Notepad of <Python for Data Analysis>

Numpy

Kitsu Liu

Graduate School of Environment and Information Sciences
Yokohama National University

目录

1 基础

[1]:
```
import numpy as np
# 查看有没有安装 numpy 并在引用时简称为 np
```

[6]:
```
array = [1,2,3,4,5]
array +1
# 一般的 array 不可以直接加一
```

```
---------------------------------------------------------------------------
TypeError                                 Traceback (most recent call last)
<ipython-input-6-f308850a6c21> in <module>

TypeError: can only concatenate list (not "int") to list
```

[14]:
```
array = np.array([1,2,3,4,5])
# 用 numpy 去生成 array 的结构
print(type(array))
# 看一下生成的 array 的结构分类
array
# 打印
```

```
<class 'numpy.ndarray'>
```

[14]:
```
array([1, 2, 3, 4, 5])
```

[15]:
```
array += 1
# 因为是 numpy 生成的 ndarray 结构，所以可以直接 +1


array
# 打印
```

[15]:
```
array([2, 3, 4, 5, 6])
```

[16]:
```
array2 = array +1
# 生成一个新的 ndarray，为 array+1


array2
```

[16]:
```
array([3, 4, 5, 6, 7])
```

[17]:
```
array2 + array
# 把数列相加，结果为对应位置元素的相加
```

[17]:
```
array([ 5,  7,  9, 11, 13])
```

[18]:
```
array2 * array
# 把数列相乘，结果为对应位置元素的相乘，有点类似于向量乘法，但是并没有做求和
```

[18]:
```
array([ 6, 12, 20, 30, 42])
```

[19]:
```
array[0]
# 从 array 取值，数列是从 0 开始，不是从 1 开始
```

[19]:
```
2
```

[20]:
```
array.shape
# 查看矩阵的各维度元素数量，下面的是典型的一维数列，所以后面的逗号都是空的
```

[20]:
```
(5,)
```

[22]:
```
tang_list = [1,2,3,4,5]
# 生成一个一般的 array
tang_list.shape
#xxx.shape 不可用于一般 array
```

```
---------------------------------------------------------------------------
AttributeError                            Traceback (most recent call last)
<ipython-input-22-c50275e90157> in <module>

AttributeError: 'list' object has no attribute 'shape'
```

[56]:
```
array3 = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
# 用 numpey 把一个 list of list 结构转换为 ndarray 的结构，然后就可以表示矩阵了
# 这里是一个 2*3 的矩阵，两行三列


print(type(array3))
# 看一下生成的 array3 的结构分类
```

```
<class 'numpy.ndarray'>
```

[31]:
```
array3
# 这里是一个 2*3 的矩阵，两行三列
```

[31]:
```
array([[1, 2, 3],
       [4, 5, 6]])
```

[33]:
```
array3.shape
# 看一下各维度的元素数量，也就是看一下是几行几列的矩阵。
# 输出表示为（行数，列数）
```

[33]:
```
(2, 3)
```

[63]:
```
tang_list = [1,2,3,4,5]
# 生成一个一般的 list

tang_array = np.array(tang_list)
# 用 np.array 进行转换

tang_array
# 打印
```

[63]:
```
array([1, 2, 3, 4, 5])
```

[36]:
```
type(tang_array)
# 看一下它的结构类型
```

[36]:
```
numpy.ndarray
```

[37]:
```
tang_array.dtype
#xxx.dtype 是看一下 array 里面的元素类型
```

[37]:
```
dtype('int64')
```

[38]:
```
tang_list2 = [1,2,3,4,5.0]
tang_array2 = np.array(tang_list2)
# 注意：把最后一个改成了“5.0”
tang_array2.dtype
```

[38]:
```
dtype('float64')
```

注意：这个输出结果变成了 float64，不是 int64 了

也就是说 ndarray 是要求所有的元素都是同一类型
但是前面的 1，2，3，4 都是 **int**，只有最后的 5.0 是 **float**
所以要求兼容，**而‘小数 float’的适用范围 > ‘整数 int’**
所以就被向下对齐，向下兼容

[40]:
```
tang_list3 = [1,2,3,4,'5']
tang_array3 = np.array(tang_list3)
# 注意：把最后一个改成了  '5'


tang_array3.dtype
```

[40]:
```
dtype('<U21')
```

同理，这里的 **String 类型**的'5'
也把别的元素变成的 String 类型

[46]:
```
tang_array.itemsize
#xxx.itemsize 用于查看数列中每一个元素占了多大的内存。单位是 Byte
```

[46]:
```
8
```

itemsize 的计算原理

tang_array.itemsize 输出的是 8
而 tang_array.dtype 输出的是 int64
也就是说，tang_array 是里面每一个元素是一个 64 位的整数，也就是 64=26 位
而 1Byte = 8bit = 23bit
所以 26 / 23 = 23 = 8

[57]:
```
print("矩阵 array3 为：")
print(array3)


print("size 的结果 =",array3.size)
print("shape 的结果 =",array3.shape)
```

```
矩阵 array3 为：
[[1 2 3]
 [4 5 6]]


size 的结果 = 6
shape 的结果 = (2, 3)
```

xxx.size 打印有所有维度中元素的数量，并不去区分有几个维度
xxx.shape 会区分维度

[75]:
```
print("矩阵 array3 为: ")
print(array3)
print("向量 tang_array 为: ")
print(tang_array)
print("矩阵 array3 的维度 =",array3.ndim)
print("tang_array 的维度 =",tang_array.ndim)

#xxx.ndim 用于看维度
```

```
矩阵 array3 为:
[[1 2 3]
 [4 5 6]]

向量 tang_array 为:
[1 2 3 4 5]

矩阵 array3 的维度 = 2
tang_array 的维度 = 1
```

xxx.ndim 用于看维度

[84]:
```
array4 = np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
# 新整一个矩阵，方便做实验
print("新矩阵 array4 为: ")
print(array4)

print("矩阵 array4 的维度 =",array4.ndim)
print("nsize 的结果 =",array4.size)
print("shape 的结果 =",array4.shape)
```

```
新矩阵 array4 为:
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]

矩阵 array4 的维度 = 2
nsize 的结果 = 9
shape 的结果 = (3, 3)
```

[86]:
```
#xxxx.fill(任意数字) 用‘任意数字’去覆盖性的填充矩阵/向量

print("原矩阵为: ")
print(array4)

print("用.fill(0) 去填充后: ")
array5 = np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
array5.fill(0)
print(array5)

print("用.fill(1) 去填充后: ")
array6 = np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
array6.fill(1)
print(array6)
```

```
原矩阵为:
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]

用.fill(0) 去填充后:
[[0 0 0]
 [0 0 0]
 [0 0 0]]

用.fill(1) 去填充后:
[[1 1 1]
 [1 1 1]
 [1 1 1]]
```

xxxx.fill(任意数字) 用 ‘任意数字’ 去覆盖性的填充矩阵/向量

但是要注意是覆盖性填充，会破坏原有的内容

2 索引与切片

[99]:
```
print(tang_array)
print(tang_array[0])
print(tang_array[3])
print(tang_array[0:3])
print(tang_array[1:3])
print(tang_array[-2:])
print(tang_array[-4:])
print(tang_array[-4:4])
print(tang_array[:-1])
```

```
数列/向量为:
[1 2 3 4 5]

索引，取第 0 个值:
1
索引，取第 3 个值:
4

切片，取第 0 个值到第 2 个值:
[1 2 3]
切片，取第 1 个值到第 2 个值:
[2 3]
切片，从倒数第 2 个值取到最后一个:
[4 5]
切片，从倒数第 4 个值取到最后一个:
[2 3 4 5]
切片，从倒数第 4 个值取到第 3 个:
[2 3 4]
切片，从第 0 个值（也就是最开始的值）取到倒数第二个:
[1 2 3 4]
```

[102]:
```
print("矩阵为: ")
print(array4)

print("(2,3) 元素为: ",array4[1,2])
# 取第 a+1 行，第 b+1 列的元素，即取 (a+1,b+1) 元素
# 写为: array[a,b], 这里的 array 是矩阵名
```

```
矩阵为:
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]

(2,3) 元素为:  6
```

但是要注意!!

矩阵的开始也是从第 0 行，第 0 列开始!!!

[104]:
```
print("原矩阵为: ")
print(array4)

print("给 (2,3) 元素的值改为 99: ")
array7 = np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
array7[1,2] = 99   # 给 (2,3) 元素的值改为 99
print(array7)
```

```
原矩阵为:
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]

给 (2,3) 元素的值改为 99:
[[ 1  2  3]
 [ 4  5 99]
 [ 7  8  9]]
```

[107]:
```
print(array4)

print("单独取第一行: ",array4[0])
print("单独取第二行: ",array4[1])
print("单独取第三行: ",array4[2])
用 array[x] 可以从矩阵中来取任意第 x 行

print("单独取第一列: ",array4[:,0])
print("单独取第二列: ",array4[:,1])
print("单独取第三列: ",array4[:,2])
用 array[:,y] 可以从矩阵中来取任意第 y 列
# 底层逻辑:【先从最开始的一行取到最后的一行，也就是取所有的行】
# 在那个基础上只留下在各行的第 y 列的元素
```

```
原矩阵为:
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]

单独取第一行:  [1 2 3]
单独取第二行:  [4 5 6]
单独取第三行:  [7 8 9]

用 array[x] 可以从矩阵中来取任意第 x 行


单独取第一列:  [1 4 7]
单独取第二列:  [2 5 8]
单独取第三列:  [3 6 9]
用 array[:,y] 可以从矩阵中来取任意第 y 列
```

但是要注意!!

矩阵的开始也是从第 0 行，第 0 列开始!!!

[111]:
```
array8 = np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
print(array8)
array9 = array8
print(array9)
array9[1,1] = 100  # 让矩阵 array9 的 (2,2) 元素变为 100
print(array9)
print(array8)
```

python 中走的是类似指针的感觉，不会再单独在内存里开一个新的

原矩阵为:
```
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]
```

设一个新的 array9，用 array8 给它赋值
array9 为:
```
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]
```

更改后的 array9 为:
```
[[  1   2   3]
 [  4 100   6]
 [  7   8   9]]
```

注意! 此时的 array8 为:
```
[[  1   2   3]
 [  4 100   6]
 [  7   8   9]]
```

如果是按 C 里面的逻辑的话，array8 的值不会变的，但是在 pyhton 中是类似于指针的感觉，共享内存中同一块位置，不会单独再开新的

[112]:
```
array8 = np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
print(array8)
array9 = array8.copy()
print(array9)
array9[1,1] = 100
# 让矩阵 array9 的 (2,2) 元素变为 100
print(array9)
print(array8)
```

但是用 xxx.copy()，这个参数命令，就会在内存里重新分配一个位置

原矩阵为：
```
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]
```

设一个新的 array9，用 array8 给它赋值
array9 为：
```
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]
```

更改后的 array9 为：
```
[[  1   2   3]
 [  4 100   6]
 [  7   8   9]]
```

注意！此时的 array8 为：
```
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]
```

[110]:
```
print(array4)
print(array4[0:2,1:3])
```

接上面的高级玩法，考虑取它的一部分，也就是取余子式的那种感觉，取子矩阵

原矩阵为:
```
[[1 2 3]
 [4 5 6]
 [7 8 9]]
```

取从第 0 行到第 1 行，第 1 列到第 2 列的子矩阵:
```
[[2 3]
 [5 6]]
```

2.1 扩展切片

a[start:stop:step] ，其中 step 是一个非零整数，即比简单切片多了调整步长的功能，此时切片的行为可概括为：从 sta rt 对应的位置出发，以 step 为步长索引序列，直至越过 stop 对应的位置，且不包括 stop 本身
事实上，简单切片就是 step=1 的扩展切片的特殊情况。需要详细解释的是 step 分别为正数和负数的两种情况

具体全文详见：click this

2.1.1 step 为正数

当 step 为正数时，切片行为很容易理解，start 和 stop 的截断和缺省规则也与简单切片完全一致：

[64]:
```
tang_array
```

[64]:
```
array([1, 2, 3, 4, 5])
```

[66]:
```
tang_array[0:5:2]
```

[66]:
```
array([1, 3, 5])
```

[67]:
```
tang_array[::2]
```

[67]:
```
array([1, 3, 5])
```

[68]:
```
tang_array[:-2:2]
```

[68]:
```
array([1, 3])
```

[69]:
```
tang_array[1::2]
```

[69]:
```
array([2, 4])
```

2.1.2 step 为负数

当 **step** 为负数时，切片将其解释为从 **start** 出发以步长 **|step|** 逆序索引序列，此时，**start** 和 **stop** 的截断依然遵循前述规则，但缺省发生一点变化，因为我们说过，在缺省的情况下，Python 的行为是尽可能取最大区间，此时访问是逆序的，**start** 应尽量取大，**stop** 应尽量取小，才能保证区间最大，因此：

按照扩充索引范围的观点，**start** 的缺省值是无穷大，**stop** 的缺省值是无穷小

[70]:
```
tang_array
```

[70]:
```
array([1, 2, 3, 4, 5])
```

[73]:
```
tang_array[4::-1]
# 从第 4 个开始往前，间隔 1 取到 0
```

[73]:
```
array([5, 4, 3, 2, 1])
```

[74]:
```
tang_array[::-1]
# 将数组倒序
```

[74]:
```
array([5, 4, 3, 2, 1])
```

3 数组的数据结构以及变更

[116]:
```
mask = np.array([0,0,0,1,1,1,0,0,1,1],dtype = bool)# 生成一个由布尔值构成的数组
print(mask)
print("看一下我们要用的数组 array10",array10)
array10[mask]
print(array10[mask])
```

用布尔值构成的数组可以作为索引去取值

使用 mask = np.array([0,0,0,1,1,1,0,0,1,1],dtype = bool) 生成的数组为:
[False False False True True True False False True True]

看一下我们要用的数组 array10 [0 10 20 30 40 50 60 70 80 90]

使用为 array10[mask], 也就是将布尔值数组 mask 传进 array10 后看看会怎么样:
[30 40 50 80 90]

看一下我们会发现在 true 的位置对应出来的地方, 对照 array10 的值被取出来了
但是要注意, 布尔值的数组中元素数量必须与要取的数组元素数量相等, 不然会报错

[119]:
```
random_array=np.random.rand(10)
print(random_array)# 生成 0-1 之间的 10 个数字
print(mask)
mask = random_array > 0.5
print(mask)
```

用 np.random.rand(xx), 可以生成在【0 到 1 之间】的 xx 个数

[0.04939647 0.31370702 0.42854165 0.77241394 0.9834424 0.15768831
0.82184587 0.54881796 0.51759371 0.59256235]

使用 mask = np.array([0,0,0,1,1,1,0,0,1,1],dtype = bool) 生成的数组为:
[True True False True False False False False True True]

看一下我们使用 random.array 去批量更改 mask 的值:
mask = random_array > 0.5
[False False False True True False True True True True]

[123]:
```
array11 = np.array([10,20,30,40,50])
print("array11 =",array11)

print(array11 > 30)

print(np.where(array11 > 30))
```

使用 np.where() 查找索引（限定条件）

array11 = [10 20 30 40 50]

看一下各个元素的值是否大于 30，array11 > 30
[False False False True True]

使用 np.where(array11 > 30) 来验证一下
(array([3, 4]),)

数组从第 0 个开始的，结果显示第 3 个和第 4 个值是大于 30 的

[126]:
```
array12 = np.array([1,2,3,4,5],dtype = np.float64)
print("array12 =",array12)

print("array12.dtype =",array12.dtype)

print("array12.nbytes =",array12.nbytes,"Bytes")
```

使用 array12 = np.array([1,2,3,4,5],dtype = np.float64) 生成数组
np.float64 意为：Numpy 中的 64 位浮点小数

array12 = [1. 2. 3. 4. 5.]

使用 array12.dtype 来看一下它的类型
array12.dtype = float64

使用 array12.nbytes 来看一下它占了多少内存
array12.nbytes = 40 Bytes

[133]:
```
array13 = np.array([1,2,3,4,'str'],dtype = np.object)
print("array13 =",array13)

print("array13 * 2 =",array13 * 2)
```

使用 array13 = np.array([1,2,3,4,'str'],dtype = np.object) 生成数组
np.object 意为：Numpy 中的 object

array13 = [1 2 3 4 'str']

array13 * 2，乘二试一下
array13 * 2 = [2 4 6 8 'strstr']
发现数字就直接乘 2 了，但是文字是直接多复制了一份

[167]:
```
print("原 array11 为",array11)
print("各个元素的数据类型为",array11.dtype)

array11 = np.asarray(array11,dtype = np.float64)
print("更改后各个元素的数据类型为",array11.dtype)

array11 = array11.astype(np.int64)
print("更改后各个元素的数据类型为",array11.dtype)
```

使用 np.asarray(array_name,dtype = np.xxxx)，可以更改数组的各元素的数据类型
比如：
原 array11 为 [10 20 30 40 50]
各个元素的数据类型为 int64
使用 array11 = np.asarray(array11,dtype = np.float64) 改一下试试
更改后各个元素的数据类型为 float64

还可以使用 np.asarray = np.asarray.astype(np.xxxx)，可以更改数组的各元素的数据类型
使用 array11 = array11.astype(np.int64) 改一下试试
更改后各个元素的数据类型为 int64

但是要注意，单独使用 astype 和 np.asarray 都不会更改原来的数组的数据类型
所以想要更改的话，就要写 array_name = np.asarray(array_name,dtype = np.xxxx
以及 array_name = array_name.astype(np.xxxx)

4 数组操作

4.1 数值操作

限定范围（让大于 y 的等于 y，小于 x 的等于 x）
但是并不会更改原数组（矩阵）
array_name.clip(x,y)

四舍五入
但是并不会更改原数组（矩阵）
array_name.round(参数) 以及 **np.round(array_name, 参数)**
参数可写：**decimals = xx**，意为四舍五入到小数点后第几位
如果不写参数则默认为四舍五入到整数位

以上都不会更改原数组（矩阵），若想更改原数组（矩阵）则需要写成如下所示
array_name = array_name.clip(x,y)
array_name = array_name.round(参数)
array_name = np.round(array_name, 参数)

[192]:
```
array13
```

[192]:
```
array([[1, 2, 3],
       [4, 5, 6]])
```

[190]:
```
array13.clip(2,4)
# 让所有元素，小于 2 的使其等于 2，大于 4 的使其等于 4
```

[190]:
```
array([[2, 2, 3],
       [4, 4, 4]])
```

[193]:
```
array14 = np.array([[1.5,2.865,3.145],[4.843,5.1478,6.92],[7.18,8.0,9.48]])
array14
```

[193]:
```
array([[1.5   , 2.865 , 3.145 ],
       [4.843 , 5.1478, 6.92  ],
       [7.18  , 8.    , 9.48  ]])
```

[196]:
```
array14.dtype
```

[196]:
```
dtype('float64')
```

[197]:
```
array14.round()
## 全局四舍五入，四舍五入到整数位
```

[197]:
```
array([[2., 3., 3.],
       [5., 5., 7.],
       [7., 8., 9.]])
```

[198]:
```
np.round(array14)
## 全局四舍五入，四舍五入到整数位
```

[198]:
```
array([[2., 3., 3.],
       [5., 5., 7.],
       [7., 8., 9.]])
```

[201]:
```
array14.round(decimals = 1)
## 全局四舍五入，四舍五入到小数点后第一位
```

[201]:
```
array([[1.5, 2.9, 3.1],
       [4.8, 5.1, 6.9],
       [7.2, 8. , 9.5]])
```

[202]:
```
np.round(array14,decimals = 3)
## 全局四舍五入，四舍五入到小数点后第二位
```

[202]:
```
array([[1.5  , 2.865, 3.145],
       [4.843, 5.148, 6.92 ],
       [7.18 , 8.   , 9.48 ]])
```

[204]:
```
np.round(array14,decimals = 0)
## 全局四舍五入，四舍五入到小数点后第 0 位，想到入四舍五入到整数位
```

[204]:
```
array([[2., 3., 3.],
       [5., 5., 7.],
       [7., 8., 9.]])
```

4.2 数组排序

排序（默认升序，从小到大）

np.sort(array_name, 参数)

参数可写：**axis = xx** 如果不写参数默认排的是行向量内部（也就是横着的内部）

的效果不是**axis = 0**，而是**axis = -1**

写**axis = 0** 则会排竖着的列向量的内部。

这一点跟之前的维度的理解不太一样，需要特别记忆

[209]:
```
array15 = np.array([[1.5,1.3,7.5],[5.6,1.2,6.6]])
array15
```

[209]:
```
array([[1.5, 1.3, 7.5],
       [5.6, 1.2, 6.6]])
```

[210]:
```
np.sort(array15)
# 默认的排序，升序，仅影响【行】向量内部，不影响向量之间
```

[210]:
```
array([[1.3, 1.5, 7.5],
       [1.2, 5.6, 6.6]])
```

[211]:
```
np.sort(array15,axis = 0)
# 升序，仅影响【列】向量内部，不影响向量之间
```

[211]:
```
array([[1.5, 1.2, 6.6],
       [5.6, 1.3, 7.5]])
```

[212]:
```
np.sort(array15,axis = 1)
# 效果等同于默认
```

[212]:
```
array([[1.3, 1.5, 7.5],
       [1.2, 5.6, 6.6]])
```

[213]:
```
np.sort(array15,axis = -1)
# 效果等同于默认
```

[213]:
```
array([[1.3, 1.5, 7.5],
       [1.2, 5.6, 6.6]])
```

4.3 排序的索引

可以用 **np.argsort(array_name, 参数)** 来看数组中各个向量中的大小索引（大小关系）
参数可写 **axis = xx**
如果不写参数默认排的是行向量内部（也就是横着的内部）
的效果不是 **axis = 0**，而是 **axis = -1**
写 **axis = 0** 则会排竖着的列向量的内部
这一点跟之前的维度的理解不太一样，需要特别记忆

[214]:
```
array15
```

[214]:
```
array([[1.5, 1.3, 7.5],
       [5.6, 1.2, 6.6]])
```

[216]:
```
np.argsort(array15)
# 看一下各个【行】向量内元素的大小情况，对应位置的谁排第几
# 注意!!!! 0 是最小
```

[216]:
```
array([[1, 0, 2],
       [1, 0, 2]])
```

[217]:
```
np.argsort(array15,axis = 0)
# 看一下各个【列】向量内元素的大小情况，对应位置的谁排第几
# 注意!!!! 0 是最小
```

[217]:
```
array([[0, 1, 1],
       [1, 0, 0]])
```

[218]:
```
np.argsort(array15,axis = -1)
# 与默认相同
```

[218]:
```
array([[1, 0, 2],
       [1, 0, 2]])
```

[219]:
```
np.argsort(array15,axis = -1)
# 与默认相同
```

[219]:
```
array([[1, 0, 2],
       [1, 0, 2]])
```

5 数组形状操作

5.1 改变形状

用 array_name.shape = x,y 以及 array_name.reshape(x,y)
可以把 array_name 这个数组（矩阵/向量）改变成【x 乘 y】形状的（矩阵/向量），也就是 x 行 y 列
但是有一个限制条件，就是 x 乘 y 必须等于数组中的元素的数量
比如下面的例子中，array16 有 10 个元素，那么就算变形也只能变成【2 5】，【5 2】，【10 1】除此以外就不行了。

此外，***array_name.shape = x,y*** 会更改原数组，
但是 ***array_name.reshape(x,y)*** 不会

[21]:
```
array16 = np.arange(0,20,2)
#0-20 每间隔 2 生成一个数，以这样的规则生成一个数列，但是不包括右边的限值 20
array16
```

[21]:
```
array([ 0,  2,  4,  6,  8, 10, 12, 14, 16, 18])
```

[250]:
```
array16.shape
```

[250]:
```
(10,)
```

[252]:
```
array16.shape = 5,2
array16
```

[252]:
```
array([[ 0,  2],
       [ 4,  6],
       [ 8, 10],
       [12, 14],
       [16, 18]])
```

[253]:
```
array16.shape = 2,5
array16
```

[253]:
```
array([[ 0,  2,  4,  6,  8],
       [10, 12, 14, 16, 18]])
```

[254]:
```
array16.shape = 10,1
array16
```

[254]:
```
array([[ 0],
       [ 2],
       [ 4],
       [ 6],
       [ 8],
       [10],
       [12],
       [14],
       [16],
       [18]])
```

[256]:
```
array16.reshape(5,2)
#array_name.reshape(不会更改原数组)
```

[256]:
```
array([[ 0,  2],
       [ 4,  6],
       [ 8, 10],
       [12, 14],
       [16, 18]])
```

[259]:
```
array16
# 依旧是上面 IN[254] 的结果
```

[259]:
```
array([[ 0],
       [ 2],
       [ 4],
       [ 6],
       [ 8],
       [10],
       [12],
       [14],
       [16],
       [18]])
```

[261]:
```
array16 = array16.reshape(2,5)
# 但是这样就会改变原数组了
array16
```

[261]:
```
array([[ 0,  2,  4,  6,  8],
       [10, 12, 14, 16, 18]])
```

5.2 单纯的增加维度（增加空维度）

使用 array_namep[x:y,np.newaxsi] 以及 array_namep[np.newaxsi,x:y] 来增加维度
其中 x:y 是切片，表示要原来数组中对应位置维度的 x 到 y-1 项
如果直接写成 **[:,np.newaxsi]** 或者是 **[np.newaxsi,:]** 的话就是对应位置的维度里的宿友元素都要
当然，可以加任意个 **np.newaxsi**，加几个就是加几维

另外，此命令【不会更改】原数组。

[20]:
```
array16.shape = 10,
array16
# 先看一下原数组
```

[20]:
```
array([ 0,  2,  4,  6,  8, 10, 12, 14, 16, 18])
```

[267]:
```
array16.shape
```

[267]:
```
(10,)
```

[288]:
```
print(array16[np.newaxis,:])
print("    ")
print(array16[np.newaxis,:].shape)
# 虽然这样增加了维度
# 从前面
```

```
[[ 0  2  4  6  8 10 12 14 16 18]]


(1, 10)
```

[289]:
```
print(array16)
print(array16.shape)
# 但是原数组没有被更改
```

```
[ 0  2  4  6  8 10 12 14 16 18]


(10,)
```

[290]:
```
array16 = array16[np.newaxis,:]
# 这样写就会改变原数组了
print(array16)
print(array16.shape)
```

```
[[ 0  2  4  6  8 10 12 14 16 18]]


(1, 10)
```

[291]:
```
array16 = array16.reshape(10,)
array16
# 先还原一下
```

[291]:
```
array([ 0,  2,  4,  6,  8, 10, 12, 14, 16, 18])
```

[292]:
```
print(array16[:,np.newaxis])
# 从后面增加维度
print(array16[:,np.newaxis].shape)
```

```
[[ 0]
 [ 2]
 [ 4]
 [ 6]
 [ 8]
 [10]
 [12]
 [14]
 [16]
 [18]]


(10, 1)
```

5.3 减去空维度

使用 array_namep.squeeze() 来减去【所有】空维度

另外，此命令【不会更改】原数组。

[6]:
```
array16
# 打印一下原数组
```

[6]:
```
array([ 0,  2,  4,  6,  8, 10, 12, 14, 16, 18])
```

[7]:
```
array16.shape
```

[7]:
```
(10,)
```

[12]:
```
array16 = array16[np.newaxis,:]
# 增加一个空维度
array16.shape
```

[12]:
```
(1, 10)
```

[13]:
```
array16 = array16.squeeze()
# 减去所有空维度
array16.shape
```

[13]:
```
(10,)
```

[14]:
```
array16 = array16[np.newaxis,np.newaxis,np.newaxis,:,np.newaxis,np.newaxis,]
# 增加五个空维度
array16.shape
```

[14]:
```
(1, 1, 1, 10, 1, 1)
```

[15]:
```
array16 = array16.squeeze()
# 减去所有空维度
array16.shape
```

[15]:
```
(10,)
```

5.4 矩阵的转置

使用 array_name.transpose() 来转置矩阵
还可以使用简略版的 array_name.T 来转置矩阵

另外，此命令【不会更改】原数组。

[22]:
```
array16.shape = 2,5 # 先做成 2*5 的矩阵，这样下面会比较清晰
array16
```

[22]:
```
array([[ 0,  2,  4,  6,  8],
       [10, 12, 14, 16, 18]])
```

[26]:
```
array16.transpose() # 转置了
```

[26]:
```
array([[ 0, 10],
       [ 2, 12],
       [ 4, 14],
       [ 6, 16],
       [ 8, 18]])
```

[28]:
```
array16 # 但是原矩阵没有被改变
```

[28]:
```
array([[ 0,  2,  4,  6,  8],
       [10, 12, 14, 16, 18]])
```

[29]:
```
array16.T # 转置了
```

[29]:
```
array([[ 0, 10],
       [ 2, 12],
       [ 4, 14],
       [ 6, 16],
       [ 8, 18]])
```

[30]:
```
array16 # 但是原矩阵没有被改变
```

[30]:
```
array([[ 0,  2,  4,  6,  8],
       [10, 12, 14, 16, 18]])
```

5.5 数组的连接

使用 np.concatenate((array_name1,array_name2), 参数) 把矩阵拼起来
但是要注意，上面是（()）双层括号，第一个括号表示传参数，第二个表示生成出来的是个数组

参数可写：**axis = xx** 意为在维度 xx 上把数组拼起来，注：不写参数的话，就是默认是 **axis =0**
另外，此命令【不会更改】原数组。

[32]:
```
array8 = np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
array9 = np.array([[11,21,31],[41,51,61],[71,81,91]])
array10 = np.array([[1,2],[4,5],[7,8]])
```

[34]:
```
print(array8)
print(array9)
```

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

[[11 21 31]
 [41 51 61]
 [71 81 91]]
```

array8 和 array9 都是 3*3 的矩阵

[35]:
```
array10 #array10 是 3*2 的矩阵
```

[35]:
```
array([[1, 2],
       [4, 5],
       [7, 8]])
```

[46]:
```
np.concatenate((array8,array9))
# 把 array8 和 array9 拼一起。8 在前，9 在后，因为上面的代码就是 8 在前
```

[46]:
```
array([[ 1,  2,  3],
       [ 4,  5,  6],
       [ 7,  8,  9],
       [11, 21, 31],
       [41, 51, 61],
       [71, 81, 91]])
```

[48]:
```
np.concatenate((array8,array9),axis = 0)
# 与默认一致，就是在第 0 维拼，也就是简单的【竖着拼】，把【行向量】竖着拼在一起
```

[48]:
```
array([[ 1,  2,  3],
       [ 4,  5,  6],
       [ 7,  8,  9],
       [11, 21, 31],
       [41, 51, 61],
       [71, 81, 91]])
```

[49]:
```
np.concatenate((array8,array9),axis = 1)
## 在第 1 维拼，【横着拼】，把【列向量】横着拼在一起
```

[49]:
```
array([[ 1,  2,  3, 11, 21, 31],
       [ 4,  5,  6, 41, 51, 61],
       [ 7,  8,  9, 71, 81, 91]])
```

[43]:
```
np.concatenate((array8,array10))
## 会发现 array8 和 array10 没法在第 0 维拼在一起
# 第 0 维就是简单的上下拼，他们的行向量内的元素数字不一样所以不能拼
```

```
---------------------------------------------------------------------------
ValueError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-43-98a26ca45319> in <module>


ValueError: all the input array dimensions for the concatenation axis must matc
 ↪exactly, but along dimension 1, the array at index 0 has size 3 and the array
 ↪at index 1 has size 2
```

[45]:
```
np.concatenate((array8,array10),axis = 1)
# 在第一维拼一下试试
```

[45]:
```
array([[1, 2, 3, 1, 2],
       [4, 5, 6, 4, 5],
       [7, 8, 9, 7, 8]])
```

因为列向量中的元素数量一致，所以可以拼了

更加单纯的命令

使用 **np.vstack((a,b))** 去单纯的【竖着拼】，也就是第 0 维，拼【行向量】
使用 **np.hstack((a,b))** 去单纯的【横着拼】，也就是第 1 维，拼【列向量】
注意也要写双层括号，第一个括号表示传参数，第二个括号表示生成出来的是个数组

另外，此命令【不会更改】原数组

[50]:
```
np.vstack((array8,array9))
# 单纯的【竖着拼】，也就是第 0 维，拼【行向量】
```

[50]:
```
array([[ 1,  2,  3],
       [ 4,  5,  6],
       [ 7,  8,  9],
       [11, 21, 31],
       [41, 51, 61],
       [71, 81, 91]])
```

[51]:
```
np.hstack((array8,array10))
# 单纯的【横着拼】，也就是第 1 维，拼【列向量】
```

[51]:
```
array([[1, 2, 3, 1, 2],
       [4, 5, 6, 4, 5],
       [7, 8, 9, 7, 8]])
```

5.6 把矩阵拉平成向量

array_name.flatten() 以及 **array_name.ravel()** 去拉平矩阵成行向量

另外，此命令【不会更改】原数组

[53]:
```
array8
# 看一下原矩阵
```

[53]:
```
array([[1, 2, 3],
       [4, 5, 6],
       [7, 8, 9]])
```

[63]:
```
print("使用 array8.flatten():")
print(array8.flatten())
# 拉平成行向量
print("  ")
print(array8.flatten().shape)
```

```
使用 array8.flatten():
[1 2 3 4 5 6 7 8 9]


(9,)
```

[64]:
```
print("使用 array8.ravel():")
print(array8.ravel())
# 拉平成行向量
print("  ")
print(array8.ravel().shape)
```

```
使用 array8.ravel():
[1 2 3 4 5 6 7 8 9]


(9,)
```

6 数组生成

以下所有命令想用来生成数组的话，得用赋值的方式来新建一个数组才行

1. 使用 np.arange(a,b,c, 参数) 意为从 a 开始到 b 截止 (不含 b) 去生成一个数组（向量），两两元素之间的间隔为 c

可以用来生成【等差数列】

例如：**array_name = np.arange(0,10,1)**

参数可写：**dtype = xx**，来指定元素的数据类型，一般写 **np.int32/64** 呀，**np.float32/64** 等等, 默认是 int64

2. 用 np.random.rand(xx)，可以生成在【0 到 1 之间】的 xx 个数 (随机)

3. 用 np.linspace(x,y,z)，可以从 x 到 y 这个区间内 '等差'（完全均等）的包涵 z 个数的数列

也是用来生成【等差数列】

4. 用 np.logspace(x,y, num= Z, endpoint=True, base=10.0, dtype=None)，在以 base 值（默认是 10）为底的指数函数中，从 x 到 y 这个区间内，生成 z 个数，endpoint 表示是否包含区间的末尾的 y（默认是 true）

可以用来生成【等比数列】

上述命令的表示为：10^x 开始到 10^y 生成 z 个以 10 为底的指数，包涵区间末尾

5. 用 x,y = np.meshgrid(array1,array2) 来两个一维的数组（向量）生成网格

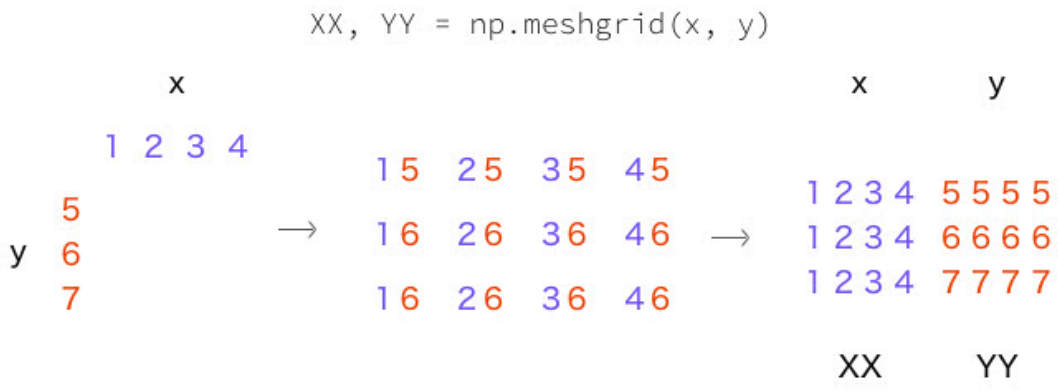
生成分别两个矩阵：x 和 y，

x 为【以 array1 为 '行向量' 的原本，复制'array2.size' 个的 array1 去**竖**着拼成一个矩阵】

y 为【以 array2 为 '列向量' 的原本，复制'array1.size' 个的 array2 去**横**着拼成一个矩阵】

两个数组的元素数量可以不一致，假如数组 1 是三个元素，数组 2 是四个元素，生成出来的两网格矩阵将都是包涵了 20 个元素的矩阵，矩阵 1 将是 `3*4`，矩阵 2 将是 `4*3`

大概就是下面这种感觉：



6. 直接生成【行】向量 np.r_[a:b:c]，从 a 开始到 b（不包含 b）间隔为 c 的生成行向量

7. 直接生成【列】向量 np.c_[a:b:c]，从 a 开始到 b（不包含 b）间隔为 c 的生成列向量

8. 生成一个元素全是 0 的零向量/矩阵：
生成向量： **np.zeros(x, 参数)，当中的 x 代表向量中元素个数**
生成矩阵： **np.zeros([x,y], 参数)，意为 x 行 y 列**

9. 生成一个元素全是 1 的向量/矩阵：
生成向量： **np.ones(x, 参数)，当中的 x 代表向量中元素个数**
生成矩阵： **np.ones([x,y], 参数)，意为 x 行 y 列**

10. 生成一个未初期化的空向量/矩阵：
（注：这里的 '空' 指的是未经过初期化，里面的值是任意的）
生成向量：**np.empty(x, 参数)**，当中的 x 代表向量中元素个数
生成矩阵：**np.empty([x,y], 参数)**，意为 x 行 y 列
这个命令存在的意义是，如果没有特别需求的话，用这个生成一个未初期化的数组速度会比以上快很多

11. 生成一个与 array_name 形状（维度）一样的向量/矩阵
生成一个全是 0 的：**np.zeros_like(array_name, 参数)**
生成一个全是 1 的：**np.ones_like(array_name, 参数)**

12. 生成一个 n*n 的单位阵（单位行列）：
np.identity(n, 参数)

以上所有的写着 '参数' 的地方可写：dtype = xx, 来指定元素的数据类型，一般写 np.int32/64 呀，np.float32/64 等等, 默认是 int64

[19]:
```
array1 = np.arange(1,10,2)
# 从 1 到 10（不包涵 10）间隔 2 来生成数组
print(array1)
print("  ")
print(array1.dtype)
## 没写参数的话就是默认 int64
```

```
[1 3 5 7 9]


int64
```

[24]:
```
array2 = np.arange(5,12,2,dtype = np.float64)
## 写了 np.float64 的参数
print(array2)
print("  ")
print(array2.dtype)
```

```
[ 5.  7.  9. 11.]


float64
```

[21]:
```
np.linspace(0,10,5)
# 从 0 到 10 这个区间内 (包涵 10)‘等差地’(完全均等) 的包涵 5 个数的数列
```

[21]:
```
array([ 0. ,  2.5,  5. ,  7.5, 10. ])
```

[25]:
```
np.random.rand(20)
# 生成在【0 到 1 之间】的 20 个数 (随机)
```

[25]:
```
array([0.73698902, 0.70055468, 0.43495538, 0.63004199, 0.54995137,
       0.15231357, 0.69437566, 0.12113391, 0.0979804 , 0.15703689,
       0.72725927, 0.37459264, 0.27299749, 0.97857657, 0.50620667,
       0.14088016, 0.59434203, 0.8315192 , 0.81517983, 0.35197632])
```

配合四舍五入的命令 np.round(array_name,decimals = xx) 就可以用于随机生成数据
（生成随机数据）

[23]:
```
array_roundomdata = np.round(np.random.rand(30) *100,decimals = 3)
array_roundomdata
```

[23]:
```
array([91.805, 96.692,  1.431, 63.284, 16.144, 80.371, 76.763, 67.976,
       27.531, 25.062, 63.334, 15.964, 30.941, 58.734, 95.62 , 53.437,
       27.844, 65.548, 29.936, 27.699,  5.144,  4.895, 25.288, 52.95 ,
       58.759, 48.192, 75.727, 82.586, 56.95 , 69.746])
```

[34]:
```
np.logspace(2,4,num = 3,base = 2,dtype = np.int64)
# 从 2^2 开始到 2^4 为止，生成 3 个以 2 为底的指数的数列（实际上是等比数列），类型为 int
```

[34]:
```
array([ 4,  8, 16])
```

[40]:
```
x,y = np.meshgrid(array1,array2)
## 生成网格，具体逻辑见上面的解释
```

[45]:
```
x
# 因为 array2.size 是 4，所以竖着复制 4 个【行向量】array1 作为 x 矩阵。
```

[45]:
```
array([[1, 3, 5, 7, 9],
       [1, 3, 5, 7, 9],
       [1, 3, 5, 7, 9],
       [1, 3, 5, 7, 9]])
```

[44]:
```
y
# 因为 array1.size 是 5，所以横着复制 5 个【列向量】array2 作为 y 矩阵。
```

[44]:
```
array([[ 5.,  5.,  5.,  5.,  5.],
       [ 7.,  7.,  7.,  7.,  7.],
       [ 9.,  9.,  9.,  9.,  9.],
       [11., 11., 11., 11., 11.]])
```

[3]:
```
np.r_[0:20:2]
# 从 0 开始到 20（不包含 20）间隔为 2 的生成 [行] 向量
```

[3]:
```
array([ 0,  2,  4,  6,  8, 10, 12, 14, 16, 18])
```

[5]:
```
np.c_[0:30:3]
# 从 0 开始到 30（不包含 30）间隔为 3 的生成 [列] 向量
```

[5]:
```
array([[ 0],
       [ 3],
       [ 6],
       [ 9],
       [12],
       [15],
       [18],
       [21],
       [24],
       [27]])
```

[8]:
```
np.zeros(10,dtype = np.int64)
# 生成元素个数为 10 的 0 向量
```

[8]:
```
array([0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0])
```

[7]:
```
np.ones(16)
# 生成元素个数为 16 的单位向量
```

[7]:
```
array([1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.])
```

[9]:
```
np.zeros([3,3],dtype = np.int64)
# 生成一个 3*3 的零矩阵
```

[9]:
```
array([[0, 0, 0],
       [0, 0, 0],
       [0, 0, 0]])
```

[10]:
```
np.ones([4,4],dtype = np.float32)
# 生成一个 4*4 的元素全是 1 的矩阵
```

[10]:
```
array([[1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1.]], dtype=float32)
```

6.0.1 灵活应用:

想构造一个全是 2 的矩阵:

[11]:
```
np.ones([5,5],dtype = np.int32) * 2
```

[11]:
```
array([[2, 2, 2, 2, 2],
       [2, 2, 2, 2, 2],
       [2, 2, 2, 2, 2],
       [2, 2, 2, 2, 2],
       [2, 2, 2, 2, 2]], dtype=int32)
```

构造一个全是 8 的矩阵:

[12]:
```
np.ones([6,6],dtype = np.int32) * 8
```

[12]:
```
array([[8, 8, 8, 8, 8, 8],
       [8, 8, 8, 8, 8, 8],
       [8, 8, 8, 8, 8, 8],
       [8, 8, 8, 8, 8, 8],
       [8, 8, 8, 8, 8, 8],
       [8, 8, 8, 8, 8, 8]], dtype=int32)
```

[14]:
```
np.empty(10,dtype = np.int64)
# 生成一个未经初期化的元素个数为 10 的‘空’向量
```

[14]:
```
array([                  0,                   8,     140230372838968,
                         1, 3275354340909339414,     139639678597460,
          105553157308416,   23157141905163276,     105553157357824,
                       41])
```

[16]:
```
np.empty([3,3],dtype = np.int64)
# 生成一个未经初期化的 3*3 的‘空’矩阵
```

[16]:
```
array([[ 4607825790175356063, -4611042647052049244,  4603222190547985582],
       [-4611042647052049245,  4617283349392834113, -4613744806828471527],
       [ 4603222190547985580, -4613744806828471528,  4606153024599475603]])
```

[21]:
```
array1 = np.array([[5,5],[6,6],[7,7],[8,8]],dtype = np.int64)
# 生成一个 4*2 的矩阵
print(array1)
print(np.zeros_like(array1,dtype = np.float32))
# 以 array1 为母版生成的全是 0 的矩阵
print(np.ones_like(array1,dtype = np.int32))
# 以 array1 为母版生成全是 1 的矩阵
print(array1)
```

```
原数组为:
[[5 5]
 [6 6]
 [7 7]
 [8 8]]

用 np.zeros_like 生成的矩阵为:
[[0. 0.]
 [0. 0.]
 [0. 0.]
 [0. 0.]]

用 np.ones_like 生成的矩阵为:
[[1 1]
 [1 1]
 [1 1]
 [1 1]]

但是原矩阵 array1 并没有受到改变:
[[5 5]
 [6 6]
 [7 7]
 [8 8]]
```

[23]:
```
np.identity(4,dtype = np.int32)
# 生成一个 4*4 的单位阵
```

[23]:
```
array([[1, 0, 0, 0],
       [0, 1, 0, 0],
       [0, 0, 1, 0],
       [0, 0, 0, 1]], dtype=int32)
```

7 运算

7.1 一般运算

以下所有命令想用来生成数组的话，得用赋值的方式来新建一个数组才行

1. 数组的对应位置的元素相乘（与矩阵形质的运算无关）：
np.multiply(array1,array2) 以及 **array1 * array2**
(前提是这俩必须是 Numpy 的 ndarray 类型, 且 shape 值（维度）一样)

2. 矩阵形质的乘法（线代乘法）：
np.dot(array1,array2)

3. 判断两个数组/矩阵的里面的各个对应位置元素的值是不是一样：
array1 == array2, 输出的是一个布尔值的数组
(前提是这俩必须是 ndarray 类型，且 shape 值（维度一样）)

4. 布尔运算，逻辑运算（布尔代数）: (p.s. 输出的当然是布尔值了)
AND 运算：**np.logical_and(array1,array2)**
OR 运算：**np.logical_or(array1,array2)**
NOT 运算：**np.logical_not(array1,array2)**, 也可以只单独对一个数组进行 not 运算

5. 可以将数组的指定维度的所有元素加起来求和:
np.sum(array_name, 参数) 以及 **array_name.num(参数)**
参数可写：**axis = xx**, 用于指定维度，如果不写参数则默认为忽略维度地将数组中所有元素加起来，维度计数从第 0 维开始

6. 累乘（所选维度的所有元素之积）：
array_name.prod(参数) 以及 **np.prod(array_name, 参数)**
参数可写：**axis = xx**, 用于指定维度，如果不写参数则默认为忽略维度地将数组中所有元素乘起来

[41]:
```
array1 = np.array([1,2,3])
array2 = np.array([3,4,5])
array3 = np.array([[1,3,5],[2,4,6],[7,8,9]])
array4 = np.array([[2,5,7],[1,3,8],[8,8,8]])
array5 = np.identity(3)
# 生成一些向量和矩阵，其中 array5 是单位阵
```

[25]:
```
array1 * array2
# 简单的对应位置相乘
```

[25]:
```
array([ 3,  8, 15])
```

[26]:
```
np.multiply(array1,array2)
# 简单的对应位置相乘，与前一条结果一致
```

[26]:
```
array([ 3,  8, 15])
```

[31]:
```
np.dot(array1,array2)
# 线代形质的向量相乘（如果没设定向量的 shape 值，那么默认做的是行向量乘以列向量）
```

[31]:
```
26
```

[35]:
```
array1.shape = 1,3
# 设定成【行】向量 (shape 值为 (1,3)，一行三列，也就是行向量了)
array2.shape = 3,1
# 设定成【列】向量 (shape 值为 (3,1)，三行一列，也就是列向量)
print("array1:",array1,array1.shape)
print("   ")
print("array2:")
print(array2,array2.shape)
```

```
array1: [[1 2 3]] (1, 3)

array2:
[[3]
 [4]
 [5]] (3, 1)
```

[37]:
```
np.dot(array1,array2)
# 行向量乘列向量
```

[37]:
```
array([[26]])
```

[38]:
```
np.dot(array2,array1)
# 列向量乘行向量
```

[38]:
```
array([[ 3,  6,  9],
       [ 4,  8, 12],
       [ 5, 10, 15]])
```

[28]:
```
np.dot(array3,array5)
# 矩阵相乘，单位阵
```

[28]:
```
array([[1., 3., 5.],
       [2., 4., 6.],
       [7., 8., 9.]])
```

[29]:
```
np.dot(array3,array4)
# 矩阵相乘
```

[29]:
```
array([[ 45,  54,  71],
       [ 56,  70,  94],
       [ 94, 131, 185]])
```

[42]:
```
print(array1 == array2)
print(" ")
print(array3 == array5)
# 看一下他们的对应位置的元素的值是不是一样的
```

```
[False False False]

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

[48]:
```
array6 = np.array([1,1,1])
array7 = np.array([0,0,1])
np.logical_and(array6,array7)
# 进行 AND 运算
```

[48]:
```
array([False, False,  True])
```

[49]:
```
np.logical_or(array6,array7)
# 进行 OR 运算
```

[49]:
```
array([ True,  True,  True])
```

[50]:
```
np.logical_not(array6,array7)
# 进行 not 运算
```

[50]:
```
array([0, 0, 0])
```

[51]:
```
array3.sum()
# 全局求和，忽略维度
```

[51]:
```
45
```

[53]:
```
array3.sum(axis = 0)
# 在行向量上求和，将行向量的对应位置的元素竖着相加
```

[53]:
```
array([10, 15, 20])
```

[54]:
```
array3.prod()
# 全局求累乘，忽略维度
```

[54]:
```
362880
```

[56]:
```
array3.prod(axis = 0)
# 各行向量的对应位置元素之积。 [1*2*7,3*4*8,5*6*9]
```

[56]:
```
array([ 14,  96, 270])
```

7.2 统计量的运算

以下所有命令想用来生成数组的话，得用赋值的方式来新建一个数组才行

1. 求最值:
最大值:
array_name.max(参数) 以及 **np.max(array_name, 参数)**
最小值:
array_name.min(参数) 以及 **np.min(array_name, 参数)**
参数可加 **axis = xx**

2. 找最值的索引:
最大值的索引:
array_name.argmax(参数) 以及 **np.argmax(array_name, 参数)**
最小值的索引:
array_name.argmin(参数) 以及 **np.argmin(array_name, 参数)**
参数可加: **axis = xx**

3. 求平均值:
array_name.mean(参数) 以及 **np.mean(array_name, 参数)**
参数可加: **axis = xx**

4. 求標準偏差 (分散の平方根):
array_name.std(参数) 以及 **np.std(array_name, 参数)**
参数可加: **axis = xx**

5. 求方差（分散）:
array_name.var(参数) 以及 **np.var(array_name, 参数)**
参数可加: **axis = xx**

7.2.1 最大值

[57]:
```
array3
```

[57]:
```
array([[1, 3, 5],
       [2, 4, 6],
       [7, 8, 9]])
```

[58]:
```
array3.max
# 全局最大值
```

[58]:
```
<function ndarray.max>
```

[59]:
```
array3.max(axis = 0)
# 特定维度的最大值，这里相当于是找最大的那个行向量。
```

[59]:
```
array([7, 8, 9])
```

[60]:
```
array3.max(axis = 1)
# 相当于是找最大的那个列向量。
```

[60]:
```
array([5, 6, 9])
```

[62]:
```
np.max(array3)
# 全局最大值
```

[62]:
```
9
```

[63]:
```
np.max(array3,axis = 0)
# 特定维度的最大值，这里相当于是找最大的那个行向量。
```

[63]:
```
array([7, 8, 9])
```

[64]:
```
np.max(array3,axis = 1)
# 相当于是找最大的那个列向量。
```

[64]:
```
array([5, 6, 9])
```

7.2.2 最小值

[65]:
```
array3
```

[65]:
```
array([[1, 3, 5],
       [2, 4, 6],
       [7, 8, 9]])
```

[66]:
```
array3.min()
# 全局最小值
```

[66]:
```
1
```

[67]:
```
array3.min(axis = 0)
# 特定维度的最小值，这里相当于是找最小的那个行向量。
```

[67]:
```
array([1, 3, 5])
```

[68]:
```
array3.min(axis = 1)
# 相当于是找最小的那个列向量。
```

[68]:
```
array([1, 2, 7])
```

[69]:
```
np.min(array3)
# 全局最小值
```

[69]:
```
1
```

[70]:
```
np.min(array3,axis = 0)
# 特定维度的最小值，这里相当于是找最小的那个行向量。
```

[70]:
```
array([1, 3, 5])
```

[71]:
```
np.min(array3,axis = 1)
# 相当于是找最小的那个列向量。
```

[71]:
```
array([1, 2, 7])
```

7.2.3 找最值的索引

[72]:
```
array3
```

[72]:
```
array([[1, 3, 5],
       [2, 4, 6],
       [7, 8, 9]])
```

[73]:
```
array3.argmin()
# 全局最小值的索引
```

[73]:
```
0
```

[74]:
```
array3.argmin(axis = 1)
# 特性维度最小值的索引，相当于找的最小列向量的索引
```

[74]:
```
array([0, 0, 0])
```

[75]:
```
array3.argmin(axis = 0)
# 特性维度最小值的索引，相当于找的最小行向量的索引
```

[75]:
```
array([0, 0, 0])
```

[76]:
```
np.argmin(array3,axis = 0)
# 特性维度最小值的索引，相当于找的最小行向量的索引
```

[76]:
```
array([0, 0, 0])
```

7.2.4 平均值

[78]:
```
array3
```

[78]:
```
array([[1, 3, 5],
       [2, 4, 6],
       [7, 8, 9]])
```

[80]:
```
array3.mean()  # 全局所有元素的平均值
```

[80]:
```
5.0
```

[81]:
```
array3.mean(axis = 0)
```

[81]:
```
array([3.33333333, 5.        , 6.66666667])
```

[83]:
```
np.mean(array3,axis = 0)
```

[83]:
```
array([3.33333333, 5.        , 6.66666667])
```

7.2.5 標準偏差

[84]:
```
array3
```

[84]:
```
array([[1, 3, 5],
       [2, 4, 6],
       [7, 8, 9]])
```

[86]:
```
array3.std()
# 全局所有元素的标准差
```

[86]:
```
2.581988897471611
```

[87]:
```
np.std(array3)
```

[87]:
```
2.581988897471611
```

[88]:
```
array3.std(axis = 0)
```

[88]:
```
array([2.62466929, 2.1602469 , 1.69967317])
```

[89]:
```
np.std(array3,axis = 0)
```

[89]:
```
array([2.62466929, 2.1602469 , 1.69967317])
```

7.2.6 分散

[90]:
```
array3
```

[90]:
```
array([[1, 3, 5],
       [2, 4, 6],
       [7, 8, 9]])
```

[91]:
```
array3.var()
```

[91]:
```
6.666666666666667
```

[92]:
```
np.var(array3)
```

[92]:
```
6.666666666666667
```

[93]:
```
array3.var(axis = 0)
```

[93]:
```
array([6.88888889, 4.66666667, 2.88888889])
```

[94]:
```
np.var(array3,axis = 0)
```

[94]:
```
array([6.88888889, 4.66666667, 2.88888889])
```

8 随机模块

以下所有命令想用来生成数组的话，得用赋值的方式来新建一个数组才行

需要注意的是，哪怕命令写的一样，但是每次生成的数组中的元素都不一样，次次都随机

本节与数组生成有重复

A. 设定生成小数点后 x 位:（影响全局的输出结果, 慎用）
np.set_printoptions(precision = x)

1. 生成随机浮点数: (注：这个是默认生成的浮点数，也就是 float64)
np.random.rand(), 可以生成在【0 到 1 之间】的随机的一个数
np.random.rand(xx), 可以生成在【0 到 1 之间】的 xx 个数 (随机)
np.random.rand(x,y), 则是用于生成 x 行 y 列的矩阵，各元素在【0 到 1 之间】

2. 生成随机整数: (注：这个是默认生成的整数，也就是 int64)
np.random.randint(xx), 随机生成一个【0 到 xx 之间】的整数
np.random.randint(x,y,a), 可以生成元素个数是 a 的随机行向量，元素为【x 到 y 之间】的整数 (随机)
np.random.randint(x,size = (a,b)), 可以生成随机矩阵，元素为【0 到 x 之间】的整数 (随机)

3. 生成服从正态分布（高斯分布，ガウス分布，正規分布）的随机数:
np.random.normal(mu,sigma,n), 随机生成 n 个数, 服从的正态分布的平均值是 mu, 标准差是 sigma
还可服从其他分布，具体的去 google，或是这个 blog(点击这个)，这里不细致写了

4. 洗牌（打乱顺序）:
np.random.shuffle(array_name), 将 array_name 数组中的所有元素重新随机排序, 这个操作会更改原数组

B. 使得后面接下面的命令中随机生成的数固定下来，再次运行同一个命令也输出同一个结果:
np.random.seed(xx), 其中的 xx 的位置只要有数就行，随便写什么效果都一样
如果不写里面的参数的话默认为不执行【固定结果】，也就是等于没写这个命令。

8.1 生成随机浮点数

需要注意的是，哪怕命令写的一样，但是每次生成的数组中的元素都不一样，次次都随机

[4]:
```
print(np.random.rand(3,2))
print(np.random.rand(3,2).dtype)       # 生成随机浮点数矩阵
```

```
[[0.51628445 0.76105316]
 [0.40554938 0.57768491]
 [0.40193017 0.7029845 ]]

float64
```

[12]:
```
np.random.rand(5)

# 生成随机的浮点数的向量（元素个数 5）
```

[12]:
```
array([0.40395804, 0.70343275, 0.07222818, 0.68687379, 0.94161403])
```

[13]:
```
np.random.rand()       # 生成单个随机浮点数
```

[13]:
```
0.9060842752521002
```

8.2 生成随机整数

需要注意的是，哪怕命令写的一样，但是每次生成的数组中的元素都不一样，次次都随机

[11]:
```
print(np.random.randint(10,size = (3,3)))
print(" ")
print(np.random.randint(10,size = (3,3)).dtype)
# 生成元素在【0～10 之间】的随机整数矩阵
```

```
[[9 7 3]
 [6 3 7]
 [5 7 9]]

int64
```

[16]:
```
np.random.randint(0,10,5)
# 生成元素在【0～10 之间】的随机整数行向量（元素个数 5）
```

[16]:
```
array([9, 3, 8, 6, 2])
```

[14]:
```
np.random.randint(10,size = (1,5))
# 用这种一行五列的写法也是向量
# 生成元素在【0～10 之间】的随机整数行向量（元素个数 5）
```

[14]:
```
array([[8, 8, 8, 2, 5]])
```

[15]:
```
np.random.randint(10)      # 生成一个【0～10 之间】的随机整数
```

[15]:
```
3
```

8.3 生成服从正态分布（高斯分布，ガウス分布，正規分布）的随机数

需要注意的是，哪怕命令写的一样，但是每次生成的数组中的元素都不一样，次次都随机

[17]:
```
np.random.normal(0,1,5)
# 标准正态分布，mu = 0,sigma = 1
```

[17]:
```
array([ 0.11250964, -0.25923835, -0.20739269,  1.19142763,  0.51596814])
```

还可服从其他分布，具体的去 google
或是这个 blog(点击这个)
这里不细致写了

8.4 洗牌（打乱顺序）

需要注意的是，哪怕命令写的一样，但是每次生成的数组中的元素都不一样，次次都随机

[18]:
```
array1 = np.arange(10)        # 生成 0-9 的 10 个数，升序
array1
```

[18]:
```
array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])
```

[19]:
```
np.random.shuffle(array1)
array1
```

[19]:
```
array([7, 6, 3, 4, 0, 2, 8, 9, 5, 1])
```

8.5 乱数の初期化（seed）

乱数を初期化するには、random.seed() を使います
引数を任意の数値に固定すると、毎回同じ値が生成されます

如果不写的话默认为不执行【固定结果】，也就是等于没写。

[24]:
```
for i in range(3):
        np.random.seed(10)
        print(np.random.randint(0, 100))

for i in range(3):
        np.random.seed(9) # 跟上面设定的 seed 值不一样。
        print(np.random.randint(0, 100))

for i in range(3):
        np.random.seed(100)  # 跟上面设定的两个 seed 值都不一样。
        print(np.random.randint(0, 100))
```

```
9
9
9
92
92
92
8
8
8
```

[26]:
```
# 如果不写里面的参数的话
for i in range(10):
        np.random.seed() # 没写参数
        print(np.random.randint(0, 100))
```

```
92
32
69
88
6
65
88
94
78
66
```

9 文件读写

0. 在代码文件的同一个路径下写一个 txt

%%writefile file_name.txt, 按下回车后在输入想写的内容，详见下面说明

1. 读文件进 Numpy:

这些命令（1.1 & 1.2）想用来生成数组的话，得用赋值的方式来新建一个数组才行

1.1 np.loadtxt，txt 专用:

np.loadtxt('file_path&name', dtype='xxxxx', comments='#', delimiter=None, skiprows=0, usecols=None, unpack=False, ndmin=0)

各参数说明:

file_path&name: 文件路径（与代码文件同文件夹下就写个文件名就行了）

dtype = : 数组内的元素类型，默认是 float

comments = : 添加 comments，就是 python 中的 "# 这个 xxx 怎么用啥的"

delimiter = : 指定数字与数字之间的分隔符，默认是空格"

skiprows = n: 跳过前 n 行

usecols = : 使用 usecols = x 只取出第 x【列】，使用 usecols = (x,y,z) 仅仅只取出第 x,y,z【列】

unpack = : 写 True 的话会将矩阵转置

ndmin = n: 返される配列の最低次元数を指定します

1.2 np.load 读取文件（用来读 npy 和 npz 格式的）:

np.load(file_path&name, mmap_mode=None, allow_pickle=True, fix_imports=True, encoding='ASCII')

各参数说明:

file_path&name: 文件路径（与代码文件同文件夹下就写个文件名就行了）

mmap_mode =:{None, 'r+', 'r', 'w+', 'c'} のいずれか，默认是 None，指定されたモード（読み込み専用か書き込み専用か両方か）でファイルを読み込む、可以不把文件内所有数据写进内存，可以只写一部分，适合大数据文件

allow_pickle =: 初期値 True npy ファイルとして保存されている pickle オブジェクトを読み込むかどうかを指定する

fix_imports =: 初期値 True, 用来兼容 python2 的

另外读取 npz 文件是要比 npy 文件麻烦一些的，要一些多出来的小步骤，在下面的实际应用例子里写了

2 从 Numpy 里把数据导出：

2.1 np.savetxt txt 文件专用:

np.savetxt('file_path&name', array_name, fmt='%.18e', delimiter=' ', newline='\n',header='', footer='', comments='#')

各参数说明：

file_path&name：想把文件导出的路径（与代码文件同文件夹下就写个文件名就行了）

array_name：导出哪个数组

delimiter =：【列向量中】导出的文件中的数组以什么 '字符' 来切分开，建议以`','` 逗号

newline =：【行向量中】导出的文件中的数组以什么 '字符' 来切分开，建议以`'\n'` 换行符

fmt =：导出时，将数组的数据设定成到小数点的第几位，注：会进行四舍五入，可写为`'%.nf'` 就是小数点后第 n 位

header ='xxx'：导出时，在文件【开头】写入 xxx

footer='YYY'：导出时，在文件【末尾】写入 YYY

comments：在插入 header や footer 的时候、指定 header や footer 前面的字符

2.2 np.save(z) 导出文件，npy 和 npz 格式专用:

npy 格式版:

np.save('file_path&name',array_name,allow_pickle=True, fix_imports=True)

npz 格式版:

np.savez('file_path&name',array_name_1,array_name_2, array_name_3, allow_pickle=True,fix_imports=True)

各参数说明：

`file_path&name`: 文件路径（与代码文件同文件夹下就写个文件名就行了）

array_name：导出哪个数组

allow_pickle =：默认为 True，指定如何设置 pickle オブジェクト（npy ファイルとして保存されている的时候）

fix_imports =：默认为 True, 用来兼容 python2 的

具体参考（txt）：Click this

具体参考（npy 和 npz）：Click this

npy 和 npz 格式的介绍：

都可以そのまま的保存住 np.ndarray 的结构

【npy】只能用来保存一个数组

【npz】可以保存多个数组，就像生成了一个压缩包，解压后出来是几个 npy 格式的文件，每个 npy 文件对应了一个数组

9.1 TXT 类型文件:

9.1.1 从外面读取进 numpy,python

[4]:
```
%%writefile test.txt
1 2 3 4 5 6 7 8 9
5 6 3 2 5 5 2 6 8
# 想换行直接敲回车就行
```

```
Overwriting test.txt
```

[5]:
```
np.loadtxt('test.txt')
# 很简单的就能读进来。
```

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

[6]:
```
%%writefile test2.txt
1,2,3,4,5,6,7,8,9
5,6,3,2,5,5,2,6,8
```

```
Writing test2.txt
```

[7]:
```
np.loadtxt('test2.txt')
# 这次直接读就不行了。
```

```
---------------------------------------------------------------------------
ValueError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-7-d96b86678505> in <module>

ValueError: could not convert string to float: '1,2,3,4,5,6,7,8,9'
```

因为带了逗号，所以不加一些参数的直接读，会导致报错，因为逗号不是数字

[8]:
```
np.loadtxt('test2.txt',delimiter = ',')
# 加了参数，把逗号',' 作为分隔符，就不报错了。
```

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

[9]:
```
%%writefile test3.txt
x,y,e,w,w,y,u,s,a
1,2,3,4,5,6,7,8,9
5,6,3,2,5,5,2,6,8
# 创建一个新的测试文件，跟上面比多加了一行纯文字
```

```
Writing test3.txt
```

[10]:
```
np.loadtxt('test3.txt',delimiter = ',')
# 这次直接读还是不行。因为第一行也不是数字
```

```
---------------------------------------------------------------------------
ValueError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-10-af28bfaf24d7> in <module>


ValueError: could not convert string to float: 'x'
```

[11]:
```
np.loadtxt('test3.txt',delimiter = ',',skiprows = 1)
# 这次把第一行跳过去，然后指定逗号‘,‘为分隔符
```

[11]:
```
array([[1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9.],
       [5., 6., 3., 2., 5., 5., 2., 6., 8.]])
```

[2]:
```
np.loadtxt('test3.txt',delimiter = ',',skiprows = 1,usecols = (0,1,4))
# 使用 usecols = x 只取出第 x【列】，使用 usecols = (x,y,z) 仅仅只取出第 x,y,z【列】
```

[2]:
```
array([[1., 2., 5.],
       [5., 6., 5.]])
```

9.1.2 从 Numpy 里导出：

[24]:
```
array_out = np.random.rand(5,5)
array_out
# 随机生成一个浮点数数组用来导出着玩
```

[24]:
```
array([[0.39628657, 0.11774223, 0.73531755, 0.81650139, 0.26460353],
       [0.29261334, 0.29556388, 0.00660806, 0.60178655, 0.33365383],
       [0.16130804, 0.33707648, 0.37549226, 0.41077773, 0.35719691],
       [0.19115583, 0.46328589, 0.32768576, 0.28775594, 0.64830785],
       [0.30946639, 0.37215186, 0.98424042, 0.88911226, 0.23382535]])
```

[29]:
```
np.savetxt('test_out.txt',array_out,delimiter = ',',newline = '\n',fmt = '%.
↪2f',header = '这个是开头',footer = '这个是末尾',comments = '>>>')
# 将 array_out 输出到代码文件同文件夹，横着的两个数用‘,’相隔开，竖着的行与行之间的
区分方式为换行'\n'，设定为小数点后两位，开头文字 & 末尾文字的前面写个'>>>'
```

9.2 npy 和 npz 类型文件：

9.2.1 从 Numpy 里导出：

[8]:
```
array_test1 = np.loadtxt('test.txt')
array_test1
# 借助上面的命令来生成数组
```

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

[21]:
```
np.save('test.npy',array_test1)
# 导出成 npy 格式，保留 ndarray 的形式
```

[31]:
```
array_test2 = np.array([[5,5],[6,6],[7,7],[8,8]],dtype = np.int64)
# 多加一个数组
array_test2
```

[31]:
```
array([[5, 5],
       [6, 6],
       [7, 7],
       [8, 8]])
```

[39]:
```
np.savez('test.npz',a = array_test1,b=array_test2)
# 把两个数组导出成 npz 格式，保留 ndarray 的形式，并且在导出的文件中重命名了一下数组
```

9.2.2 从外面读取进 numpy,python

[24]:
```
np.load('test.npy')
# 直接读取进来，很方便
```

[24]:
```
array([[1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9.],
       [5., 6., 3., 2., 5., 5., 2., 6., 8.]])
```

[34]:
```
test_data = np.load('test.npz')
# 生成一个 test_data 来容纳读取进来的 npz 文件，因为 npz 文件一个压缩包/集合包
# 里面包含了多个 npy 文件
```

[5]:
```
list(test_data.keys())
# 用于查看 test_data 里面容纳了什么
```

[5]:
```
['a', 'b']
```

[30]:
```
test_data['a']
```

[30]:
```
array([[1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9.],
       [5., 6., 3., 2., 5., 5., 2., 6., 8.]])
```

[37]:
```
test_data['b']
```

[37]:
```
array([[5, 5],
       [6, 6],
       [7, 7],
       [8, 8]])
```

[43]:
```
np.savez('test_none_array_name_set.npz',array_test1,array_test2)
# 在储存的时候也可以不指定在保存文件中 array 被重新存成什么名字
```

[44]:
```
test_data2 = np.load('test_none_array_name_set.npz')
# 读进来看一看
```

[46]:
```
list(test_data2.keys())
# 如果导出文件的中的名字没有被指定的话，读出来的数组的名字就会被写成下面哪种的“默认名字”
```

[46]:
```
['arr_0', 'arr_1']
```

10 Numpy 练习题

打印当前 Numpy 版本

[51]:
```
print(np.__version__)
# 注意前后是双下划线 __ ，不是一个双下划线
```

```
1.20.1
```

构造一个全零的矩阵，并打印其占用的内存大小

[61]:
```
array1 = np.zeros((5,5))
print("%d Byte"%(array1.size * array1.itemsize))
```

```
200 Byte
```

打印一个函数的帮助文档，比如 numpy.add

[ ]:
```
print(help(np.info(np.add)))
# 结果太长就不执行了
```

创建一个 10-49 的数组，并将其倒序排列

[79]:
```
array2 = np.arange(10,50,1)
array2[::-1]
```

[79]:
```
array([49, 48, 47, 46, 45, 44, 43, 42, 41, 40, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33,
       32, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16,
       15, 14, 13, 12, 11, 10])
```

找到一个数组中不为 0 的索引

[92]:
```
np.random.seed(10)
array3 = np.random.randint(0,2,15)
np.where(array3 >0)
```

[92]:
```
(array([ 0,  1,  3,  5,  6,  8,  9, 11, 12]),)
```

[94]:
```
np.nonzero(array3)
# 方法二
```

[94]:
```
(array([ 0,  1,  3,  5,  6,  8,  9, 11, 12]),)
```

随机构造一个 3*3 矩阵，并打印其中最大与最小值

[102]:
```
np.random.seed(10)
array4 = np.random.randint(0,20,(3,3))
print(array4)
print("最大值为: ",np.max(array4))
print("最小值为: ",np.min(array4))
```

```
[[ 9  4 15]
 [ 0 17 16]
 [17  8  9]]
最大值为:  17
最小值为:  0
```

构造一个 5*5 的矩阵，令其值都为 1，并在最外层加上一圈 0

[116]:
```
array5 = np.zeros((7,7),dtype = np.int64)
array5[1:6,1:6] = np.ones((5,5),dtype = np.int64)
array5  # 方法一
```

[116]:
```
array([[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]])
```

[119]:
```
array6 = np.ones((5,5),dtype = np.int64)
array6 = np.pad(array6,pad_width=1,mode='constant',constant_values=0)
array6  # 方法二
```

[119]:
```
array([[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 1, 1, 1, 1, 1, 0],
       [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]])
```

构建一个 shape 为（6，7，8）的矩阵，并找到第 100 个元素的索引值

[2]:
```
np.unravel_index(100,(6,7,8))
```

[2]:
```
(1, 5, 4)
```

对一个 5*5 的矩阵做归一化操作

[6]:
```
array = np.random.randint(0,100,(5,5))
array_max = array.max()
array_min = array.min()
array = (array - array_min) / (array_max - array_min)
array
```

[6]:
```
array([[0.93333333, 0.73333333, 0.83333333, 0.67777778, 0.        ],
       [0.67777778, 0.43333333, 0.9       , 1.        , 0.43333333],
       [0.73333333, 0.46666667, 0.16666667, 0.72222222, 0.3       ],
       [0.66666667, 0.26666667, 0.43333333, 0.5       , 0.36666667],
       [0.66666667, 0.16666667, 0.82222222, 0.76666667, 0.65555556]])
```

找到两个数组中相同的值

[8]:
```
z1 = np.random.randint(0,10,10)
z2 = np.random.randint(0,10,10)
print(z1)
print("   ")
print(z2)
print("   ")
print(np.intersect1d(z1,z2))
# 注意：是 intersect1d，d 前面是数字‘1’，不是字母‘l’
```

```
[5 5 2 2 8 4 0 3 0 1]


[6 3 0 9 0 6 2 8 2 4]


[0 2 3 4 8]
```

得到今天明天昨天的日期

[11]:
```
today = np.datetime64('today','D')
yesterday = np.datetime64('today','D') - np.timedelta64(1,'D')
tomorrow = np.datetime64('today','D') + np.timedelta64(1,'D')
print(today)
print(yesterday)
print(tomorrow)
```

```
2022-02-20

2022-02-19

2022-02-21
```

得到一个月所有日期

[12]:
```
np.arange('2022-02','2022-03',dtype = 'datetime64[D]')
```

[12]:
```
array(['2022-02-01', '2022-02-02', '2022-02-03', '2022-02-04',
       '2022-02-05', '2022-02-06', '2022-02-07', '2022-02-08',
       '2022-02-09', '2022-02-10', '2022-02-11', '2022-02-12',
       '2022-02-13', '2022-02-14', '2022-02-15', '2022-02-16',
       '2022-02-17', '2022-02-18', '2022-02-19', '2022-02-20',
       '2022-02-21', '2022-02-22', '2022-02-23', '2022-02-24',
       '2022-02-25', '2022-02-26', '2022-02-27', '2022-02-28'],
      dtype='datetime64[D]')
```

得到一个数的整数部分

(是要取整数部分，不是要四舍五入)

[19]:
```
z = np.random.uniform(0,10,10)
## 从均匀分布中取数，具体用法参考从正态分布中取数，用法一样
print(z)
print(np.floor(z))
```

```
[9.50658965 1.42431977 6.579335   5.43848878 5.57160479 0.37432711
 2.3409184  8.05329838 1.87695786 1.75665883]

[9. 1. 6. 5. 5. 0. 2. 8. 1. 1.]
```

打印数组的部分值（省略一部分），所有值

[34]:
```python
np.set_printoptions(threshold = 5)
#threshold = x , 这个 x 设置成任何整数结果都一样
z = np.zeros((15,15))
z
```

[34]:
```
array([[0., 0., 0., ..., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., ..., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., ..., 0., 0., 0.],
       ...,
       [0., 0., 0., ..., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., ..., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., ..., 0., 0., 0.]])
```

[40]:
```python
np.set_printoptions(threshold=np.inf)
#threshold = np.inf , 就是打印所有值了
y = np.zeros((15,15))
y
```

[40]:
```
array([[0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.],
       [0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0., 0.]])
```

构造一个数组让它不能被改变

read-only

[22]:
```
z = np.zeros((5,5))
z.flags.writeable = False
z[0] = 1
```

```
---------------------------------------------------------------------------
ValueError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-22-c8aff6376c95> in <module>
----> 3 z[0] = 1

ValueError: assignment destination is read-only
```

找到在一个数组中，最接近一个数的索引

[46]:
```
z = np.arange(100)
v = np.random.uniform(0,100)
print(v)
index = (np.abs(z-v)).argmin()
# 取绝对值 np.abs ()
# 上面的意思是，让 z-v，得到一个数组，然后取这个数组的绝对值
# 那个数组中的所有元素都变成了原来元素的绝对值，然后再找这个被‘绝对值化’的数组中的最小值的索引
print(z[index])
# 最后再把上面求的索引代入回 z
```

```
25.059063249877266
25
```

32 位 float 类型和 32 位 int 类型的转换

[47]:
```
z = np.arange(10,dtype = np.float32)
print(z.dtype)
z = z.astype(np.int32)
print(z.dtype)
```

```
float32
int32
```

打印数组元素位置坐标与数值

[50]:
```
z = np.arange(9).reshape(3,3)
for index,value in np.ndenumerate(z):
    #np.ndenumerate() 就是单纯的用于枚举矩阵的 index 和对应位置元素值的
    # 单独拿出去用似乎没啥用，就得这么配合这个固定的算法似乎
    print(index,value)
```

```
(0, 0) 0
(0, 1) 1
(0, 2) 2
(1, 0) 3
(1, 1) 4
(1, 2) 5
(2, 0) 6
(2, 1) 7
(2, 2) 8
```

按照数组的某一列进行排序

[86]:
```
z = np.random.randint(0,10,(3,3))
print(z)
print(z[z[:,0].argsort()])
# 按照第【0】列来排序，升序
print(z[z[:,1].argsort()])
# 按照第【1】列来排序，升序
```

```
[[4 3 9]
 [4 0 4]
 [7 1 3]]

[[4 3 9]
 [4 0 4]
 [7 1 3]]

[[4 0 4]
 [7 1 3]
 [4 3 9]]
```

统计数组中每个数值出现的次数

[96]:
```
z = np.random.randint(0,15,12)
print(z)
print(" ")
print(np.bincount(z))
#np.bincount 意为：从 0 开始到 array.max（数组中最大值），数字都各出现了几次
# 哪怕数组中没有 0 都会从 0 开始统计
```

```
[11  2  9  0  8  4 13  0  8  5  1  7]


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

对四维数组最后的两维进行求和

[104]:
```
z = np.random.randint(0,10,(2,2,2,2))
res = z.sum(axis = (-2,-1))
print(z)
print("  ")
print(res)
```

```
[[[[1 1]
   [1 9]]

  [[2 0]
   [6 4]]]


 [[[1 4]
   [9 0]]

  [[4 1]
   [0 4]]]]

[[12 12]
 [14  9]]
```

交换矩阵当中的两行

[107]:
```
z = np.arange(25).reshape(5,5)
print(z)
print(" ")
z[[0,1]] = z[[1,0]]
print(z)
```

```
[[ 0  1  2  3  4]
 [ 5  6  7  8  9]
 [10 11 12 13 14]
 [15 16 17 18 19]
 [20 21 22 23 24]]

[[ 5  6  7  8  9]
 [ 0  1  2  3  4]
 [10 11 12 13 14]
 [15 16 17 18 19]
 [20 21 22 23 24]]
```

找到数组中最常出现的数字

[109]:
```
z = np.random.randint(0,10,11)
print(z)
print(" ")
print(np.bincount(z).argmax())
```

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

0
```

快速查找数组中最大的 n 个数

[110]:
```
z = np.arange(100000)
np.random.shuffle(z)
# 先随机洗牌一下，不然 arange 出来的数都是从 0 开始升序排的
n = 5
print(z[np.argpartition(-z,n)[:n]])
```

```
[99999 99998 99997 99996 99995]
```

去掉一个数组中的所有“元素都相同”的数据

[115]:
```
a = np.array([1,2,3,4,5])
b = np.array([1,2,3,4,4])

np.all(a == b)
# 必须两个数组中所有值都相等才会输出 true
```

[115]:
```
False
```

[116]:
```
np.any(a == b)
# 只要有一个值相等就输出 true
```

[116]:
```
True
```

[150]:
```
z = np.random.randint(0,2,(10,3))
z
```

[150]:
```
array([[1, 1, 1],
       [0, 0, 1],
       [1, 0, 0],
       [0, 0, 0],
       [0, 0, 0],
       [1, 1, 0],
       [0, 0, 0],
       [0, 0, 0],
       [0, 0, 1],
       [1, 0, 0]])
```

[152]:
```
e = np.all(z[:,1:] == z[:,:-1],axis = 1)
e
```

[152]:
```
array([ True, False, False,  True,  True, False,  True,  True, False,
       False])
```

[156]:
```
~e
# 在逻辑数组前加~，表示将整个数组做 not 运算
```

[156]:
```
array([False,  True,  True, False, False,  True, False, False,  True,
        True])
```

[155]:
```
z[~e]
# 再把 not(e) 传进 z，这样，就去掉了‘元素都一样’的行了
```

[155]:
```
array([[0, 0, 1],
       [1, 0, 0],
       [1, 1, 0],
       [0, 0, 1],
       [1, 0, 0]])
```

参考文献

[1] Wes McKinney(2012)『Python for Data Analysis』ISBN:9781449319793

[2] BiliBili-人工智能精品教程库 (2022)『【人工智能必备：Python 数据分析】浙大博士半天就教会我大学一直没学会的利用 Python 进行数据分析！怎么可以讲的如此通俗，太强了！』https://www.bilibili.com/video/BV1ru411U772