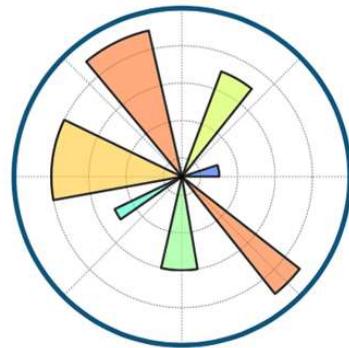
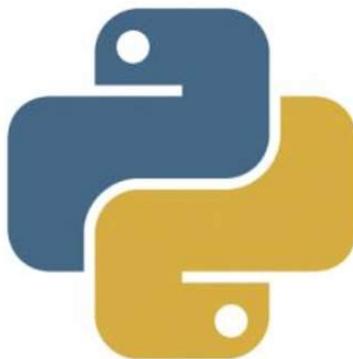


知

首发于  
智能单元

写文章

...



# CS231n课程笔记翻译：Python Numpy教程



杜客 · 1 年前

**译者注：**本文**智能单元**首发，翻译自斯坦福CS231n课程笔记**Python Numpy Tutorial**，由课程教师Andrej Karpathy授权进行翻译。本篇教程由**杜客**翻译完成，**Flood Sung**、**SunisDown**、**巩子嘉**和一位不愿透露ID的知友对本翻译亦有贡献。

## 原文如下

这篇教程由[Justin Johnson](#)创作。

我们将使用Python编程语言来完成本课程的所有作业。Python是一门伟大的通用编程语言，在一些常用库（numpy, scipy, matplotlib）的帮助下，它又会变成一个强大的科学计算环境。

我们期望你们中大多数人对于Python语言和Numpy库比较熟悉，而对于没有Python经验的同学，这篇教程可以帮助你们快速了解Python编程环境和如何使用Python作为科学计算工具。

一部分同学对于Matlab有一定经验。对于这部分同学，我们推荐阅读 [numpy for Matlab users](#) 页面。

你们还可以查看本教程的IPython notebook版。该教程是由[Volodymyr Kuleshov](#)和[Isaac Caswell](#)为课程[CS 228](#)创建的。

内容列表：

- Python

知

首发于  
智能单元 写文章

•••

- 列表
- 字典
- 集合
- 元组
- 函数
- 类
- Numpy
  - 数组
  - 访问数组
  - 数据类型
  - 数组计算
  - 广播
- SciPy
  - 图像操作
  - MATLAB文件
  - 点之间的距离
- Matplotlib
  - 绘制图形
  - 绘制多个图形
  - 图像

## Python

Python是一种高级的，动态类型的多范型编程语言。很多时候，大家会说Python看起来简直和伪代码一样，这是因为你能够通过很少行数的代码表达出很有力的思想。举个例子，下面是用Python实现的经典的quicksort算法例子：

```
def quicksort(arr):  
    if len(arr) <= 1:
```

知 首发于  
智能单元

 写文章

...  
...

```
middle = [x for x in arr if x == pivot]
right = [x for x in arr if x > pivot]
return quicksort(left) + middle + quicksort(right)

print quicksort([3,6,8,10,1,2,1])
# Prints "[1, 1, 2, 3, 6, 8, 10]"
```

## Python版本

Python有两个支持的版本，分别是2.7和3.4。这有点让人迷惑，3.0向语言中引入了很多不向后兼容的变化，2.7下的代码有时候在3.4下是行不通的。在这个课程中，我们使用的是2.7版本。

如何查看版本呢？使用`python --version`命令。

## 基本数据类型

和大多数编程语言一样，Python拥有一系列的基本数据类型，比如整型、浮点型、布尔型和字符串等。这些类型的使用方式和其他语言中的使用方式是类似的。

**数字**：整型和浮点型的使用与其他语言类似。

```
x = 3
print type(x) # Prints <type 'int'>
print x        # Prints "3"
print x + 1   # Addition; prints "4"
print x - 1   # Subtraction; prints "2"
print x * 2   # Multiplication; prints "6"
print x ** 2  # Exponentiation; prints "9"
x += 1
print x # Prints "4"
x *= 2
print x # Prints "8"
y = 2.5
print type(y) # Prints <type 'float'>
print y, y + 1, y * 2, y ** 2 # Prints "2.5 3.5 5.0 6.25"
```

需要注意的是，Python中没有`x++`和`x--`的操作符。

Python也有内置的长整型和复杂数字类型，具体细节可以查看[文档](#)。

知  
首发于  
智能单元

 写文章

ooo

```
t = True
f = False
print type(t) # Prints "<type 'bool'>"
print t and f # Logical AND; prints "False"
print t or f # Logical OR; prints "True"
print not t # Logical NOT; prints "False"
print t != f # Logical XOR; prints "True"
```

**字符串**：Python对字符串的支持非常棒。

```
hello = 'hello' # String literals can use single quotes
world = "world" # or double quotes; it does not matter.
print hello      # Prints "hello"
print len(hello) # String Length; prints "5"
hw = hello + ' ' + world # String concatenation
print hw # prints "hello world"
hw12 = '%s %s %d' % (hello, world, 12) # sprintf style string formatting
print hw12 # prints "hello world 12"
```

字符串对象有一系列有用的方法，比如：

```
s = "hello"
print s.capitalize() # Capitalize a string; prints "Hello"
print s.upper()      # Convert a string to uppercase; prints "HELLO"
print s.rjust(7)     # Right-justify a string, padding with spaces; prints " hello"
print s.center(7)    # Center a string, padding with spaces; prints " hello "
print s.replace('l', '(ell)') # Replace all instances of one substring with another;
                            # prints "he(ell)(ell)o"
print ' world '.strip() # Strip leading and trailing whitespace; prints "worlD"
```

如果想详细查看字符串方法，请看[文档](#)。

## 容器Containers

**译者注**：有知友建议container翻译为复合数据类型，供读者参考。

Python有以下几种容器类型：列表（lists）、字典（dictionaries）、集合（sets）和元组（tuples）。

知 首发于  
智能单元

 写文章

ooo

列表就是Python中的数组，但是列表长度可变，且能包含不同类型元素。

```
xs = [3, 1, 2]      # Create a list
print xs, xs[2]    # Prints "[3, 1, 2] 2"
print xs[-1]       # Negative indices count from the end of the list; prints "2"
xs[2] = 'foo'       # Lists can contain elements of different types
print xs           # Prints "[3, 1, 'foo']"
xs.append('bar')   # Add a new element to the end of the list
print xs           # Prints
x = xs.pop()       # Remove and return the last element of the list
print x, xs        # Prints "bar [3, 1, 'foo']"
```

列表的细节，同样可以查阅[文档](#)。

**切片Slicing**：为了一次性地获取列表中的元素，Python提供了一种简洁的语法，这就是切片。

```
nums = range(5)      # range is a built-in function that creates a list of integers
print nums           # Prints "[0, 1, 2, 3, 4]"
print nums[2:4]       # Get a slice from index 2 to 4 (exclusive); prints "[2, 3]"
print nums[2:]        # Get a slice from index 2 to the end; prints "[2, 3, 4]"
print nums[:2]        # Get a slice from the start to index 2 (exclusive); prints "[0, 1]"
print nums[:]         # Get a slice of the whole list; prints "[0, 1, 2, 3, 4]"
print nums[:-1]       # Slice indices can be negative; prints "[0, 1, 2, 3]"
nums[2:4] = [8, 9]    # Assign a new sublist to a slice
print nums           # Prints "[0, 1, 8, 8, 4]"
```

在Numpy数组的内容中，我们会再次看到切片语法。

**循环Loops**：我们可以这样遍历列表中的每一个元素：

```
animals = ['cat', 'dog', 'monkey']
for animal in animals:
    print animal
# Prints "cat", "dog", "monkey", each on its own line.
```

如果想要在循环体内访问每个元素的指针，可以使用内置的**enumerate**函数

```
animals = ['cat', 'dog', 'monkey']
for idx, animal in enumerate(animals):
```

**列表推导List comprehensions**：在编程的时候，我们常常想要将一种数据类型转换为另一种。  
下面是一个简单例子，将列表中的每个元素变成它的平方。

```
nums = [0, 1, 2, 3, 4]
squares = []
for x in nums:
    squares.append(x ** 2)
print squares # Prints [0, 1, 4, 9, 16]
```

使用列表推导，你就可以让代码简化很多：

```
nums = [0, 1, 2, 3, 4]
squares = [x ** 2 for x in nums]
print squares # Prints [0, 1, 4, 9, 16]
```

列表推导还可以包含条件：

```
nums = [0, 1, 2, 3, 4]
even_squares = [x ** 2 for x in nums if x % 2 == 0]
print even_squares # Prints "[0, 4, 16]"
```

## 字典Dictionaries

字典用来储存（键，值）对，这和Java中的Map差不多。你可以这样使用它：

```
d = {'cat': 'cute', 'dog': 'furry'} # Create a new dictionary with some data
print d['cat']          # Get an entry from a dictionary; prints "cute"
print 'cat' in d        # Check if a dictionary has a given key; prints "True"
d['fish'] = 'wet'        # Set an entry in a dictionary
print d['fish']          # Prints "wet"
# print d['monkey'] # KeyError: 'monkey' not a key of d
print d.get('monkey', 'N/A') # Get an element with a default; prints "N/A"
print d.get('fish', 'N/A') # Get an element with a default; prints "wet"
del d['fish']           # Remove an element from a dictionary
print d.get('fish', 'N/A') # "fish" is no longer a key; prints "N/A"
```

想要知道字典的其他特性，请查阅[文档](#)。

知

首发于  
智能单元

写文章

ooo

```
d = {'person': 2, 'cat': 4, 'spider': 8}
for animal in d:
    legs = d[animal]
    print 'A %s has %d legs' % (animal, legs)
# Prints "A person has 2 Legs", "A spider has 8 Legs", "A cat has 4 Legs"
```

如果你想要访问键和对应的值，那就使用`iteritems`方法：

```
d = {'person': 2, 'cat': 4, 'spider': 8}
for animal, legs in d.iteritems():
    print 'A %s has %d legs' % (animal, legs)
# Prints "A person has 2 Legs", "A spider has 8 Legs", "A cat has 4 Legs"
```

**字典推导Dictionary comprehensions**：和列表推导类似，但是允许你方便地构建字典。

```
nums = [0, 1, 2, 3, 4]
even_num_to_square = {x: x ** 2 for x in nums if x % 2 == 0}
print even_num_to_square # Prints "{0: 0, 2: 4, 4: 16}"
```

## 集合Sets

集合是独立不同个体的无序集合。示例如下：

```
animals = {'cat', 'dog'}
print 'cat' in animals # Check if an element is in a set; prints "True"
print 'fish' in animals # prints "False"
animals.add('fish') # Add an element to a set
print 'fish' in animals # Prints "True"
print len(animals) # Number of elements in a set; prints "3"
animals.add('cat') # Adding an element that is already in the set does nothing
print len(animals) # Prints "3"
animals.remove('cat') # Remove an element from a set
print len(animals) # Prints "2"
```

和前面一样，要知道更详细的，查看[文档](#)。

**循环Loops**：在集合中循环的语法和在列表中一样，但是集合是无序的，所以你在访问集合的元素的时候，不能做关于顺序的假设。

知 首发于  
智能单元

 写文章

...

```
print '#%d: %s' % (idx + 1, animal)
# Prints "#1: fish", "#2: dog", "#3: cat"
```

**集合推导Set comprehensions**：和字典推导一样，可以很方便地构建集合：

```
from math import sqrt
nums = {int(sqrt(x)) for x in range(30)}
print nums # Prints "set([0, 1, 2, 3, 4, 5])"
```

## 元组Tuples

元组是一个值的有序列表（不可改变）。从很多方面来说，元组和列表都很相似。和列表最重要的不同在于，元组可以在字典中用作键，还可以作为集合的元素，而列表不行。例子如下：

```
d = {(x, x + 1): x for x in range(10)} # Create a dictionary with tuple keys
print d
t = (5, 6)      # Create a tuple
print type(t)    # Prints <type 'tuple'>
print d[t]       # Prints "5"
print d[(1, 2)]  # Prints "1"
```

[文档](#)有更多元组的信息。

## 函数Functions

Python函数使用def来定义函数：

```
def sign(x):
    if x > 0:
        return 'positive'
    elif x < 0:
        return 'negative'
    else:
        return 'zero'

for x in [-1, 0, 1]:
    print sign(x)
# Prints "negative", "zero", "positive"
```

知 首发于  
智能单元

 写文章

ooo

```
def hello(name, loud=False):
    if loud:
        print 'HELLO, %s' % name.upper()
    else:
        print 'Hello, %s!' % name

hello('Bob') # Prints "Hello, Bob"
hello('Fred', loud=True) # Prints "HELLO, FRED!"
```

函数还有很多内容，可以查看[文档](#)。

## 类Classes

Python对于类的定义是简单直接的：

```
class Greeter(object):

    # Constructor
    def __init__(self, name):
        self.name = name # Create an instance variable

    # Instance method
    def greet(self, loud=False):
        if loud:
            print 'HELLO, %s!' % self.name.upper()
        else:
            print 'Hello, %s' % self.name

g = Greeter('Fred') # Construct an instance of the Greeter class
g.greet()           # Call an instance method; prints "Hello, Fred"
g.greet(loud=True) # Call an instance method; prints "HELLO, FRED!"
```

更多类的信息请查阅[文档](#)。

## Numpy

Numpy是Python中用于科学计算的核心库。它提供了高性能的多维数组对象，以及相关工具。

## 数组Arrays

知 首发于  
智能单元

 写文章

ooo

可以描述数组不同维度上的大小。

我们可以从列表创建数组，然后利用方括号访问其中的元素：

```
import numpy as np

a = np.array([1, 2, 3]) # Create a rank 1 array
print type(a)           # Prints "<type 'numpy.ndarray'>"
print a.shape           # Prints "(3,)"
print a[0], a[1], a[2]  # Prints "1 2 3"
a[0] = 5                # Change an element of the array
print a                 # Prints "[5, 2, 3]

b = np.array([[1,2,3],[4,5,6]]) # Create a rank 2 array
print b                  # 显示一下矩阵b
print b.shape            # Prints "(2, 3)"
print b[0, 0], b[0, 1], b[1, 0] # Prints "1 2 4"
```

Numpy还提供了很多其他创建数组的方法：

```
import numpy as np

a = np.zeros((2,2)) # Create an array of all zeros
print a             # Prints "[[ 0.  0.]
                     #          [ 0.  0.]]"

b = np.ones((1,2)) # Create an array of all ones
print b             # Prints "[[ 1.  1.]]"

c = np.full((2,2), 7) # Create a constant array
print c             # Prints "[[ 7.  7.]
                     #          [ 7.  7.]]"

d = np.eye(2)       # Create a 2x2 identity matrix
print d             # Prints "[[ 1.  0.]
                     #          [ 0.  1.]]"

e = np.random.random((2,2)) # Create an array filled with random values
print e              # Might print "[[ 0.91940167  0.08143941]
                     #          [ 0.68744134  0.87236687]]"
```

知 首发于  
智能单元

 写文章

...

## 访问数组

Numpy提供了多种访问数组的方法。

**切片**：和Python列表类似，numpy数组可以使用切片语法。因为数组可以是多维的，所以你必须为每个维度指定好切片。

```
import numpy as np

# Create the following rank 2 array with shape (3, 4)
# [[ 1  2  3  4]
#  [ 5  6  7  8]
#  [ 9 10 11 12]]
a = np.array([[1,2,3,4], [5,6,7,8], [9,10,11,12]])

# Use slicing to pull out the subarray consisting of the first 2 rows
# and columns 1 and 2; b is the following array of shape (2, 2):
# [[2 3]
#  [6 7]]
b = a[:2, 1:3]

# A slice of an array is a view into the same data, so modifying it
# will modify the original array.
print a[0, 1]    # Prints "2"
b[0, 0] = 77    # b[0, 0] is the same piece of data as a[0, 1]
print a[0, 1]    # Prints "77"
```

你可以同时使用整型和切片语法来访问数组。但是，这样做会产生一个比原数组低阶的新数组。  
需要注意的是，这里和MATLAB中的情况是不同的：

```
import numpy as np

# Create the following rank 2 array with shape (3, 4)
# [[ 1  2  3  4]
#  [ 5  6  7  8]
#  [ 9 10 11 12]]
a = np.array([[1,2,3,4], [5,6,7,8], [9,10,11,12]])

# Two ways of accessing the data in the middle row of the array.
# Mixing integer indexing with slices yields an array of Lower rank,
# while using only slices yields an array of the same rank as the
```

知 首发于  
智能单元

 写文章

ooo

```
row_r1 = a[1:, :3] # Prints "the second row of a"
print row_r1, row_r1.shape # Prints "[5 6 7 8] (4,)"
print row_r2, row_r2.shape # Prints "[[5 6 7 8]] (1, 4)"

# We can make the same distinction when accessing columns of an array:
col_r1 = a[:, 1]
col_r2 = a[:, 1:2]
print col_r1, col_r1.shape # Prints "[ 2  6 10] (3,)"
print col_r2, col_r2.shape # Prints "[[ 2]
                           #          [ 6]
                           #          [10]] (3, 1)"
```

**整型数组访问**：当我们使用切片语法访问数组时，得到的总是原数组的一个子集。整型数组访问允许我们利用其它数组的数据构建一个新的数组：

```
import numpy as np

a = np.array([[1, 2], [3, 4], [5, 6]])

# An example of integer array indexing.
# The returned array will have shape (3,) and
print a[[0, 1, 2], [0, 1, 0]] # Prints "[1 4 5]

# The above example of integer array indexing is equivalent to this:
print np.array([a[0, 0], a[1, 1], a[2, 0]]) # Prints "[1 4 5"]

# When using integer array indexing, you can reuse the same
# element from the source array:
print a[[0, 0], [1, 1]] # Prints "[2 2]"

# Equivalent to the previous integer array indexing example
print np.array([a[0, 1], a[0, 1]]) # Prints "[2 2]"
```

整型数组访问语法还有个有用的技巧，可以用来选择或者更改矩阵中每行中的一个元素：

```
import numpy as np

# Create a new array from which we will select elements
a = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6], [7, 8, 9], [10, 11, 12]])

print a # prints "array([[ 1,  2,  3],
```

知

首发于  
智能单元

写文章

ooo

```
# Create an array of indices
b = np.array([0, 2, 0, 1])

# Select one element from each row of a using the indices in b
print a[np.arange(4), b] # Prints "[ 1  6  7 11]

# Mutate one element from each row of a using the indices in b
a[np.arange(4), b] += 10

print a # prints "array([[11,  2,  3],
                      [ 4,  5, 16],
                      [17,  8,  9],
                      [10, 21, 12]])"
```

**布尔型数组访问**：布尔型数组访问可以让你选择数组中任意元素。通常，这种访问方式用于选取数组中满足某些条件的元素，举例如下：

```
import numpy as np

a = np.array([[1,2], [3, 4], [5, 6]])

bool_idx = (a > 2) # Find the elements of a that are bigger than 2;
# this returns a numpy array of Booleans of the same
# shape as a, where each slot of bool_idx tells
# whether that element of a is > 2.

print bool_idx # Prints "[[False False]
#                  [ True  True]
#                  [ True  True]]"

# We use boolean array indexing to construct a rank 1 array
# consisting of the elements of a corresponding to the True values
# of bool_idx
print a[bool_idx] # Prints "[3 4 5 6]"

# We can do all of the above in a single concise statement:
print a[a > 2] # Prints "[3 4 5 6]"
```

为了教程的简介，有很多数组访问的细节我们没有详细说明，可以查看[文档](#)。

知 首发于  
智能单元

 写文章

...

每个Numpy数组都是数据类型相同的元素组成的网格。Numpy提供了很多的数据类型用于创建数组。当你创建数组的时候，Numpy会尝试猜测数组的数据类型，你也可以通过参数直接指定数据类型，例子如下：

```
import numpy as np

x = np.array([1, 2]) # Let numpy choose the datatype
print x.dtype        # Prints "int64"

x = np.array([1.0, 2.0]) # Let numpy choose the datatype
print x.dtype          # Prints "float64"

x = np.array([1, 2], dtype=np.int64) # Force a particular datatype
print x.dtype                  # Prints "int64"
```

更多细节查看[文档](#)。

## 数组计算

基本数学计算函数会对数组中元素逐个进行计算，既可以利用操作符重载，也可以使用函数方式：

```
import numpy as np

x = np.array([[1,2],[3,4]], dtype=np.float64)
y = np.array([[5,6],[7,8]], dtype=np.float64)

# Elementwise sum; both produce the array
# [[ 6.0  8.0]
#  [10.0 12.0]]
print x + y
print np.add(x, y)

# Elementwise difference; both produce the array
# [[-4.0 -4.0]
#  [-4.0 -4.0]]
print x - y
print np.subtract(x, y)

# Elementwise product; both produce the array
# [[ 5.0 12.0]
#  [21.0 32.0]]
```

知 首发于  
智能单元

 写文章

ooo

```
print x * y
print np.multiply(x, y)

# Elementwise division; both produce the array
# [[ 0.2 0.33333333]
[ 0.42857143 0.5 ]]
print x / y
print np.divide(x, y)

# Elementwise square root; produces the array
# [[ 1. 1.41421356]
[ 1.73205081 2. ]]
print np.sqrt(x)
```

和MATLAB不同，\*是元素逐个相乘，而不是矩阵乘法。在Numpy中使用dot来进行矩阵乘法：

```
import numpy as np

x = np.array([[1,2],[3,4]])
y = np.array([[5,6],[7,8]])

v = np.array([9,10])
w = np.array([11, 12])

# Inner product of vectors; both produce 219
print v.dot(w)
print np.dot(v, w)

# Matrix / vector product; both produce the rank 1 array [29 67]
print x.dot(v)
print np.dot(x, v)

# Matrix / matrix product; both produce the rank 2 array
# [[19 22]
[ 43 50]]
print x.dot(y)
print np.dot(x, y)
```

Numpy提供了很多计算数组的函数，其中最常用的一个是sum：

知 首发于  
智能单元

 写文章

ooo

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

print np.sum(x) # Compute sum of all elements; prints "10"
print np.sum(x, axis=0) # Compute sum of each column; prints "[4 6]"
print np.sum(x, axis=1) # Compute sum of each row; prints "[3 7]"
```

想要了解更多函数，可以查看[文档](#)。

除了计算，我们还常常改变数组或者操作其中的元素。其中将矩阵转置是常用的一个，在Numpy中，使用T来转置矩阵：

```
import numpy as np

x = np.array([[1,2], [3,4]])
print x    # Prints "[[1 2]
            #           [3 4]]"
print x.T # Prints "[[1 3]
            #           [2 4]]"

# Note that taking the transpose of a rank 1 array does nothing:
v = np.array([1,2,3])
print v    # Prints "[1 2 3]"
print v.T # Prints "[1 2 3]"
```

Numpy还提供了更多操作数组的方法，请查看[文档](#)。

## 广播Broadcasting

广播是一种强有力的机制，它让Numpy可以让不同大小的矩阵在一起进行数学计算。我们常常会有一个小的矩阵和一个大的矩阵，然后我们会需要用小的矩阵对大的矩阵做一些计算。

举个例子，如果我们想要把一个向量加到矩阵的每一行，我们可以这样做：

```
import numpy as np

# We will add the vector v to each row of the matrix x,
# storing the result in the matrix y
x = np.array([[1,2,3], [4,5,6], [7,8,9], [10, 11, 12]])
v = np.array([1, 0, 1])
y = np.empty_like(x) # Create an empty matrix with the same shape as x
```

知 首发于  
智能单元

 写文章

ooo

```
y[i, :] = x[i, :] + v
```

# Now y is the following

# [[ 2 2 4]

# [ 5 5 7]

# [ 8 8 10]

# [11 11 13]]

print y

这样是行得通的，但是当x矩阵非常大，利用循环来计算就会变得很慢很慢。我们可以换一种思路：

```
import numpy as np
```

# We will add the vector v to each row of the matrix x,

# storing the result in the matrix y

x = np.array([[1,2,3], [4,5,6], [7,8,9], [10, 11, 12]])

v = np.array([1, 0, 1])

vv = np.tile(v, (4, 1)) # Stack 4 copies of v on top of each other

print vv # Prints "[[1 0 1]

# [1 0 1]

# [1 0 1]

# [1 0 1]]"

y = x + vv # Add x and vv elementwise

print y # Prints "[[ 2 2 4

# [ 5 5 7]

# [ 8 8 10]

# [11 11 13]]"

Numpy广播机制可以让我们不用创建vv，就能直接运算，看看下面例子：

```
import numpy as np
```

# We will add the vector v to each row of the matrix x,

# storing the result in the matrix y

x = np.array([[1,2,3], [4,5,6], [7,8,9], [10, 11, 12]])

v = np.array([1, 0, 1])

y = x + v # Add v to each row of x using broadcasting

print y # Prints "[[ 2 2 4]

# [ 5 5 7]

知

首发于  
智能单元 写文章...  
...

对两个数组使用广播机制要遵守下列规则：

1. 如果数组的秩不同，使用1来将秩较小的数组进行扩展，直到两个数组的尺寸的长度都一样。
2. 如果两个数组在某个维度上的长度是一样的，或者其中一个数组在该维度上长度为1，那么我们就说这两个数组在该维度上是**相容的**。
3. 如果两个数组在所有维度上都是相容的，他们就能使用广播。
4. 如果两个输入数组的尺寸不同，那么注意其中较大的那个尺寸。因为广播之后，两个数组的尺寸将和那个较大的尺寸一样。
5. 在任何一个维度上，如果一个数组的长度为1，另一个数组长度大于1，那么在该维度上，就好像是对第一个数组进行了复制。

如果上述解释看不明白，可以读一读[文档](#)和这个[解释](#)。**译者注**：强烈推荐阅读文档中的例子。

支持广播机制的函数是全局函数。哪些是全局函数可以在[文档](#)中查找。

下面是一些广播机制的使用：

```
import numpy as np

# Compute outer product of vectors
v = np.array([1,2,3]) # v has shape (3,)
w = np.array([4,5]) # w has shape (2,)
# To compute an outer product, we first reshape v to be a column
# vector of shape (3, 1); we can then broadcast it against w to yield
# an output of shape (3, 2), which is the outer product of v and w:
# [[ 4  5]
#  [ 8 10]
#  [12 15]]
print np.reshape(v, (3, 1)) * w

# Add a vector to each row of a matrix
x = np.array([[1,2,3], [4,5,6]])
# x has shape (2, 3) and v has shape (3,) so they broadcast to (2, 3),
# giving the following matrix:
# [[2 4 6]
#  [5 7 9]]
print x + v
```

知 首发于  
智能单元

 写文章

ooo

```
# If we transpose x then it has shape (2, 2) and can be broadcast
# against w to yield a result of shape (3, 2); transposing this result
# yields the final result of shape (2, 3) which is the matrix x with
# the vector w added to each column. Gives the following matrix:
# [[ 5  6  7]
#  [ 9 10 11]]
print (x.T + w).T

# Another solution is to reshape w to be a row vector of shape (2, 1);
# we can then broadcast it directly against x to produce the same
# output.
print x + np.reshape(w, (2, 1))

# Multiply a matrix by a constant:
# x has shape (2, 3). Numpy treats scalars as arrays of shape ();
# these can be broadcast together to shape (2, 3), producing the
# following array:
# [[ 2  4  6]
#  [ 8 10 12]]
print x * 2
```

广播机制能够让你的代码更简洁更迅速，能够用的时候请尽量使用！

## Numpy文档

这篇教程涉及了你需要了解的numpy中的一些重要内容，但是numpy远不止如此。可以查阅[numpy文献](#)来学习更多。

## SciPy

Numpy提供了高性能的多维数组，以及计算和操作数组的基本工具。[SciPy](#)基于Numpy，提供了大量的计算和操作数组的函数，这些函数对于不同类型的科学和工程计算非常有用。

熟悉SciPy的最好方法就是阅读[文档](#)。我们会强调对于本课程有用的部分。

## 图像操作

SciPy提供了一些操作图像的基本函数。比如，它提供了将图像从硬盘读入到数组的函数，也提供了将数组中数据写入的硬盘成为图像的函数。下面是一个简单的例子：

知 首发于  
智能单元

写文章

ooo

```
# Read an JPEG image into a numpy array
img = imread('assets/cat.jpg')
print img.dtype, img.shape # Prints "uint8 (400, 248, 3)"

# We can tint the image by scaling each of the color channels
# by a different scalar constant. The image has shape (400, 248, 3);
# we multiply it by the array [1, 0.95, 0.9] of shape (3,);
# numpy broadcasting means that this leaves the red channel unchanged,
# and multiplies the green and blue channels by 0.95 and 0.9
# respectively.
img_tinted = img * [1, 0.95, 0.9]

# Resize the tinted image to be 300 by 300 pixels.
img_tinted = imresize(img_tinted, (300, 300))

# Write the tinted image back to disk
imsave('assets/cat_tinted.jpg', img_tinted)
```

**译者注**：如果运行这段代码出现类似**ImportError: cannot import name imread**的报错，那么请利用pip进行Pillow的下载，可以解决问题。命令：pip install Pillow。

---

知

首发于  
智能单元 写文章...  

---



左边是原始图片，右边是变色和变形的图片。

---

## MATLAB文件

函数**scipy.io.loadmat**和**scipy.io.savemat**能够让你读和写MATLAB文件。具体请查看[文档](#)。

## 点之间的距离

SciPy定义了一些有用的函数，可以计算集合中点之间的距离。

函数**scipy.spatial.distance.pdist**能够计算集合中所有两点之间的距离：

```
import numpy as np
from scipy.spatial.distance import pdist, squareform

# Create the following array where each row is a point in 2D space:
# [[0 1]
#  [1 0]
#  [2 0]]
```

知  
首发于  
智能单元

 写文章

ooo

```
# Compute the Euclidean distance between all rows of x.
# d[i, j] is the Euclidean distance between x[i, :] and x[j, :],
# and d is the following array:
# [[ 0.          1.41421356  2.23606798]
#  [ 1.41421356  0.          1.          ]
#  [ 2.23606798  1.          0.        ]]
d = squareform(pdist(x, 'euclidean'))
print d
```

具体细节请阅读[文档](#)。

函数[scipy.spatial.distance.cdist](#)可以计算不同集合中点的距离，具体请查看[文档](#)。

## Matplotlib

Matplotlib是一个作图库。这里简要介绍[matplotlib.pyplot](#)模块，功能和MATLAB的作图功能类似。

## 绘图

matplotlib库中最重要的函数是Plot。该函数允许你做出2D图形，如下：

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Compute the x and y coordinates for points on a sine curve
x = np.arange(0, 3 * np.pi, 0.1)
y = np.sin(x)

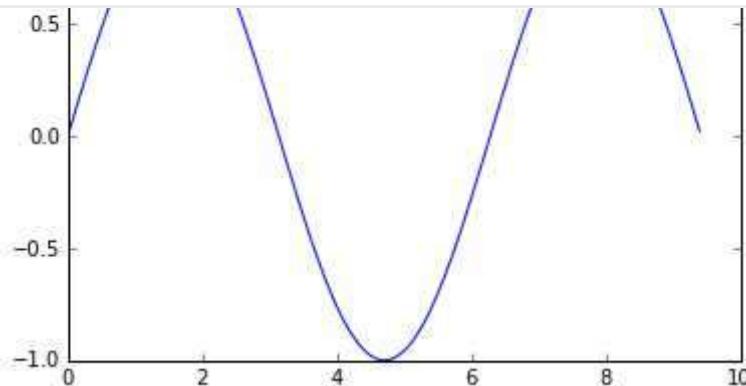
# Plot the points using matplotlib
plt.plot(x, y)
plt.show() # You must call plt.show() to make graphics appear.
```

运行上面代码会产生下面的作图：

知

首发于  
智能单元写文章

○○○



---

只需要少量工作，就可以一次画不同的线，加上标签，坐标轴标志等。

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Compute the x and y coordinates for points on sine and cosine curves
x = np.arange(0, 3 * np.pi, 0.1)
y_sin = np.sin(x)
y_cos = np.cos(x)

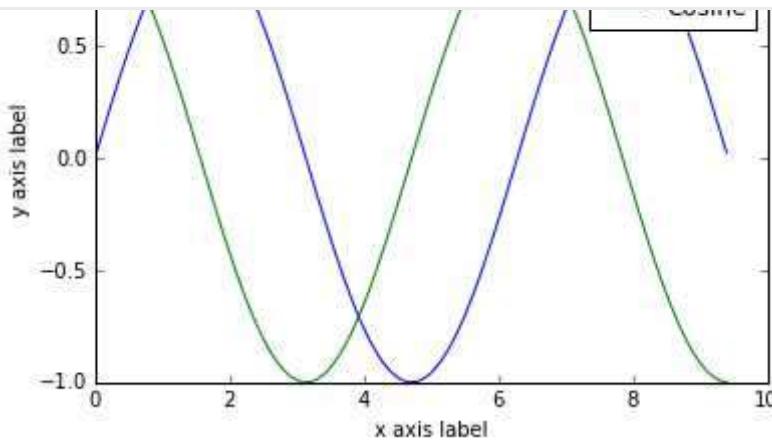
# Plot the points using matplotlib
plt.plot(x, y_sin)
plt.plot(x, y_cos)
plt.xlabel('x axis label')
plt.ylabel('y axis label')
plt.title('Sine and Cosine')
plt.legend(['Sine', 'Cosine'])
plt.show()
```

---

知

首发于  
智能单元

写文章

...  
...

可以在[文档](#)中阅读更多关于plot的内容。

## 绘制多个图像

可以使用**subplot**函数来在一幅图中画不同的东西：

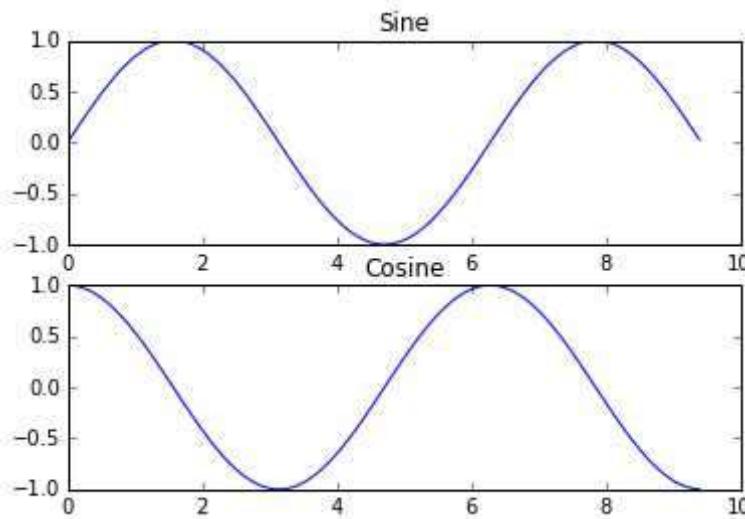
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Compute the x and y coordinates for points on sine and cosine curves
x = np.arange(0, 3 * np.pi, 0.1)
y_sin = np.sin(x)
y_cos = np.cos(x)

# Set up a subplot grid that has height 2 and width 1,
# and set the first such subplot as active.
plt.subplot(2, 1, 1)

# Make the first plot
plt.plot(x, y_sin)
plt.title('Sine')

# Set the second subplot as active, and make the second plot.
plt.subplot(2, 1, 2)
plt.plot(x, y_cos)
plt.title('Cosine')
```



关于**subplot**的更多细节，可以阅读[文档](#)。

## 图像

你可以使用**imshow**函数来显示图像，如下所示：

```
import numpy as np
from scipy.misc import imread, imresize
import matplotlib.pyplot as plt

img = imread('assets/cat.jpg')
img_tinted = img * [1, 0.95, 0.9]

# Show the original image
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.imshow(img)

# Show the tinted image
plt.subplot(1, 2, 2)

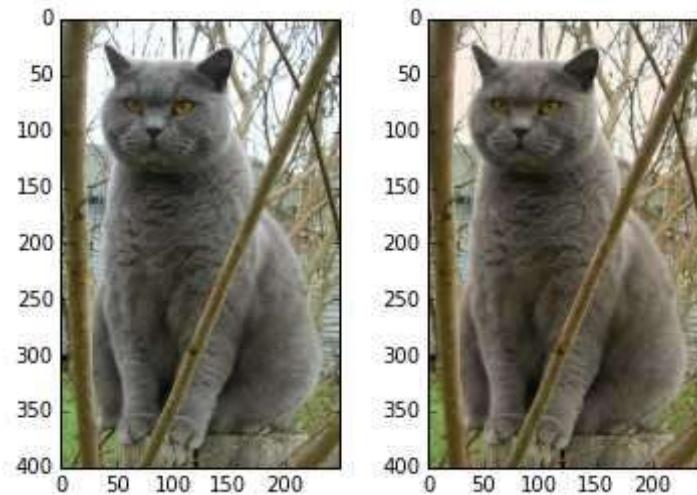
# A slight gotcha with imshow is that it might give strange results
# if presented with data that is not uint8. To work around this, we
# explicitly cast the image to uint8 before displaying it.
```

知

首发于  
智能单元

写文章

...



---

本教程翻译完毕。

译者反馈：

- 1.个人水平有限，翻译中存在的任何问题请大家在评论中或私信我指正，我会认真修改或给出回馈；
- 2.第一次撰写知乎专栏，**没有发现文章内的锚点功能**。如有，请大家指点；
- 3.对于**Container**的翻译，采取“容器”。亦有知友指出可用“复合数据类型”，未决，请大家点评；
- 4.对于广播机制中数组的**rank**，现在翻译为“秩”。亦有知友指出可用“尺寸”，未决，请大家点评；
- 5.有知友指出**文章过长**。希望以后能将一篇教程拆分一下，方便大家碎片化阅读。经我统计，目前希望拆分的知友较多，那么下篇翻译将拆分为上下篇。

「真诚赞赏，手留余香」

赞赏

13 人赞赏

知

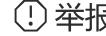
首发于  
智能单元 写文章...  


Flood Sung 亦有帮助

深度学习 ( Deep Learning )

Python 入门

卷积神经网络 ( CNN )

 收藏  分享  举报 603

## 96 条评论



写下你的评论...

**panovr**

很不错，知乎专栏支持LaTex吗？因为后面的翻译应该会有数学公式的地方。

1 年前

**杜客 (作者)** 回复 **panovr** 查看对话

不支持的，但是有个公式编辑器，还没用过，试试再评价。

1 年前

1 赞

**FightAlone**

大赞，我刚听到第5课了，这几天把这门课听完。

1 年前

**杜客 (作者)** 回复 **FightAlone** 查看对话

会认真一步步翻译的

1 年前

1 赞

知

首发于  
智能单元

写文章

· · ·

哇吓吓！可以转载吗？

1年前



SeeSeeYou886

赞赞赞；期望能有时间边看你的翻译，边看课程吧，也期望能共同提高翻译质量

排版方面：

内容列表行间距可调么，感觉太稀疏；其他有些地方也是，，  
感觉一个页面内容好少，当然，也许这样会主观上觉着课程更容易，  
再看看大家的意见吧

1年前



杜客（作者）回复 休语栓

查看对话

同意转载:) 请保证文章完整性，注明原链接和文章来源。因为毕竟不是我一个人工作，是小伙伴们共同的劳动成果。

1年前

5 赞



杜客（作者）回复 SeeSeeYou886

查看对话

收到，我再研究下排版问题。

1年前



细胞核

赞一个

1年前



杜客（作者）回复 细胞核

查看对话

谢谢。

1年前

下一页

知

首发于  
智能单元 写文章...  
...

智能单元

聚焦通用人工智能

进入专栏

## 推荐阅读



## Deep Reinforcement Learning 深度增强学习资源 (持续更新 )

Deep Reinforcement Learning深度增强学习可以说发源于2013年DeepMind的Playing Atari with ... [查看全文 >](#)

Flood Sung · 1 年前 · 发表于 智能单元



## 获得授权翻译斯坦福CS231n课程笔记系列

一切都要从这个回答说起：应该选择TensorFlow还是Theano？ - 杜客的回答斯坦福CS231n-Convol... [查看全文 >](#)

杜客 · 1 年前 · 发表于 智能单元



## 临界专栏 | 对外投资合作指引·知识产权篇 | 海外专利预警与风险管理

编者按：2016年，中国境内投资者全年共对全球164个国家和地区的7961家境外企业进行了非金融... [查看全文 >](#)

临界Transcend · 25 天前 · 编辑精选



## 聊聊“律师的成功”与“成功的律师”(四) ——律师之“智”

如果“德”是“上层建筑”，“智”就是物质基础；如果“德”是一个人的灵魂，决定了这个人如... [查看全文 >](#)

赵律 · 7 天前 · 编辑精选 · 发表于 法象说

