

机器学习-NumPy使用总结

本章目录

01 NumPy概述

02 NumPy数组(ndarry)对象

03 ufunc函数

04 NumPy的函数库

1.NumPy概述

01 NumPy概述

02 NumPy数组(ndarry)对象

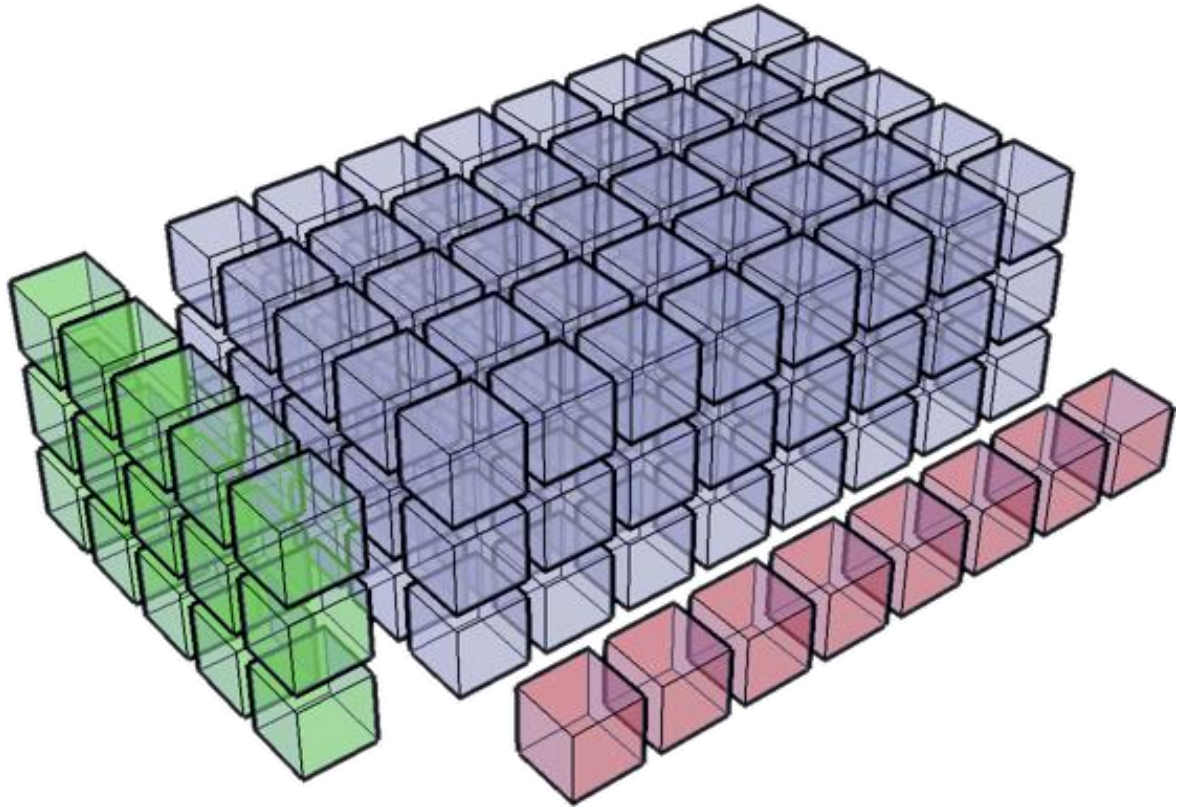
03 ufunc函数

04 NumPy的函数库

NumPy是什么?

NumPy(Numeric Python)是Python的一种开源的数值计算扩展库。
它包含很多功能:

· 创建n维数组（矩阵）
· 对数组进行函数运算
· 数值积分
· 线性代数运算
· 傅里叶变换
· 随机数产生
……



NumPy是什么?

NumPy提供了许多高级的数值编程工具，如：矩阵数据类型、矢量处理，以及精密的运算库。专为进行严格的数字处理而产生。多为很多大型金融公司使用，以及核心的科学计算组织如：Lawrence Livermore，NASA 用其处理一些本来使用 C++，Fortran 或 Matlab 等所做的任务。

NumPy是什么?

标准的**Python**中用**list**（列表）保存值，可以当做数组使用，但因为列表中的元素可以是任何对象，所以浪费了CPU运算时间和内存。

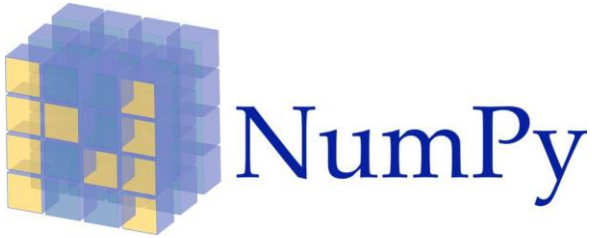
NumPy诞生为了弥补这些缺陷。它提供了两种基本的对象：

ndarray：全称（n-dimensional array object）是储存单一数据类型的多维数组。

ufunc：全称（universal function object）它是一种能够对数组进行处理的函数。

NumPy的官方文档：

https://docs.scipy.org/doc/numpy/reference/



NumPy的安装

Anaconda里面已经安装过NumPy。

原生的Python安装：

· 在cmd中输入

```
pip install numpy
```

安装之后，我们用**导入**这个库

```
import numpy as np
```

2.NumPy数组(ndarry)对象

01 NumPy概述

02 NumPy数组(ndarry)对象

03 ufunc函数

04 NumPy的函数库

1.1 认识 NumPy 数组对象

NumPy 最重要的一个特点是其 N 维数组对象 **ndarray**，它是一系列同类型数据的集合，以 0 下标为开始进行集合中元素的索引。

ndarray 对象是用于存放同类型元素的多维数组。

```
>import numpy as np # 导入NumPy工具包
>data = np.arange(12).reshape(3, 4) # 创建一个3行4列的数组
>data
```

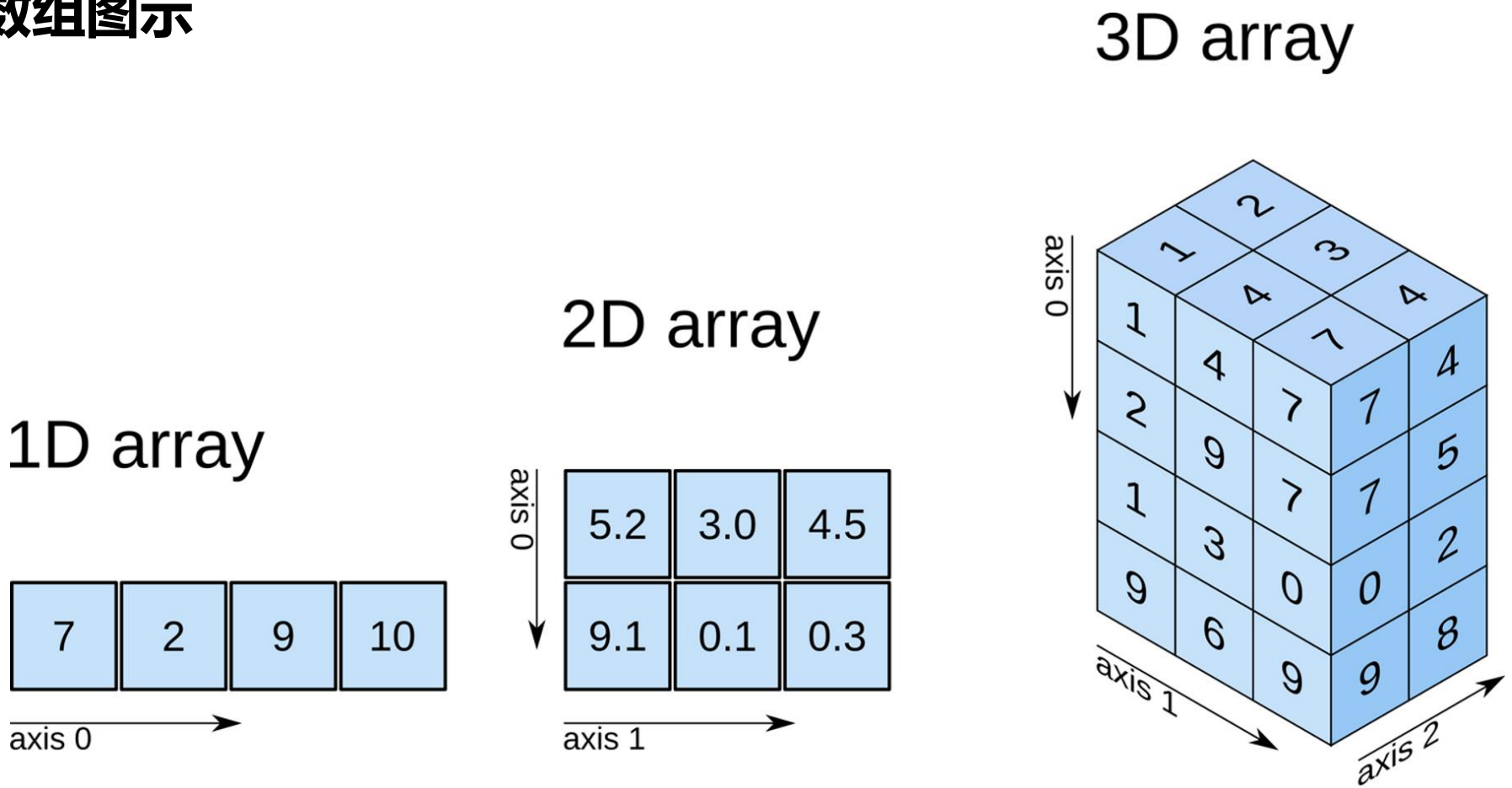
```
array([[ 0, 1, 2, 3],
       [ 4, 5, 6, 7],
       [ 8, 9, 10, 11]])
```

ndarray对维数没有限制。

[ ]从内到外分别为第0轴，第1轴，第2轴，第3轴。

1.1 认识 NumPy 数组对象

NumPy 数组图示



shape(4,)　　shape(3,2)　　shape(4,3,2)

1.1 认识 NumPy 数组对象


```
>type(data)
```

numpy.ndarray

```
>data.ndim # 数组维度的个数，输出结果2，表示二维数组
```

2

```
>data.shape # 数组的维度，输出结果(3,4),表示3行4列
```

(3, 4)

```
data.size # 数组元素的个数，输出结果12，表示总共有12个元素
```

12

```
data.dtype # 数组元素的类型，输出结果dtype('int64'),表示元素类型都是int64
```

dtype('int32')

1.2 创建 NumPy 数组


```
>import numpy as np
>data1 = np.array([1, 2, 3]) # 创建一个一维数组
>data1
```

```
array([1, 2, 3])
```

```
data2 = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]]) # 创建一个二维数组
data2
```

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

```
np.zeros((3, 4))#创建一个全0数组
```

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

1.2 创建 NumPy 数组


```
>np.ones((3, 4))#创建全一数组
```

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

```
>np.empty((5, 2))# 创建全空数组，其实每个值都是接近于零的数
```

```
array([[ 6.95312756e-310,  2.12199579e-314],
       [ 2.12199579e-314,  4.94065646e-324],
       [ 0.00000000e+000, -7.06252554e-311],
       [ 0.00000000e+000, -8.12021073e-313],
       [ 1.29923372e-311,  2.07507571e-322]])
```

1.2 创建 NumPy 数组


```
>np.arange(1, 20, 5)
```

```
array([ 1,  6, 11, 16])
```

```
>np.array([1, 2, 3, 4], float)
```

```
array([1., 2., 3., 4.])
```

```
>np.ones((2, 3), dtype='float64')
```

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

ndarray的创建

NumPy提供了**专门用于生成ndarray的函数**，提高创建ndarray的速度。

```
> a = np.arange(0, 1, 0.1)
array([ 0. ,  0.1,  0.2,  0.3,  0.4,  0.5,  0.6,  0.7,  0.8,  0.9])

> b = np.linspace(0, 1, 10)
array([ 0.        ,  0.11111111,  0.22222222,  0.33333333,
0.44444444,0.55555556,  0.66666667,  0.77777778,  0.88888889,  1.        ])

> c = np.linspace(0, 1, 10, endpoint=False)
array([ 0. ,  0.1,  0.2,  0.3,  0.4,  0.5,  0.6,  0.7,  0.8,  0.9])

> d = np.logspace(0, 2, 5)
array([   1. ,    3.16227766,   10.,    31.6227766 ,  100.])
```

ndarray的创建

np.empty((2,3), np.int)	创建2*3的整形型空矩阵，只分配内存
np.zeros(4, np.int)	创建长度为4，值为全部为0的矩阵
np.full(4, np.pi)	创建长度为4，值为全部为pi的矩阵

还可以**自定义函数产生ndarray。**

```
> def func(i):
      return i % 4 + 1
> np.fromfunction(func, (10,))

array([ 1.,  2.,  3.,  4.,  1.,  2.,  3.,  4.,  1.,  2.])
```

fromfunction第一个参数接收计算函数，第二个参数接收数组的形状。

ndarray的属性

ndarray的元素具有相同的元素类型。常用的有int（整型），float（浮点型），complex（复数型）。

```
> a = np.array([1, 2, 3, 4], dtype=float)
array([ 1.,  2.,  3.,  4.])

> a.dtype
dtype('float64')
```

ndarray的shape属性用来获得它的形状，也可以自己指定

```
> c = np.array([[1, 2, 3, 4], [4, 5, 6, 7], [7, 8, 9, 10]])
> c.shape
(3, 4)

> a = np.array([1, 2, 3, 4])
> d = a.reshape((2,2))
array([[1, 2],
       [3, 4]])
```

ndarray的切片

ndarray的切片和list是一样的。

```
> a = np.arange(10)
> a
array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])

a[5]    a[3:5]       a[:5]              a[:-1]
----    ------    --------------    -------------------------
5         [3, 4]    [0, 1, 2, 3, 4]        [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]

 a[1:-1:2]              a[::-1]                        a[5:1:-2]
------------    ----------------------------    ---------
[1, 3, 5, 7]       [9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]          [5, 3]
```

可以通过切片的对ndarray中的元素进行**更改**。

```
> a[2:4] = 100, 101
> a
array([  0,   1, 100, 101,   4,   5,   6,   7,   8,   9])
```

ndarray的切片

ndarray通过切片产生一个新的数组b，**b和a共享同一块数据存储空间。**

```
> b = a[3:7]
> b[2] = -10
 b                          a
------------------  ----------------------------------------
[101,   4, -10,   6]    [  0,   1, 100, 101,   4, -10,   6,   7,   8,   9]
```

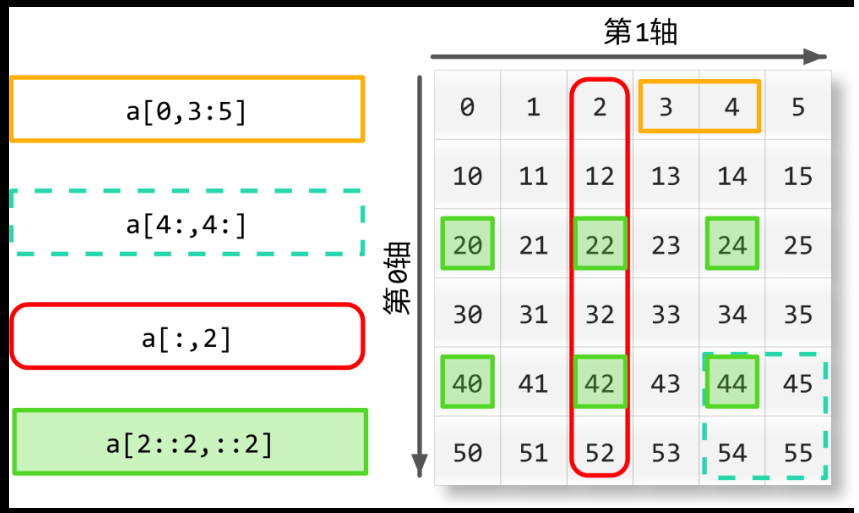
如果想改变这种情况，我们可以**用列表对数组元素切片。**

```
> b = a[[3, 3, -3, 8]]
> b
array([3, 3, 7, 8])

> b[2] = 100
b                          a
------------------  ----------------------------------------
[3,   3, 100,   8]      [  0,   1,  2,  3,   4,  5,   6,   7,   8,   9]
```

多维数组

NumPy的多维数组和一维数组类似。多维数组有多个轴。
我们前面已经提到从内到外分别是第0轴，第1轴...

```
> a = np.arange(0, 60, 10).reshape(-1, 1) + np.arange(0, 6)
array([[ 0,  1,  2,  3,  4,  5],
       [10, 11, 12, 13, 14, 15],
       [20, 21, 22, 23, 24, 25],
       [30, 31, 32, 33, 34, 35],
       [40, 41, 42, 43, 44, 45],
       [50, 51, 52, 53, 54, 55]])

a[0, 3:5]      a[4:, 4:]      a[2::2, ::2]
---------      ----------     --------------
[3, 4]         [[44, 45],     [[20, 22, 24],
                [54, 55]]      [40, 42, 44]]
```

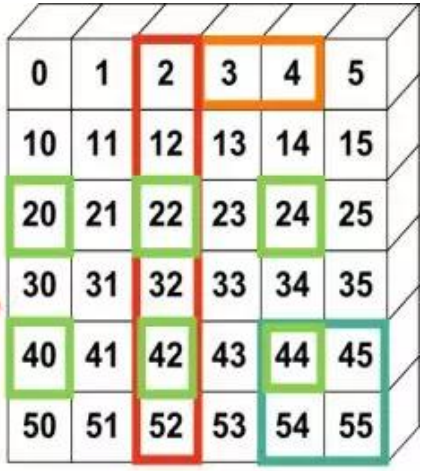


#上面方法对于数组的切片都是共享原数组的储存空间的。

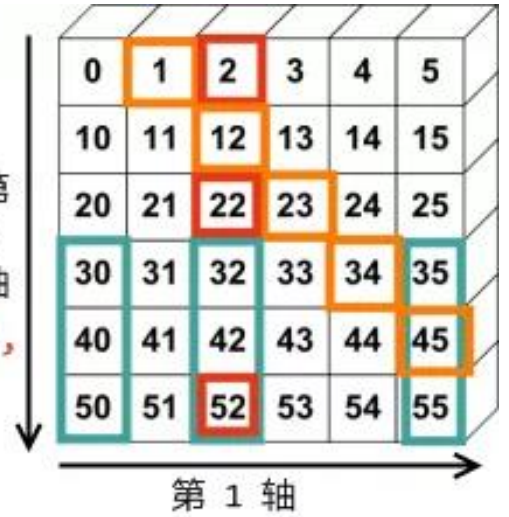
多维数组

如果我们想**创立原数组的副本**，我们可以用**整数元组，列表，整数数组，布尔数组**进行切片。

```
>>> a[0,3:5]
array([3,4])
>>> a[4:,4:]
array([[44,45],[54,55]])
>>> a[:,2]
array([2,12,22,32,42,52])
>>> a[2::2,::2]
array([[20,22,24],
       [40,42,44]])
```




```
>>> a[(0,1,2,3,4),(1,2,3,4,5)]
array([1,12,23,34,45])
>>> a[3:,[0,2,5]]
array([[30,32,35],
       [40,42,45],
       [50,52,55]])
>>> mask=np.array([1,0,1,0,0,1],
                  dtype=np.bool)
>>> a[mask,2]
array([2,22,52])
```



结构数组

C语言中可以通过struct关键字定义结构类型。NumPy中也有类似的**结构数组。**

```
> persontype = np.dtype({
    'names':['name', 'age', 'weight'],
    'formats':['S30','i', 'f']})

> a = np.array([("Zhang", 32, 75.5), ("Wang", 24, 65.2)],
      dtype=persontype)
```

	name	age	weight
0	zhang	32	75.5
1	wang	24	65.2

我们就创建了一个结构数组，并且可以通过索引得到每一行。

```
> print a[0]
('Zhang', 32, 75.5)
```

3. ufunc函数

01 NumPy概述

02 NumPy数组(ndarry)对象

03 ufunc函数

04 NumPy的函数库

ufunc函数

ufunc是universal function的简称，它是一种能对**数组每个元素进行运算**的函数。NumPy的许多ufunc函数都是用C语言实现的，因此它们的运算速度非常快。

```
> x = np.linspace(0, 2*np.pi, 10)
> y = np.sin(x)
> y
array([  0.00000000e+00,   6.42787610e-01,   9.84807753e-01,
. . . . . ,
       -2.44929360e-16])
```

值得注意的是，对于**同等长度**的ndarray，np.sin()比math.sin()快
但是对于**单个数值**，math.sin()的速度则更快。

四则运算

NumPy提供了许多ufunc函数，它们和相应的运算符运算结果相同。

```
> a = np.arange(0, 4)
> b = np.arange(1, 5)
> np.add(a, b)
array([1, 3, 5, 7])

> a+b
array([1, 3, 5, 7])

> np.subtract(a, b) # 减法
> np.multiply(a, b) # 乘法
> np.divide(a, b) # 如果两个数字都为整数，则为整数除法
> np.power(a, b) # 乘方
```

比较运算和布尔运算

使用==，>对两个数组进行比较，会返回一个**布尔数组**，**每一个元素都是对应元素的比较结果。**

```
> np.array([1, 2, 3]) < np.array([3, 2, 1])
array([ True, False, False], dtype=bool)
```

布尔运算在NumPy中也有对应的ufunc函数。

表达式	**ufunc函数**
y=x1==x2	equal(x1,x2[,y])
y=x1!=x2	not_equal(x1,x2[,y])
y=x1<x2	less(x1,x2[,y])
y=x1<=x2	not_equak(x1,x2[,y])
y=x1>x2	greater(x1,x2[,y])
y=x1>=x2	gerater_equal(x1,x2[,y])

自定义ufunc函数

NumPy提供的标准ufunc函数可以组合出复合的表达式，但是有些情况下，自己编写的则更为方便。我们可以**把自己编写的函数用frompyfunc()转化成ufunc函数。**

```
> def num_judge(x, a): #对于一个数字如果是3或5的倍数就
      if x%3 == 0:            返回0，否则返回a。
          r = 0
      elif x%5 == 0:
          r = 0
      else:
          r = a
      return r
> x = np.linspace(0, 10, 11)
> y = np.array([num_judge(t, 2) for t in x])#列表生成式
array([0, 2, 2, 0, 2, 0, 0, 2, 2, 0, 0])
```

自定义ufunc函数

使用frompyfunc()进行转化，调用格式如下：

```
frompyfunc(func, nin, nout)
```

func：计算函数
nin：func()输入参数的个数
nout：func()输出参数的个数

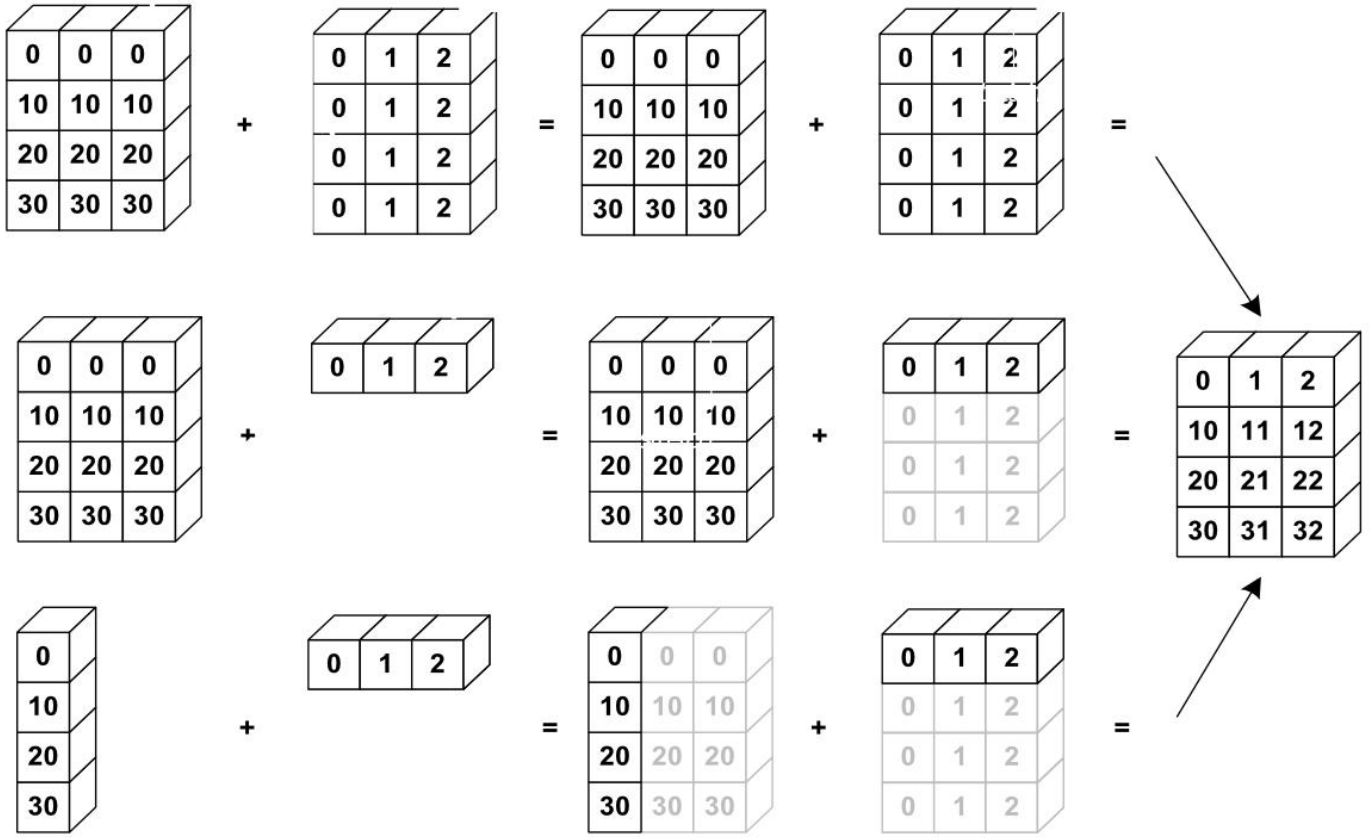
```
> numb_judge = np.frompyfunc(num_judge, 2, 1)

> y = numb_judge(x,2)
array([0, 2, 2, 0, 2, 0, 0, 2, 2, 0, 0], dtype=object)
```

因为最后输出的元素类型是object，所以我们还需要把它转换成整型。

```
y.astype(np.int)
```

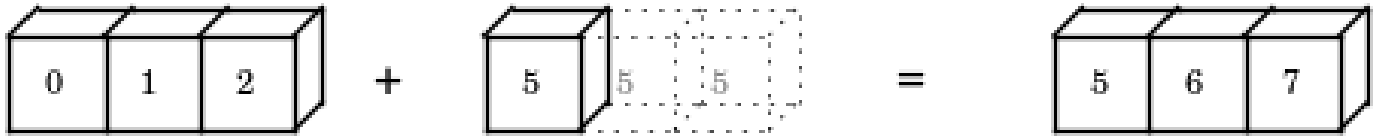
广播(broadcasting)

使用ufunc对两个数组进行运算时，ufunc函数会对两个数组的对应元素进行运算。如果数组的形状不相同，就会进行**下广播**处理。
简而言之，就是向**两个数组每一维度上的最大值靠齐。**

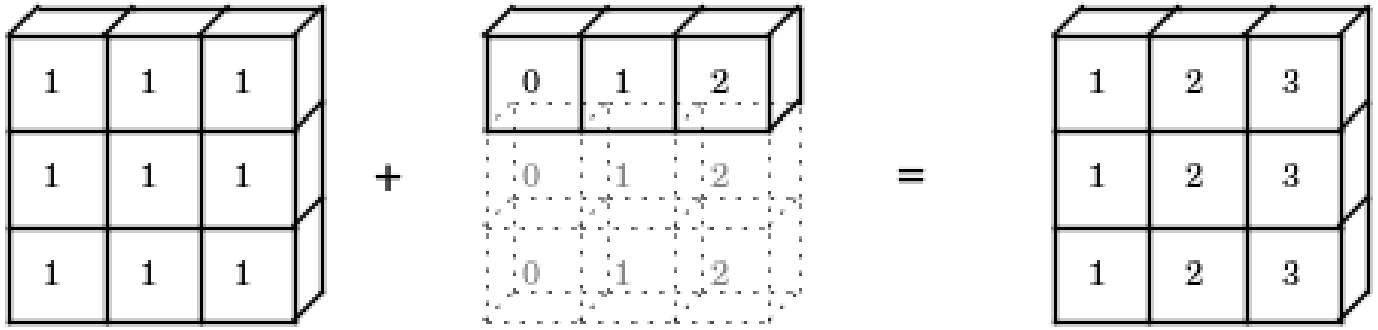


广播(broadcasting)

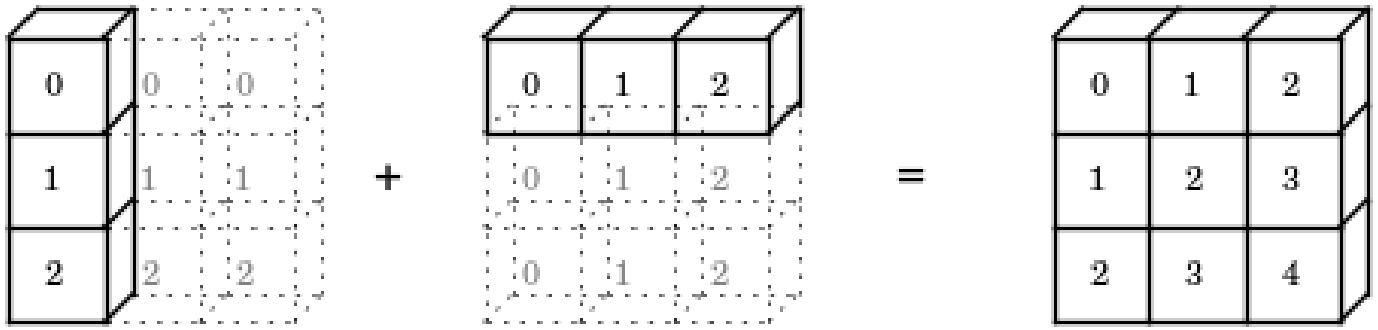
$\texttt{np.arange}(3) + 5$



$\texttt{np.ones}((3, 3)) + \texttt{np.arange}(3)$



$\texttt{np.arange}(3).\texttt{reshape}((3, 1)) + \texttt{np.arange}(3)$



广播(broadcasting)

我们看一下具体的例子：

```
> a = np.arange(0, 60, 10).reshape(-1, 1)
> b = np.arange(0, 5)
> c = a+b
c                          c.shape
----------------------     -------
[[ 0,  1,  2,  3,  4],          (6, 5)
 [10, 11, 12, 13, 14],
 [20, 21, 22, 23, 24],
 [30, 31, 32, 33, 34],
 [40, 41, 42, 43, 44],
 [50, 51, 52, 53, 54]]
```

广播(broadcasting)

ogrid用来生成广播运算所用的数组。

```
> x, y = np.ogrid[:5, :5]
x           y
-----  -----------------
[[0],     [[0, 1, 2, 3, 4]]
 [1],
 [2],
 [3],
 [4]]
```

下面操作和a.reshape(1,-1), a.reshape(-1,1)相同 。

```
> a = np.arange(4)
a[None, :]    a[:, None]
-------------  ----------
[[0, 1, 2, 3]]  [[0],[1],[2],3]]
```

4. NumPy的函数库

01 NumPy概述

02 NumPy数组(ndarry)对象

03 ufunc函数

04 NumPy的函数库

随机数

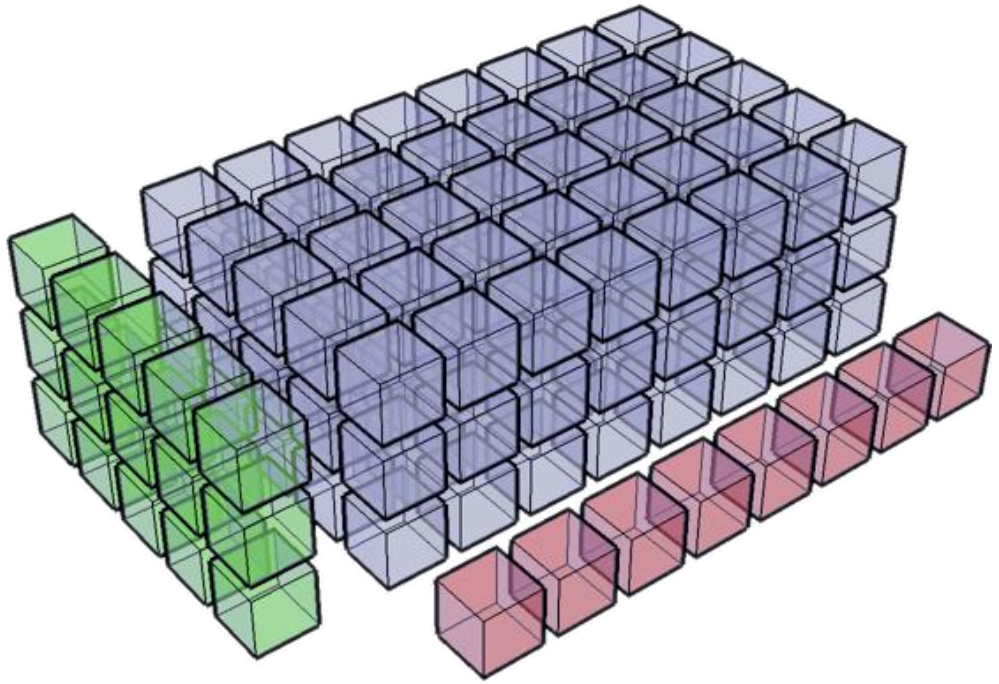
除了前面介绍的ufunc()函数之外，NumPy还提供了大量对于数组运算的函数。它们能够简化逻辑，提高运算速度。

我们首先看随机数。NumPy产生随机数的模块在**random里面，其中有大量的分布。**

```
> from numpy import random as nr
> np.set_printoptions(precision=2) #显示小数点后两位数

> r1 = nr.rand(4, 3)
[[ 0.87,  0.42,  0.34],
[ 0.25,  0.87,  0.42],
[ 0.49,  0.18,  0.44],
[ 0.53,  0.23,  0.81]]

> r2 = nr.poisson(2.0, (4, 3))
[[3, 1, 5],
[2, 2, 3],
[2, 4, 4],
[2, 2, 3]]
```

随机数

rand	0到1之间的随机数	normal	正态分布的随机数
randint	制定范围内的随机整数	uniform	均匀分布
randn	标准正态的随机数	poisson	泊松分布
choice	随机抽取样本	shuffle	随机打乱顺序



求和，平均值，方差

NumPy在**均值等方面常用的函数**如下：

函数名	功能
sum	求和
average	加权平均数
var	方差
mean	期望
std	标准差
product	连乘积

```
> np.random.seed(42)
> a = np.random.randint(0,10,size=(4,5))

> np.sum(a)
96
```

求和，平均值，方差


```
a                    np.sum(a, axis=1)   np.sum(a, axis=0)
--------------       -----------------   --------------------
[[6, 3, 7, 4, 6],    [26, 28, 24, 18]    [22, 13, 27, 18, 16]
 [9, 2, 6, 7, 4],
 [3, 7, 7, 2, 5],
 [4, 1, 7, 5, 1]]
```

keepdims可以保持原来数组的**维数。**

```
np.sum(a,1,keepdims=True)  np.sum(a,0,keepdims=True)
-------------------------  --------------------------
[[26],                         [[22, 13, 27, 18, 16]]
 [28],
 [24],
 [18]]
```

大小与排序

NumPy在**排序等方面常用的函数**如下：

函数名	功能	函数名	功能
min	最小值	max	最大值
ptp	极差	argmin	最小值的下标
mininum	二元最小值	maxinum	二元最大值
sort	数组排序	argsort	数组排序下标
percentile	分位数	median	中位数

min,max都有axis,out,keepdims等参数，我们来看其他函数。

```
> a = np.array([1, 3, 5, 7])
> b = np.array([2, 4, 6])
> np.maximum(a[None, :], b[:, None])#maxinum返回两组
array([[2, 3, 5, 7],                                矩阵广播计算后的
       [4, 4, 5, 7],                                结果
       [6, 6, 6, 7]])
```

大小与排序

sort()对数组进行排序会改变数组的内容，返回一个新的数组。**axis**的默认值都为-1，即按最终轴进行排序。axis=0对每列上的值进行排序。

```
np.sort(a)          np.sort(a, axis=0)
-----------------   ------------------
[[3, 4, 6, 6, 7],     [[3, 1, 6, 2, 1],
 [2, 4, 6, 7, 9],      [4, 2, 7, 4, 4],
 [2, 3, 5, 7, 7],      [6, 3, 7, 5, 5],
 [1, 1, 4, 5, 7]]      [9, 7, 7, 7, 6]]
```

percentile计算处于p%上的值。

```
> r = np.abs(np.random.randn(100000))
> np.percentile(r, [68.3, 95.4, 99.7])
array([ 1.00029686,  1.99473003,  2.9614485 ])
```

统计函数

NumPy中常用的统计函数有：**unique(), bicount(), histogram()**。我们来一个个介绍。首先看**unique()**:

```
> np.random.seed(42)
> a = np.random.randint(0, 8, 10)
> np.unique(a)
a                              np.unique(a)
-----------------------------  -----------------
[6, 3, 4, 6, 2, 7, 4, 4, 6, 1]         [1, 2, 3, 4, 6, 7]
```

unique有两个参数,**return_index=True**同时返回原始数组中的下标,**return_inverse=True**表示原始数据在新数组的下标

```
> x, index = np.unique(a, return_index=True)]
x                          index                  a[index]
-----------------  -----------------  -----------------
[1, 2, 3, 4, 6, 7]      [9, 4, 1, 2, 0, 5]     [1, 2, 3, 4, 6, 7]
```

统计函数


```
> x, rindex = np.unique(a, return_inverse=True)
 rindex                                  x[rindex]
------------------------------  ------------------------------
[4, 2, 3, 4, 1, 5, 3, 3, 4, 0]        [6, 3, 4, 6, 2, 7, 4, 4, 6, 1]
```

bincount()对**非负整数数组**中的各个元素出现的次数进行统计，返回数组中的第i个元素是整数i出现的次数。

```
> a = np.array([6, 3, 4, 6, 2, 7, 4, 4, 6, 1])
> np.bincount(a)
array([0, 1, 1, 1, 3, 0, 3, 1])

> x = np.array([0  ,   1,   2,   2,   1,   1,   0])
> w = np.array([0.1, 0.3, 0.2, 0.4, 0.5, 0.8, 1.2])
> np.bincount(x, w)
array([ 1.3,  1.6,  0.6])
```

统计函数

histogram()对以为数组进行直方图统计，其参数为：
histogram(a, bins=10, range=None, weights=None)
函数返回两个一维数组，**hist**是每个区间的统计结果，
bin_edges返回区间的边界值。

```
> a = np.random.rand(100)
> np.histogram(a, bins=5, range=(0, 1))
(array([28, 18, 17, 19, 18]),
 array([ 0. ,  0.2,  0.4,  0.6,  0.8,  1. ]))

> np.histogram(a, bins=[0, 0.4, 0.8, 1.0])
 (array([46, 36, 18]), array([ 0. ,  0.4,  0.8,  1. ]))
```

操作多维数组

多维数组可以进行**连接**，**分段**等多种操作。我们先来看**vstack(),hstack(),column_stack()**函数。

```
> a = np.arange(3)
> b = np.arange(10, 13)

> v = np.vstack((a, b)) # 按第1轴连接数组
> h = np.hstack((a, b)) # 按第0轴连接数组
> c = np.column_stack((a, b)) # 按列连接多个一维数组

 v                 h                          c
--------------  ------------------------  ----------
[[ 0,  1,  2],     [ 0,  1,  2, 10, 11, 12]     [[ 0, 10],
 [10, 11, 12]]                                  [ 1, 11],
                                                [ 2, 12]]
```

操作多维数组

split()函数进行分段。

```
> a = np.array([6, 3, 7, 4, 6, 9, 2, 6, 7, 4, 3, 7])
> b = np.array([ 1,  3,  6,  9, 10]
> np.split(a, idx) # 按元素位置进行分段
[array([6]),
array([3, 7]),
array([4, 6, 9]),
array([2, 6, 7]),
array([4]),
array([3, 7])]

> np.split(a, 2) # 按数组个数进行分段
[array([6, 3, 7, 4, 6, 9]),
array([2, 6, 7, 4, 3, 7])]
```

多项式函数

多项式函数是整数的次幂与系数的乘积，如：
f(x)= an(x^n)+ an-1(x^(n-1))+...+ a1(x)+ a0
NumPy中多项式函数可以用**一维数组**表示。a[0]为最高次，a[-1]为常数项。

```
> a = np.array([1.0, 0, -2, 1])
> p = np.poly1d(a)
> print type(p)
<class 'numpy.lib.polynomial.poly1d'>

> p(np.linspace(0, 1, 5))
 array([ 1.      ,  0.515625,  0.125   , -0.078125,  0.      ])
```

多项式函数可以进行**四则运算**，其中**运算的列表自动化成多项式函数。**

多项式函数


```
> p + [-2, 1]
poly1d([ 1.,  0., -4.,  2.])

> p * p
poly1d([ 1.,  0., -4.,  2.,  4., -4.,  1.])

> p / [1, 1] # 分别为商和余
(poly1d([ 1., -1., -1.]), poly1d([ 2.]))
```

多项式也可以进行**积分和求导。**

```
> p.deriv()
poly1d([ 3.,  0., -2.])

> p.integ()
poly1d([ 0.25,  0.  , -1.  ,  1.  ,  0.  ])
```

多项式函数

Roots可以求多项式的根。

```
> r = np.roots(p)
> r
array([-1.61803399,  1.        ,  0.61803399])
```

polyfit()可以对数据进行多项式拟合。x, y为数据点，deg为多项式最高阶数。

```
> a = np.polyfit(x , y, deg)
```

poly()返回多项式系数构成的数组。

```
> a = np.poly(x )
```

参考文献

1. NumPy 官网 http://www.numpy.org/
2. NumPy 源代码：https://github.com/numpy/numpy