迭代

2256次阅读

如果给定一个list或tuple，我们可以通过for循环来遍历这个list或tuple，这种遍历我们成为迭代（Iteration）。

在Python中，迭代是通过for ... in来完成的，而很多语言比如C或者Java，迭代list是通过下标完成的，比如Java代码：

```
for (i=0; i<list.length; i++) {
    n = list[i];
}
```

可以看出，Python的for循环抽象程度要高于Java的for循环，因为Python的for循环不仅可以用在list或tuple上，还可以作用在其他可迭代对象上。

list这种数据类型虽然有下标，但很多其他数据类型是没有下标的，但是，只要是可迭代对象，无论有无下标，都可以迭代，比如dict就可以迭代：

```
>>> d = {'a': 1, 'b': 2, 'c': 3}
>>> for key in d:
...     print key
...
a
c
b
```

因为dict的存储不是按照list的方式顺序排列，所以，迭代出的结果顺序很可能不一样。

默认情况下，dict迭代的是key。如果要迭代value，可以用for value in d.itervalues()，如果要同时迭代key和value，可以用for k, v in d.iteritems()。

由于字符串也是可迭代对象，因此，也可以作用于for循环：

```
>>> for ch in 'ABC':
...     print ch
...
A
B
C
```

所以，当我们使用for循环时，只要作用于一个可迭代对象，for循环就可以正常运行，而我们不太关心该对象究竟是list还是其他数据类型。

那么，如何判断一个对象是可迭代对象呢？方法是通过collections模块的Iterable类型判断：

```
>>> from collections import Iterable
>>> isinstance('abc', Iterable) # str是否可迭代
True
>>> isinstance([1,2,3], Iterable) # list是否可迭代
True
>>> isinstance(123, Iterable) # 整数是否可迭代
False
```

最后一个小问题，如果要对list实现类似Java那样的下标循环怎么办？Python内置的enumerate函数可以把一个list变成索引-元素对，这样就可以在for循环中同时迭代索引和元素本身：

```
>>> for i, value in enumerate(['A', 'B', 'C']):
...     print i, value
...
0 A
1 B
2 C
```

上面的for循环里，同时引用了两个变量，在Python里是很常见的，比如下面的代码：

```
>>> for x, y in [(1, 1), (2, 4), (3, 9)]:
...     print x, y
...
1 1
2 4
3 9
```

小结

任何可迭代对象都可以作用于for循环，包括我们自定义的数据类型，只要符合迭代条件，就可以使用for循环。

列表生成式

2223次阅读

列表生成式即List Comprehensions，是Python内置的非常简单却强大的可以用来创建list的生成式。

举个例子，要生成list [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]可以用range(1, 11)：

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

但如果要生成[1x1, 2x2, 3x3, ..., 10x10]怎么做？方法一是循环：

```
>>> L = []
>>> for x in range(1, 11):
...     L.append(x * x)
...
>>> L
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100]
```

但是循环太繁琐，而列表生成式则可以用一行语句代替循环生成上面的list：

```
>>> [x * x for x in range(1, 11)]
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100]
```

写列表生成式时，把要生成的元素x * x放到前面，后面跟for循环，就可以把list创建出来，十分有用，多写几次，很快就可以熟悉这种语法。

for循环后面还可以加上if判断，这样我们就可以筛选出仅偶数的平方：

```
>>> [x * x for x in range(1, 11) if x % 2 == 0]
[4, 16, 36, 64, 100]
```

还可以使用两层循环，可以生成全排列：

```
>>> [m + n for m in 'ABC' for n in 'XYZ']
['AX', 'AY', 'AZ', 'BX', 'BY', 'BZ', 'CX', 'CY', 'CZ']
```

三层和三层以上的循环就很少用到了。

运用列表生成式，可以写出非常简洁的代码。例如，列出当前目录下的所有文件和目录名，可以通过一行代码实现：

```
>>> import os # 导入os模块，模块的概念后面讲到
>>> [d for d in os.listdir('.')] # os.listdir可以列出文件和目录
['.emacs.d', '.ssh', '.Trash', 'Adlm', 'Applications', 'Desktop', 'Documents', 'Downloads', 'Library', 'Movies', 'Music', 'Pictures', 'Public', 'VirtualBox VMs', 'Wo
```

for循环其实可以同时使用两个甚至多个变量，比如dict的iteritems()可以同时迭代key和value：

```
>>> d = {'x': 'A', 'y': 'B', 'z': 'C' }
>>> for k, v in d.iteritems():
...     print k, '=', v
...
y = B
x = A
z = C
```

因此，列表生成式也可以使用两个变量来生成list：

```
>>> d = {'x': 'A', 'y': 'B', 'z': 'C' }
>>> [k + '=' + v for k, v in d.iteritems()]
['y=B', 'x=A', 'z=C']
```

最后把一个list中所有的字符串变成小写：

```
>>> L = ['Hello', 'World', 'IBM', 'Apple']
>>> [s.lower() for s in L]
['hello', 'world', 'ibm', 'apple']
```

小结

运用列表生成式，可以快速生成list，可以通过一个list推导出另一个list，而代码却十分简洁。

思考：如果list中既包含字符串，又包含整数，由于非字符串类型没有lower()方法，所以列表生成式会报错：

```
>>> L = ['Hello', 'World', 18, 'Apple', None]
>>> [s.lower() for s in L]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'int' object has no attribute 'lower'
```

使用内建的isinstance函数可以判断一个变量是不是字符串：

```
>>> x = 'abc'
>>> y = 123
>>> isinstance(x, str)
True
>>> isinstance(y, str)
False
```

请修改列表生成式，通过添加if语句保证列表生成式能正确地执行。

生成器

2195次阅读

通过列表生成式，我们可以直接创建一个列表。但是，受到内存限制，列表容量肯定是有限的。而且，创建一个包含100万个元素的列表，不仅占用很大的存储空间，如果我们仅仅需要访问前面几个元素，那后面绝大多数元素占用的空间都白白浪费了。

所以，如果列表元素可以按照某种算法推算出来，那我们是否可以在循环的过程中不断推算出后续的元素呢？这样就不必创建完整的list，从而节省大量的空间。在Python中，这种一边循环一边计算的机制，称为生成器（Generator）。

要创建一个generator，有很多种方法。第一种方法很简单，只要把一个列表生成式的[]改成()，就创建了一个generator：

```
>>> L = [x * x for x in range(10)]
>>> L
[0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
>>> g = (x * x for x in range(10))
>>> g
<generator object <genexpr> at 0x104feab40>
```

创建L和g的区别仅在于最外层的[]和()，L是一个list，而g是一个generator。

我们可以直接打印出list的每一个元素，但我们怎么打印出generator的每一个元素呢？

如果要一个一个打印出来，可以通过generator的next()方法：

```
>>> g.next()
0
>>> g.next()
1
>>> g.next()
4
>>> g.next()
9
>>> g.next()
16
>>> g.next()
25
>>> g.next()
36
>>> g.next()
49
>>> g.next()
64
>>> g.next()
81
>>> g.next()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
```

我们讲过，generator保存的是算法，每次调用next()，就计算出下一个元素的值，直到计算到最后一个元素，没有更多的元素时，抛出StopIteration的错误。

当然，上面这种不断调用next()方法实在是太变态了，正确的方法是使用for循环，因为generator也是可迭代对象：

```
>>> g = (x * x for x in range(10))
>>> for n in g:
...     print n
...
0
1
4
9
16
25
36
49
64
81
```

所以，我们创建了一个generator后，基本上永远不会调用next()方法，而是通过for循环来迭代它。

generator非常强大。如果推算的算法比较复杂，用类似列表生成式的for循环无法实现的时候，还可以用函数来实现。

比如，著名的斐波拉契数列（Fibonacci），除第一个和第二个数外，任意一个数都可由前两个数相加得到：

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ...

斐波拉契数列用列表生成式写不出来，但是，用函数把它打印出来却很容易：

```
def fib(max):
    n, a, b = 0, 0, 1
    while n < max:
        print b
        a, b = b, a + b
        n = n + 1
```

上面的函数可以输出斐波那契数列的前N个数：

```
>>> fib(6)
1
1
2
3
5
8
```

仔细观察，可以看出，fib函数实际上是定义了斐波拉契数列的推算规则，可以从第一个元素开始，推算出后续任意的元素，这种逻辑其实非常类似generator。

也就是说，上面的函数和generator仅一步之遥。要把fib函数变成generator，只需要把print b改为yield b就可以了：

```
def fib(max):
    n, a, b = 0, 0, 1
    while n < max:
        yield b
        a, b = b, a + b
        n = n + 1
```

这就是定义generator的另一种方法。如果一个函数定义中包含yield关键字，那么这个函数就不再是一个普通函数，而是一个generator：

```
>>> fib(6)
<generator object fib at 0x104feaaa0>
```

这里，最难理解的就是generator和函数的执行流程不一样。函数是顺序执行，遇到return语句或者最后一行函数语句就返回。而变成generator的函数，在每次调用next()的时候执行，遇到yield语句返回，再次执行时从上次返回的yield语句处继续执行。

举个简单的例子，定义一个generator，依次返回数字1，3，5：

```
>>> def odd():
...     print 'step 1'
...     yield 1
...     print 'step 2'
...     yield 3
...     print 'step 3'
...     yield 5
...
>>> o = odd()
>>> o.next()
step 1
1
>>> o.next()
step 2
3
>>> o.next()
step 3
5
>>> o.next()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
```

可以看到，odd不是普通函数，而是generator，在执行过程中，遇到yield就中断，下次又继续执行。执行3次yield后，已经没有yield可以执行了，所以，第4次调用next()就报错。

回到fib的例子，我们在循环过程中不断调用yield，就会不断中断。当然要给循环设置一个条件来退出循环，不然就会产生一个无限数列出来。

同样的，把函数改成generator后，我们基本上从来不会用next()来调用它，而是直接使用for循环来迭代：

```
>>> for n in fib(6):
...     print n
...
1
1
2
3
5
8
```

小结

generator是非常强大的工具，在Python中，可以简单地把列表生成式改成generator，也可以通过函数实现复杂逻辑的generator。

要理解generator的工作原理，它是在for循环的过程中不断计算出下一个元素，并在适当的条件结束for循环。对于函数改成的generator来说，遇到return语句或者执行到函数体最后一行语句，就是结束generator的指令，for循环随之结束。

函数式编程

1978次阅读

函数是Python内建支持的一种封装，我们通过把大段代码拆成函数，通过一层一层的函数调用，就可以把复杂任务分解成简单的任务，这种分解可以称之为面向过程的程序设计。函数就是面向过程的程序设计的基本单元。

而函数式编程（请注意多了一个“式”字）——Functional Programming，虽然也可以归结到面向过程的程序设计，但其思想更接近数学计算。

我们首先要搞明白计算机（Computer）和计算（Compute）的概念。

在计算机的层次上，CPU执行的是加减乘除的指令代码，以及各种条件判断和跳转指令，所以，汇编语言是最贴近计算机的语言。

而计算则指数学意义上的计算，越是抽象的计算，离计算机硬件越远。

对应到编程语言，就是越低级的语言，越贴近计算机，抽象程度低，执行效率高，比如C语言；越高级的语言，越贴近计算，抽象程度高，执行效率低，比如Lisp语言。

函数式编程就是一种抽象程度很高的编程范式，纯粹的函数式编程语言编写的函数没有变量，因此，任意一个函数，只要输入是确定的，输出就是确定的，这种纯函数我们称之为没有副作用。而允许使用变量的程序设计语言，由于函数内部的变量状态不确定，同样的输入，可能得到不同的输出，因此，这种函数是有副作用的。

函数式编程的一个特点就是，允许把函数本身作为参数传入另一个函数，还允许返回一个函数！

Python对函数式编程提供部分支持。由于Python允许使用变量，因此，Python不是纯函数式编程语言。

高阶函数

2921次阅读

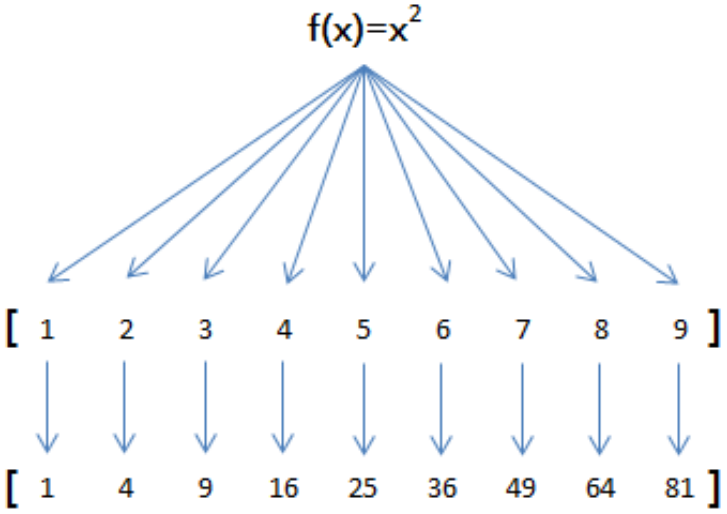
传入函数

要理解“函数本身也可以作为参数传入”，可以从Python内建的map/reduce函数入手。

如果你读过Google的那篇大名鼎鼎的论文“MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters”，你就能大概明白map/reduce的概念。

我们先看map。map()函数接收两个参数，一个是函数，一个是序列，map将传入的函数依次作用到序列的每个元素，并把结果作为新的list返回。

举例说明，比如我们有一个函数$f(x)=x^2$，要把这个函数作用在一个list [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]上，就可以用map()实现如下：



现在，我们用Python代码实现：

```
>>> def f(x):
...     return x * x
...
>>> map(f, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
```

请注意我们定义的函数f。当我们写f时，指的是函数对象本身，当我们写f(1)时，指的是调用f函数，并传入参数1，期待返回结果1。

因此，map()传入的第一个参数是f，即函数对象本身。

像map()函数这种能够接收函数作为参数的函数，称之为高阶函数（Higher-order function）。

你可能会想，不需要map()函数，写一个循环，也可以计算出结果：

```
L = []
for n in [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]:
    L.append(f(n))
print L
```

的确可以，但是，从上面的循环代码，能一眼看明白“把f(x)作用在list的每一个元素并把结

果生成一个新的list”吗？

所以，map()作为高阶函数，事实上它把运算规则抽象了，因此，我们不但可以计算简单的$f(x)=x^2$，还可以计算任意复杂的函数。

再看reduce的用法。reduce把一个函数作用在一个序列[x1, x2, x3...]上，这个函数必须接收两个参数，reduce把结果继续和序列的下一个元素做累积计算，其效果就是：

```
reduce(f, [x1, x2, x3, x4]) = f(f(f(x1, x2), x3), x4)
```

比方说对一个序列求和，就可以用reduce实现：

```
>>> def add(x, y):
...     return x + y
...
>>> reduce(add, [1, 3, 5, 7, 9])
25
```

当然求和运算可以直接用Python内建函数sum()，没必要动用reduce。

但是如果要把序列[1, 3, 5, 7, 9]变换成整数13579，reduce就可以派上用场：

```
>>> def fn(x, y):
...     return x * 10 + y
...
>>> reduce(fn, [1, 3, 5, 7, 9])
13579
```

这个例子本身没多大用处，但是，如果考虑到字符串str也是一个序列，对上面的例子稍加改动，配合map()，我们就可以写出把str转换为int的函数：

```
>>> def fn(x, y):
...     return x * 10 + y
...
>>> def char2num(s):
...     return {'0': 0, '1': 1, '2': 2, '3': 3, '4': 4, '5': 5, '6': 6, '7': 7, '8': 8, '9': 9}[s]
...
>>> reduce(fn, map(char2num, '13579'))
13579
```

整理成一个str2int的函数就是：

```
def str2int(s):
    def fn(x, y):
        return x * 10 + y
    def char2num(s):
        return {'0': 0, '1': 1, '2': 2, '3': 3, '4': 4, '5': 5, '6': 6, '7': 7, '8': 8, '9': 9}[s]
    return reduce(fn, map(char2num, s))
```

还可以用lambda函数进一步简化成：

```
def char2num(s):
    return {'0': 0, '1': 1, '2': 2, '3': 3, '4': 4, '5': 5, '6': 6, '7': 7, '8': 8, '9': 9}[s]

def str2int(s):
    return reduce(lambda x,y: x*10+y, map(char2num, s))
```

也就是说，假设Python没有提供int()函数，你完全可以自己写一个把字符串转化为整数的函数，而且只需要几行代码！

lambda函数的用法在下一节介绍。

排序算法

排序也是在程序中经常用到的算法。无论使用冒泡排序还是快速排序，排序的核心是比较两个元素的大小。如果是数字，我们可以直接比较，但如果是字符串或者两个dict呢？直接比较数学上的大小是没有意义的，因此，比较的过程必须通过函数抽象出来。通常规定，对于两个元素x和y，如果认为x < y，则返回-1，如果认为x == y，则返回0，如果认为x > y，则返回1，这样，排序算法就不用关心具体的比较过程，而是根据比较结果直接排序。

Python内置的sorted()函数就可以对list进行排序：

```
>>> sorted([36, 5, 12, 9, 21])
[5, 9, 12, 21, 36]
```

此外，sorted()函数也是一个高阶函数，它还可以接收一个比较函数来实现自定义的排序。比如，如果要倒序排序，我们就可以自定义一个reversed_cmp函数：

```
def reversed_cmp(x, y):
    if x > y:
        return -1
    if x < y:
        return 1
    return 0
```

传入自定义的比较函数reversed_cmp，就可以实现倒序排序：

```
>>> sorted([36, 5, 12, 9, 21], reversed_cmp)
[36, 21, 12, 9, 5]
```

我们再看一个字符串排序的例子：

```
>>> sorted(['about', 'bob', 'Zoo', 'Credit'])
['Credit', 'Zoo', 'about', 'bob']
```

默认情况下，对字符串排序，是按照ASCII的大小比较的，由于'Z' < 'a'，结果，大写字母Z会排在小写字母a的前面。

现在，我们提出排序应该忽略大小写，按照字母序排序。要实现这个算法，不必对现有代码大加改动，只要我们能定义出忽略大小写的比较算法就可以：

```
def cmp_ignore_case(s1, s2):
    u1 = s1.upper()
    u2 = s2.upper()
    if u1 < u2:
        return -1
    if u1 > u2:
        return 1
    return 0
```

忽略大小写来比较两个字符串，实际上就是先把字符串都变成大写（或者都变成小写），再比较。

这样，我们给sorted传入上述比较函数，即可实现忽略大小写的排序：

```
>>> sorted(['about', 'bob', 'Zoo', 'Credit'], cmp_ignore_case)
['about', 'bob', 'Credit', 'Zoo']
```

从上述例子可以看出，高阶函数的抽象能力是非常强大的，而且，核心代码可以保持得非常简洁。

函数作为返回值

高阶函数除了可以接受函数作为参数外，还可以把函数作为结果值返回。

我们来实现一个可变参数的求和。通常情况下，求和的函数是这样定义的：

```
def calc_sum(*args):
    ax = 0
    for n in args:
        ax = ax + n
    return ax
```

但是，如果不需要立刻求和，而是在后面的代码中，根据需要再计算怎么办？可以不返回求和的结果，而是返回求和的函数！

```
def lazy_sum(*args):
    def sum():
        ax = 0
        for n in args:
            ax = ax + n
        return ax
    return sum
```

当我们调用lazy_sum()时，返回的并不是求和结果，而是求和函数：

```
>>> f = lazy_sum(1, 3, 5, 7, 9)
>>> f
<function sum at 0x10452f668>
```

调用函数f时，才真正计算求和的结果：

```
>>> f()
25
```

在这个例子中，我们在函数lazy_sum中又定义了函数sum，并且，内部函数sum可以引用外部函数lazy_sum的参数和局部变量，当lazy_sum返回函数sum时，相关参数和变量都保存在返回的函数中，这种称为“闭包（Closure）”的程序结构拥有极大的威力。

请再注意一点，当我们调用lazy_sum()时，每次调用都会返回一个新的函数，即使传入相同的参数：

```
>>> f1 = lazy_sum(1, 3, 5, 7, 9)
>>> f2 = lazy_sum(1, 3, 5, 7, 9)
>>> f1==f2
False
```

f1()和f2()的调用结果互不影响。

小结

把函数作为参数传入，或者把函数作为返回值返回，这样的函数称为高阶函数，函数式编程就是指这种高度抽象的编程范式。

假设Python没有提供map()函数，请自行编写一个my_map()函数实现与map()相同的功能。

Python提供的sum()函数可以接受一个list并求和，请编写一个prod()函数，可以接受一个list并利用reduce()求积。

匿名函数

1754次阅读

当我们在传入函数时，有些时候，不需要显式地定义函数，直接传入匿名函数更方便。

在Python中，对匿名函数提供了有限支持。还是以map()函数为例，计算$f(x)=x^2$时，除了定义一个f(x)的函数外，还可以直接传入匿名函数：

```
>>> map(lambda x: x * x, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
```

通过对比可以看出，匿名函数lambda x: x * x实际上就是：

```
def f(x):
    return x * x
```

关键字lambda表示匿名函数，冒号前面的x表示函数参数。

匿名函数有个限制，就是只能有一个表达式，不用写return，返回值就是该表达式的结果。

用匿名函数有个好处，因为函数没有名字，不必担心函数名冲突。此外，匿名函数也是一个函数对象，也可以把匿名函数赋值给一个变量，再利用变量来调用该函数：

```
>>> f = lambda x: x * x
>>> f
<function <lambda> at 0x10453d7d0>
>>> f(5)
25
```

同样，也可以把匿名函数作为返回值返回，比如：

```
def build(x, y):
    return lambda: x * x + y * y
```

小结

Python对匿名函数的支持有限，只有一些简单的情况下可以使用匿名函数。

装饰器

2215次阅读

由于函数也是一个对象，而且函数对象可以被赋值给变量，所以，通过变量也能调用该函数。

```
>>> def now():
...     print '2013-12-25'
...
>>> f = now
>>> f()
2013-12-25
```

函数对象有一个__name__属性，可以拿到函数的名字：

```
>>> now.__name__
'now'
>>> f.__name__
'now'
```

现在，假设我们要增强now()函数的功能，比如，在函数调用前后自动打印日志，但又不希望修改now()函数的定义，这种在代码运行期间动态增加功能的方式，称之为“装饰器”（Decorator）。

本质上，decorator就是一个返回函数的高阶函数。所以，我们要定义一个能打印日志的decorator，可以定义如下：

```
def log(func):
    def wrapper(*args, **kw):
        print 'call %s():' % func.__name__
        return func(*args, **kw)
    return wrapper
```

观察上面的log，因为它是一个decorator，所以接受一个函数作为参数，并返回一个函数。我们要借助Python的@语法，把decorator置于函数的定义处：

```
@log
def now():
    print '2013-12-25'
```

调用now()函数，不仅会运行now()函数本身，还会在运行now()函数前打印一行日志：

```
>>> now()
call now():
2013-12-25
```

把@log放到now()函数的定义处，相当于执行了语句：

```
now = log(now)
```

由于log()是一个decorator，返回一个函数，所以，原来的now()函数仍然存在，只是现在同名的now变量指向了新的函数，于是调用now()将执行新函数，即在log()函数中返回的wrapper()函数。

wrapper()函数的参数定义是(*args, **kw)，因此，wrapper()函数可以接受任意参数的调用。在wrapper()函数内，首先打印日志，再紧接着调用原始函数。

如果decorator本身需要传入参数，那就需要编写一个返回decorator的高阶函数，写出来会更

复杂。比如，要自定义log的文本：

```
def log(text):
    def decorator(func):
        def wrapper(*args, **kw):
            print '%s %s():' % (text, func.__name__)
            return func(*args, **kw)
        return wrapper
    return decorator
```

这个3层嵌套的decorator用法如下：

```
@log('execute')
def now():
    print '2013-12-25'
```

执行结果如下：

```
>>> now()
execute now():
2013-12-25
```

和两层嵌套的decorator相比，3层嵌套的效果是这样的：

```
>>> now = log('execute')(now)
```

我们来剖析上面的语句，首先执行log('execute')，返回的是decorator函数，再调用返回的函数，参数是now函数，返回值最终是wrapper函数。

以上两种decorator的定义都没有问题，但还差最后一步。因为我们讲了函数也是对象，它有__name__等属性，但你去看经过decorator装饰之后的函数，它们的__name__已经从原来的'now'变成了'wrapper'：

```
>>> now.__name__
'wrapper'
```

因为返回的那个wrapper()函数名字就是'wrapper'，所以，需要把原始函数的__name__等属性复制到wrapper()函数中，否则，有些依赖函数签名的代码执行就会出错。

不需要编写wrapper.__name__ = func.__name__这样的代码，Python内置的functools.wraps就是干这个事的，所以，一个完整的decorator的写法如下：

```
import functools

def log(func):
    @functools.wraps(func)
    def wrapper(*args, **kw):
        print 'call %s():' % func.__name__
        return func(*args, **kw)
    return wrapper
```

或者针对带参数的decorator：

```
import functools

def log(text):
    def decorator(func):
        @functools.wraps(func)
        def wrapper(*args, **kw):
            print '%s %s():' % (text, func.__name__)
            return func(*args, **kw)
```

```
        return wrapper
    return decorator
```

import functools是导入functools模块。模块的概念稍候讲解。现在，只需记住在定义wrapper()的前面加上@functools.wraps(func)即可。

小结

在面向对象（OOP）的设计模式中，decorator被称为装饰模式。OOP的装饰模式需要通过继承和组合来实现，而Python除了能支持OOP的decorator外，直接从语法层次支持decorator。Python的decorator可以用函数实现，也可以用类实现。

decorator可以增强函数的功能，定义起来虽然有点复杂，但使用起来非常灵活和方便。

请编写一个decorator，能在函数调用的前后打印出'begin call'和'end call'的日志。

再思考一下能否写出一个@log的decorator，使它既支持：

```
@log
def f():
    pass
```

又支持：

```
@log('execute')
def f():
    pass
```

偏函数

1520次阅读

Python的functools模块提供了很多有用的功能，其中一个就是偏函数（Partial function）。要注意，这里的偏函数和数学意义上的偏函数不一样。

在介绍函数参数的时候，我们讲到，通过设定参数的默认值，可以降低函数调用的难度。而偏函数也可以做到这一点。举例如下：

int()函数可以把字符串转换为整数，当仅传入字符串时，int()函数默认按十进制转换：

```
>>> int('12345')
12345
```

但int()函数还提供额外的base参数，默认值为10。如果传入base参数，就可以做N进制的转换：

```
>>> int('12345', base=8)
5349
>>> int('12345', 16)
74565
```

假设要转换大量的二进制字符串，每次都传入int(x, base=2)非常麻烦，于是，我们想到，可以定义一个int2()的函数，默认把base=2传进去：

```
def int2(x, base=2):
    return int(x, base)
```

这样，我们转换二进制就非常方便了：

```
>>> int2('1000000')
64
>>> int2('1010101')
85
```

functools.partial就是帮助我们创建一个偏函数的，不需要我们自己定义int2()，可以直接使用下面的代码创建一个新的函数int2：

```
>>> import functools
>>> int2 = functools.partial(int, base=2)
>>> int2('1000000')
64
>>> int2('1010101')
85
```

所以，简单总结functools.partial的作用就是，把一个函数的某些参数（不管有没有默认值）给固定住（也就是设置默认值），返回一个新的函数，调用这个新函数会更简单。

注意到上面的新的int2函数，仅仅是把base参数重新设定默认值为2，但也可以在函数调用时传入其他值：

```
>>> int2('1000000', base=10)
1000000
```

最后，创建偏函数时，要从右到左固定参数，就是说，对于函数f(a1, a2, a3)，可以固定a3，也可以固定a3和a2，也可以固定a3，a2和a1，但不要跳着固定，比如只固定a1和a3，把a2漏下了。如果这样做，调用新的函数会更复杂，可以自己试试。

小结

当函数的参数个数太多，需要简化时，使用functools.partial可以创建一个新的函数，这个新函数可以固定住原函数的部分参数，从而在调用时更简单。

模块

1615次阅读

在计算机程序的开发过程中，随着程序代码越写越多，在一个文件里代码就会越来越长，越来越不容易维护。

为了编写可维护的代码，我们把很多函数分组，分别放到不同的文件里，这样，每个文件包含的代码就相对较少，很多编程语言都采用这种组织代码的方式。在Python中，一个.py文件就称之为一个模块（Module）。

使用模块有什么好处？

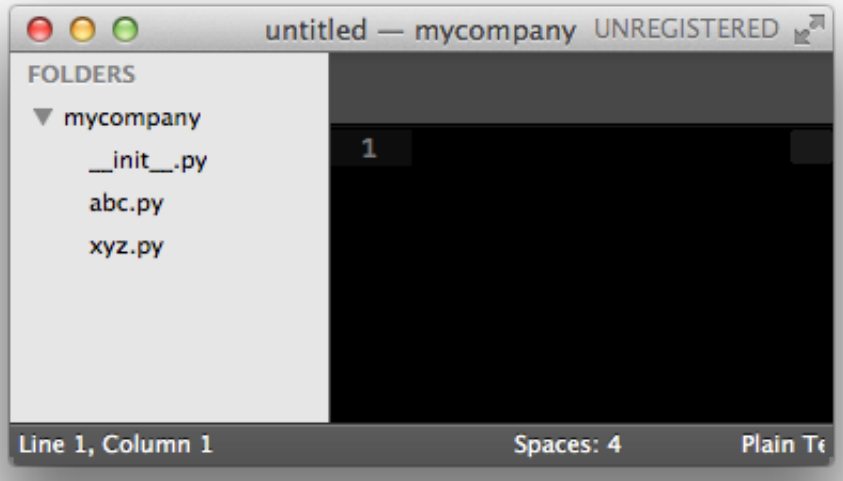
最大的好处是大大提高了代码的可维护性。其次，编写代码不必从零开始。当一个模块编写完毕，就可以被其他地方引用。我们在编写程序的时候，也经常引用其他模块，包括Python内置的模块和来自第三方的模块。

使用模块还可以避免函数名和变量名冲突。相同名字的函数和变量完全可以分别存在不同的模块中，因此，我们自己在编写模块时，不必考虑名字会与其他模块冲突。但是也要注意，尽量不要与内置函数名字冲突。点这里查看Python的所有内置函数。

你也许还想到，如果不同的人编写的模块名相同怎么办？为了避免模块名冲突，Python又引入了按目录来组织模块的方法，称为包（Package）。

举个例子，一个abc.py的文件就是一个名字叫abc的模块，一个xyz.py的文件就是一个名字叫xyz的模块。

现在，假设我们的abc和xyz这两个模块名字与其他模块冲突了，于是我们可以通过包来组织模块，避免冲突。方法是选择一个顶层包名，比如mycompany，按照如下目录存放：

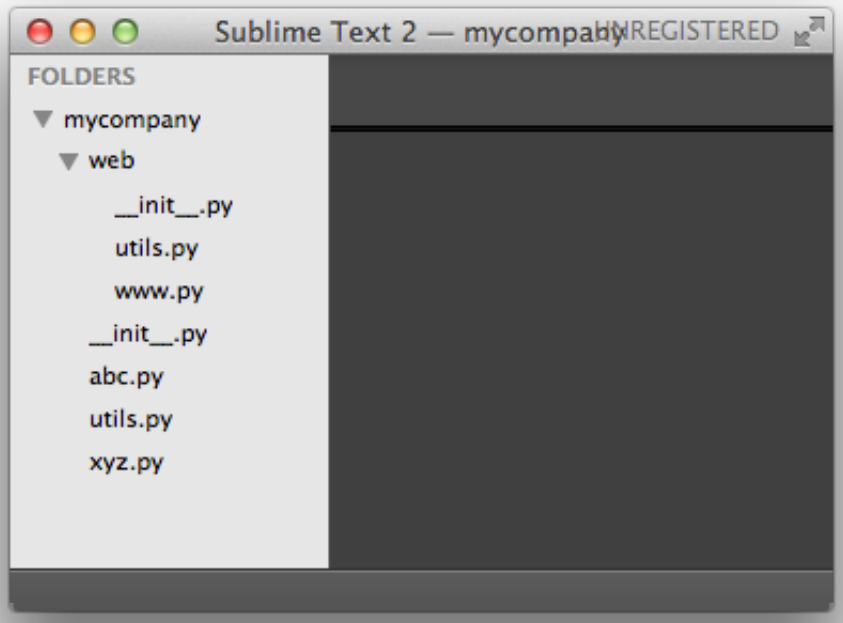


引入了包以后，只要顶层的包名不与别人冲突，那所有模块都不会与别人冲突。现在，abc.py模块的名字就变成了mycompany.abc，类似的，xyz.py的模块名变成了mycompany.xyz。

请注意，每一个包目录下面都会有一个__init__.py的文件，这个文件是必须存在的，否则，Python就把这个目录当成普通目录，而不是一个包。__init__.py可以是空文件，也可以有

Python代码，因为__init__.py本身就是一个模块，而它的模块名就是mycompany。

类似的，可以有多级目录，组成多级层次的包结构。比如如下的目录结构：



文件www.py的模块名就是mycompany.web.www，两个文件utils.py的模块名分别是mycompany.utils和mycompany.web.utils。

mycompany.web也是一个模块，请指出该模块对应的.py文件。

使用模块

2307次阅读

Python本身就内置了很多非常有用的模块，只要安装完毕，这些模块就可以立刻使用。

我们以内建的sys模块为例，编写一个hello的模块：

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-

' a test module '

__author__ = 'Michael Liao'

import sys

def test():
    args = sys.argv
    if len(args)==1:
        print 'Hello, world!'
    elif len(args)==2:
        print 'Hello, %s!' % args[1]
    else:
        print 'Too many arguments!'

if __name__=='__main__':
    test()
```

第1行和第2行是标准注释，第1行注释可以让这个hello.py文件直接在Unix/Linux/Mac上运行，第2行注释表示.py文件本身使用标准UTF-8编码；

第4行是一个字符串，表示模块的文档注释，任何模块代码的第一个字符串都被视为模块的文档注释；

第6行使用__author__变量把作者写进去，这样当你公开源代码后别人就可以瞻仰你的大名；

以上就是Python模块的标准文件模板，当然也可以全部删掉不写，但是，按标准办事肯定没错。

后面开始就是真正的代码部分。

你可能注意到了，使用sys模块的第一步，就是导入该模块：

```
import sys
```

导入sys模块后，我们就有了变量sys指向该模块，利用sys这个变量，就可以访问sys模块的所有功能。

sys模块有一个argv变量，用list存储了命令行的所有参数。argv至少有一个元素，因为第一个参数永远是该.py文件的名称，例如：

运行python hello.py获得的sys.argv就是['hello.py']；

运行python hello.py Michael获得的sys.argv就是['hello.py', 'Michael]。

最后，注意到这两行代码：

```
if __name__=='__main__':
    test()
```

当我们在命令行运行hello模块文件时，Python解释器把一个特殊变量__name__置为__main__，而如果在其他地方导入该hello模块时，if判断将失败，因此，这种if测试可以让一个模块通过命令行运行时执行一些额外的代码，最常见的就是运行测试。

我们可以用命令行运行hello.py看看效果：

```
$ python hello.py
Hello, world!
$ python hello.py Michael
Hello, Michael!
```

如果启动Python交互环境，再导入hello模块：

```
$ python
Python 2.7.5 (default, Aug 25 2013, 00:04:04)
[GCC 4.2.1 Compatible Apple LLVM 5.0 (clang-500.0.68)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import hello
>>>
```

导入时，没有打印Hello, word!，因为没有执行test()函数。

调用hello.test()时，才能打印出Hello, word!：

```
>>> hello.test()
Hello, world!
```

别名

导入模块时，还可以使用别名，这样，可以在运行时根据当前环境选择最合适的模块。比如Python标准库一般会提供StringIO和cStringIO两个库，这两个库的接口和功能是一样的，但是cStringIO是C写的，速度更快，所以，你会经常看到这样的写法：

```
try:
    import cStringIO as StringIO
except ImportError: # 导入失败会捕获到ImportError
    import StringIO
```

这样就可以优先导入cStringIO。如果有些平台不提供cStringIO，还可以降级使用StringIO。导入cStringIO时，用import ... as ...指定了别名StringIO，因此，后续代码引用StringIO即可正常工作。

还有类似simplejson这样的库，在Python 2.6之前是独立的第三方库，从2.6开始内置，所以，会有这样的写法：

```
try:
    import json # python >= 2.6
except ImportError:
    import simplejson as json # python <= 2.5
```

由于Python是动态语言，函数签名一致接口就一样，因此，无论导入哪个模块后续代码都能正常工作。

作用域

在一个模块中，我们可能会定义很多函数和变量，但有的函数和变量我们希望给别人使用，有的函数和变量我们希望仅仅在模块内部使用。在Python中，是通过_前缀来实现的。

正常的函数和变量名是公开的（public），可以被直接引用，比如：abc，x123，PI等；

类似__xxx__这样的变量是特殊变量，可以被直接引用，但是有特殊用途，比如上面的__author__，__name__就是特殊变量，hello模块定义的文档注释也可以用特殊变量__doc__访问，我们自己的变量一般不要用这种变量名；

类似_xxx和__xxx这样的函数或变量就是非公开的（private），不应该被直接引用，比如_abc，__abc等；

之所以我们说，private函数和变量“不应该”被直接引用，而不是“不能”被直接引用，是因为Python并没有一种方法可以完全限制访问private函数或变量，但是，从编程习惯上不应该引用private函数或变量。

private函数或变量不应该被别人引用，那它们有什么用呢？请看例子：

```
def _private_1(name):
    return 'Hello, %s' % name

def _private_2(name):
    return 'Hi, %s' % name

def greeting(name):
    if len(name) > 3:
        return _private_1(name)
    else:
        return _private_2(name)
```

我们在模块里公开greeting()函数，而把内部逻辑用private函数隐藏起来了，这样，调用greeting()函数不用关心内部的private函数细节，这也是一种非常有用的代码封装和抽象的方法，即：

外部不需要引用的函数全部定义成private，只有外部需要引用的函数才定义为public。
