Использование `boolean` массивов для доступа к данным порой является более лучшим вариантом, чем использование численных индексов.

Как вы знаете, в Python есть такой тип данных – `boolean`. Переменные этого типа принимают одно из двух значений: `True` или `False`. Такие

переменные можно создать самостоятельно, либо они могут являться результатом какого-то выражения. Используя второй подход, можно построить на базе созданных нами в самом начале ndarray массивов массивы с элементами типа boolean.

Самым замечательным в использовании boolean массивов при работе с ndarray является то, что их можно применять для построения выборок.

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.

Пример 3

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

In [2]: less_than_5 = nums < 5
less_than_5

Out[2]: array([ True,  True,  True,  True, False, False, False, False, False,
               False])

In [3]: pos_a = letters == 'a'
pos_a

Out[3]: array([ True, False, False, False,  True, False, False])

In [4]: nums[less_than_5]

Out[4]: array([1, 2, 3, 4])

In [6]: nums[nums < 5] = 10
print(nums)

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

In [7]: 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]]

In [8]: mod_m = np.logical_and(m >= 3, m <= 7)
mod_m

Out[8]: matrix([[False, False,  True,  True],
               [ True,  True,  True, False],
               [False, False,  True,  True]])

In [9]: m[mod_m]

Out[9]: matrix([[3, 4, 5, 6, 7, 5, 7]])

In [10]: m[m > 7] = 25
print(m)

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

Рисунок 3 - Результат выполнения примера 3

Пример 4.

Функция `arange()` аналогична по своему назначению функции `range()` из стандартной библиотеки Python. Ее основное отличие заключается в том, что `arange()` позволяет строить вектор с указанием шага в виде десятичной дроби.

Функция `np.ravel()` используется для того, чтобы преобразовать матрицу в одномерный вектор.

Функция `np.where()` возвращает один из двух заданных элементов в зависимости от условия.

Пример 4

```
In [1]: import numpy as np
        np.arange(10)

Out[1]: array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])

In [2]: np.arange(5, 12)

Out[2]: array([ 5,  6,  7,  8,  9, 10, 11])

In [3]: np.arange(1, 5, 0.5)

Out[3]: array([1. , 1.5, 2. , 2.5, 3. , 3.5, 4. , 4.5])

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

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

In [6]: np.ravel(A)

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

In [7]: np.ravel(A, order='C')

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

In [8]: np.ravel(A, order='F')

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

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

Out[9]: array([ 0. ,  0.1, 20. ,  0.3, 40. ,  0.5, 60. ,  0.7, 80. ,  0.9])

In [10]: a = np.random.rand(10)
         a

Out[10]: array([0.55642332, 0.37526446, 0.24589265, 0.95861707, 0.18235878,
                0.44916279, 0.67206023, 0.48754707, 0.09085441, 0.14104925])

In [11]: np.where(a > 0.5, True, False)

Out[11]: array([ True, False, False,  True, False, False,  True, False, False,
                False])

In [12]: np.where(a > 0.5, 1, -1)

Out[12]: array([ 1, -1, -1,  1, -1, -1,  1, -1, -1, -1])
```

Рисунок 4 - Результат выполнения примера 4

Пример 5.

Функция `meshgrid()` позволяет получить матрицу координат из координатных векторов. Если, например, у нас есть два одномерных вектора координат, то передав их в качестве аргументов в `meshgrid()` мы получим две матрицы, в которой элементы будут составлять пары, заполняя все пространство, определяемое этими векторами.

Каждому элементу `xg[i,j]` соответствует свой элемент `yg[i,j]`. Можно визуализировать эти данные.

Строка `%matplotlib inline` строка нужна, если вы работаете в Jupyter Notebook, чтобы графики рисовались “по месту”.

Пример 5

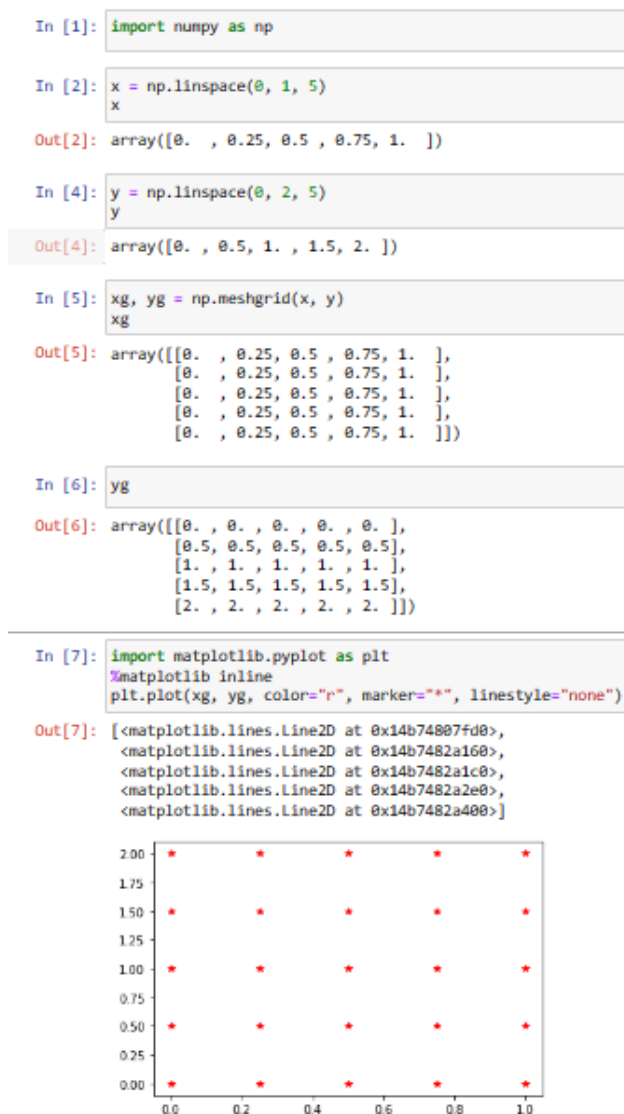


Рисунок 5 - Результат выполнения примера 5

Пример 6.

Функция `permutation()` либо генерирует список заданной длины из натуральных чисел от нуля до указанного числа, либо перемешивает переданный ей в качестве аргумента массив.

Основное практическое применение эта функция находит в задачах машинного обучения, где довольно часто требуется перемешать выборку данных перед тем, как передавать ее в алгоритм.

Пример 6

```
In [1]: import numpy as np

In [2]: np.random.permutation(7)
Out[2]: array([4, 6, 5, 3, 2, 1, 0])

In [3]: a = ['a', 'b', 'c', 'd', 'e']
         np.random.permutation(a)
Out[3]: array(['a', 'e', 'c', 'd', 'b'], dtype='<U1')

In [5]: arr = np.linspace(0, 10, 5)
         arr
Out[5]: array([ 0. ,  2.5,  5. ,  7.5, 10. ])

In [6]: arr_mix = np.random.permutation(arr)
         arr_mix
Out[6]: array([ 2.5, 10. ,  5. ,  0. ,  7.5])

In [8]: index_mix = np.random.permutation(len(arr_mix))
         index_mix
Out[8]: array([4, 1, 0, 3, 2])

In [9]: arr[index_mix]
Out[9]: array([10. ,  2.5,  0. ,  7.5,  5. ])
```

Рисунок 6 - Результат выполнения примера 6

1. Создать ноутбук, в котором выполнить решение индивидуального задания. Ноутбук должен содержать условие индивидуального задания.

При решении индивидуального задания не должны быть использованы условный оператор `if`, а также операторы циклов `while` и `for`, а только средства библиотеки NumPy.

Определить: произведение элементов в тех строках, которые не содержат отрицательных элементов; максимум среди сумм элементов диагоналей, параллельных главной диагонали матрицы.

Индивидуальное задание 1

Дана целочисленная квадратная матрица.

Определить:

- произведение элементов в тех строках, которые не содержат отрицательных элементов;
- максимум среди сумм элементов диагоналей, параллельных главной диагонали матрицы.

Не должны быть использованы условный оператор if, а также операторы циклов while и for, а только средства библиотеки NumPy.

```
In [1]: import numpy as np
```

```
In [2]: n = 5
a = np.random.randint(-10, 100, (n, n))
print(a)

5
[[65 12 86 89 62]
 [81 61 12 14 58]
 [46  9 67 77 77]
 [34 31 63 56 36]
 [-2  3 34  7 19]]
```

```
In [3]: pos_a = a[np.where(a.min(axis=1) > 0)].prod(axis=1)
print(f"Произведение в строках без отрицательных элементов: {pos_a}")
```

Произведение в строках без отрицательных элементов: [370147440 48145104 164458602 133866432]

```
In [7]: maximum = max([
    sum(np.diag(a, k=-3)),
    sum(np.diag(a, k=-2)),
    sum(np.diag(a, k=-1)),
    sum(np.diag(a, k=1)),
    sum(np.diag(a, k=2)),
    sum(np.diag(a, k=3))])
print(f"Максимум среди сумм элементов диагоналей, параллельных главной диагонали: {maximum}")
```

Максимум среди сумм элементов диагоналей, параллельных главной диагонали: 177

Рисунок 7 - Результат выполнения индивидуального задания 1

Контрольные вопросы:

1. 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.

2. Что такое массивы ndarray?

Этот объект является многомерным однородным массивом с заранее заданным количеством элементов.

3. Как осуществляется доступ к частям многомерного массива?

В квадратных скобках указывается номер строки – первой цифрой и номер столбца – второй.

Двоеточие означает “все элементы”, первый элемент – это номер строки, второй – указание на то, что необходимо взять элементы всех столбцов матрицы.

4. Как осуществляется расчет статистик по данным?

Для расчета той или иной статистики, соответствующую функцию можно вызвать как метод объекта, с которым вы работаете.

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

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

5. Как выполняется выборка данных из массивов `ndarray`?

Использование `boolean` массивов для доступа к данным порой является более лучшим вариантом, чем использование численных индексов.

Как вы знаете, в Python есть такой тип данных – `boolean`. Переменные этого типа принимают одно из двух значений: `True` или `False`. Такие переменные можно создать самостоятельно, либо они могут являться результатом какого-то выражения.

Самым замечательным в использовании `boolean` массивов при работе с `ndarray` является то, что их можно применять для построения выборок.

Если мы переменную `less_than_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_than_5`.

Вывод: были исследованы базовые возможности библиотеки NumPy для языка программирования Python.