第一部分:基础

1.1命令行模式和交互模式

打开任何一个系统的cmd都可以进入命令行模式,输入python就可以进入交互式模式了

```
[xupengzhu@xupengdeMacBook-Pro ~ % python

WARNING: Python 2.7 is not recommended.
This version is included in macOS for compatibility with legacy software.
Future versions of macOS will not include Python 2.7.
Instead, it is recommended that you transition to using 'python3' from within Te
rminal.

Python 2.7.16 (default, Apr 17 2020, 18:29:03)
[GCC 4.2.1 Compatible Apple LLVM 11.0.3 (clang-1103.0.29.20) (-macos10.15-objc-
on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
[>>> 100+200
300
[>>> print('233333')
233333
```

在Python交互式模式下，可以直接输入代码，然后执行，并立刻得到结果。
在命令行模式下，可以直接运行.py文件。运行的时候要cd进入文件夹里面,运行只能运行该文夹里面的的py文件
能不能像.exe文件那样直接运行.py文件呢？在Windows上是不行的，但是，在Mac和Linux上是可以的，方法是在.py文件的第一行加上一个特殊的注释：

```
#!/usr/bin/env python3
print('hello, world')
```

然后，通过命令给hello.py以执行权限：

```
$ chmod a+x hello.py
```

用文本编辑器写Python程序，然后保存为后缀为.py的文件，就可以用Python直接运行这个程序了。
Python的交互模式和直接运行.py文件有什么区别呢?
直接输入python进入交互模式，相当于启动了Python解释器，但是等待你一行一行地输入源代码，每输入一行就执行一行。
直接运行.py文件相当于启动了Python解释器，然后一次性把.py文件的源代码给执行了，你是没有机会以交互的方式输入源代码的。

对了,python是解释性语言不是编译性语言,我们在运行python时是不会像C那样生成个中间.obj文件
这个一个IDE是蛮有必要的
我使用的是JetBrains的PyCharm

1.2输出

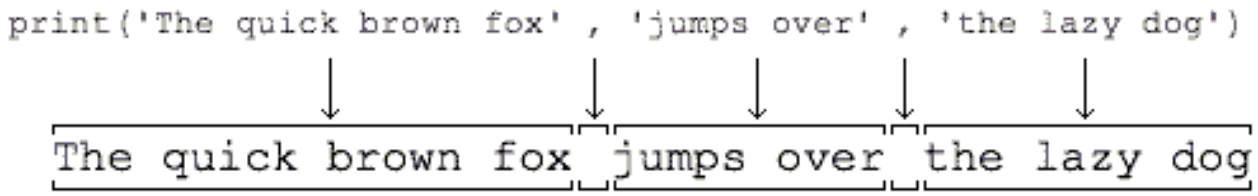
用print()在括号中加上字符串，就可以向屏幕上输出指定的文字。比如输出'hello, world'，用代码实现如下：

```
>>> print('hello, world')
```

print()函数也可以接受多个字符串，用逗号“,”隔开，就可以连成一串输出：

```
>>> print('The quick brown fox', 'jumps over', 'the lazy dog')
The quick brown fox jumps over the lazy dog
```

print()会依次打印每个字符串，遇到逗号“,”会输出一个空格，因此，输出的字符串是这样拼起来的：

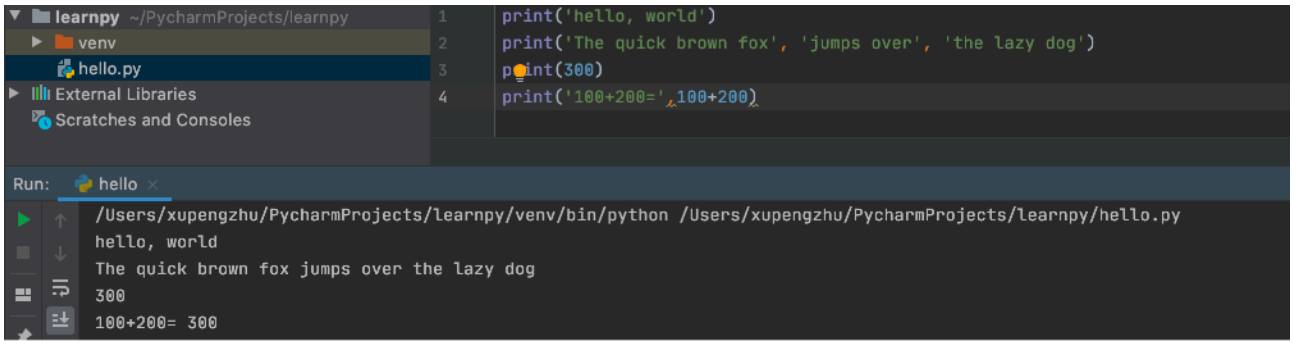


print()也可以打印整数，或者计算结果：

```
>>> print(300)
300
>>> print(100 + 200)
300
```

因此，我们可以把计算100 + 200的结果打印得更漂亮一点：

```
>>> print('100 + 200 =', 100 + 200)
100 + 200 = 300
```



1.3输入

现在，你已经可以用print()输出你想要的结果了。但是，如果要让用户从电脑输入一些字符怎么办？Python提供了一个input()，可以让用户输入字符串，并存放到一个变量里。比如输入用户的名字：

```
>>> name = input()
Sukuna
```

当你输入name = input()并按下回车后，Python交互式命令行就在等待你的输入了。这时，你可以输入任意字符，然后按回车后完成输入。

输入完成后，不会有任何提示，Python交互式命令行又回到>>>状态了。那我们刚才输入的内容到哪去了？答案是存放到name变量里了。可以直接输入name查看变量内容：

```
>>> name
'Sukuna'
```

这里name默认是字符串

要打印出name变量的内容，除了直接写name然后按回车外，还可以用print()函数：

```
>>> print(name)
Sukuna
```

有了输入和输出，我们就可以把上次打印'hello, world'的程序改成有点意义的程序了：

```
name = input()
print('hello,', name)
```

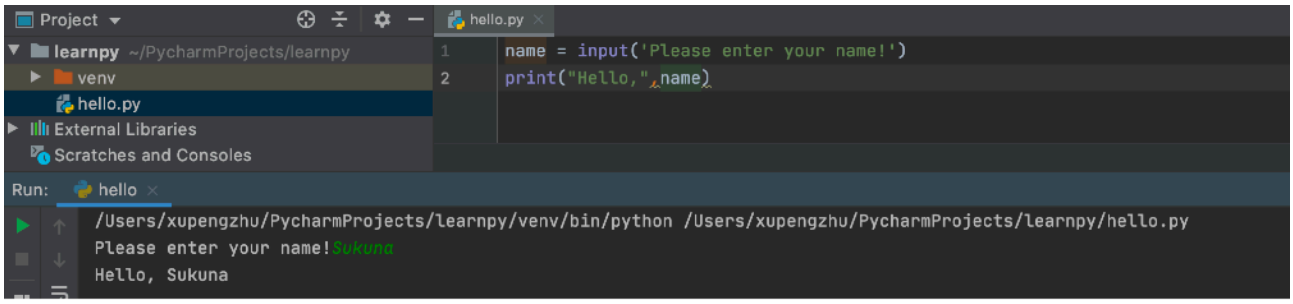
运行上面的程序，第一行代码会让用户输入任意字符作为自己的名字，然后存入name变量中；第二行代码会根据用户的名字向用户说hello，比如输入Michael：

```
C:\Workspace> python hello.py
Sukuna
hello, Sukuna
```

但是程序运行的时候，没有任何提示信息告诉用户："嘿，赶紧输入你的名字"，这样显得很不友好。幸好，input()可以让你显示一个字符串来提示用户，于是我们把代码改成：

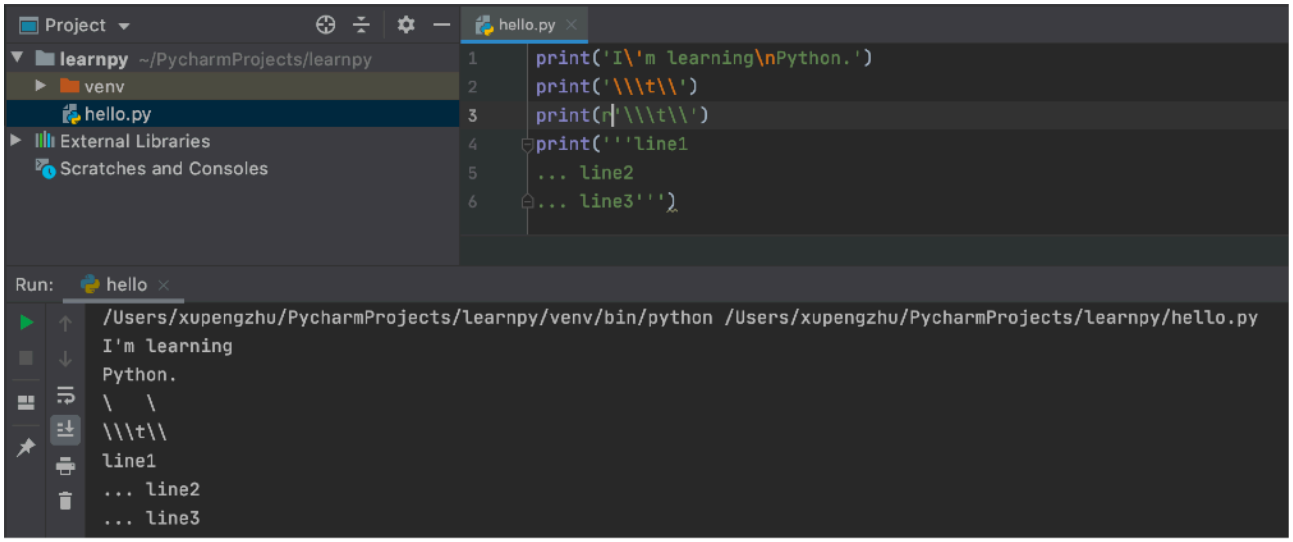
```
name = input('please enter your name: ')
```

print('hello,', name)
再次运行这个程序，你会发现，程序一运行，会首先打印出please enter your name:，这样，用户就可以根据提示，输入名字后，得到hello, xxx的输出：
C:\Workspace> python hello.py
please enter your name: Sukuna
hello, Sukuna
每次运行该程序，根据用户输入的不同，输出结果也会不同。



1.3数据类型和变量(跟C语言差不多,简要写写吧!)

1.整数
就是整数,写法和数学一样,如果是十六进制的话就要在前面加个0x
2.浮点数
浮点数也就是小数，之所以称为浮点数，是因为按照科学记数法表示时，一个浮点数的小数点位置是可变的，比如，1.23x109和12.3x108是完全相等的。浮点数可以用数学写法，如1.23，3.14，-9.01，等等。但是对于很大或很小的浮点数，就必须用科学计数法表示，把10用e替代，1.23x109就是1.23e9，或者12.3e8，0.000012可以写成1.2e-5，等等。
整数和浮点数在计算机内部存储的方式是不同的，整数运算永远是精确的（除法难道也是精确的？是的！），而浮点数运算则可能会有四舍五入的误差。
3.字符串



可以用“”或者是”扩起来,一般是”扩起来,如果里面有单引号的话就用双引号,实在不行就用转义序列
'I\'m \"OK\"!'
表示的字符串内容是：
I'm "OK"!

转义字符\可以转义很多字符，比如\n表示换行，\t表示制表符，字符\本身也要转义，所以\\表示的字符就是\
当然,我们可以在前面加一个r来让转义字符失去转义的功能
还可以使用'''xxx...xxx...'''来实现多行输出
4.bool值
布尔值True和False(注意大小写)
输入一个判断语句,计算机能输出布尔值,布尔值对应0或者是1
还可以使用and(&)
or(|)
not(!)
对判断语句进行运算

```
>>> True and True
True
>>> True and False
False
>>> False and False
False
>>> 5 > 3 and 3 > 1
True
>>> True or True
True
>>> True or False
True
>>> False or False
False
>>> 5 > 3 or 1 > 3
True
>>> not True
False
>>> not False
True
>>> not 1 > 2
True
```

```
if age >= 18:
    print('adult')
else:
    print('teenager')
```

5.空值(None)
None是一个特殊的值,不能简单认为就是0
6.变量
变量在程序中就是用一个变量名表示了，变量名必须是大小写英文、数字和_的组合，且不能用数字开头，比如：
a = 1
变量a是一个整数。
t_007 = 'T007'
变量t_007是一个字符串。
Answer = **True**
变量Answer是一个布尔值True。
在Python中，等号=是赋值语句，可以把任意数据类型赋值给变量，同一个变量可以反复赋值，而且可以是不同类型的变量

因为python时动态语言,变量的类型是不确定的,而Java和C,则是静态语言,声明变量的时候一定要注明它的性质

赋值语句等号也不是数学等号

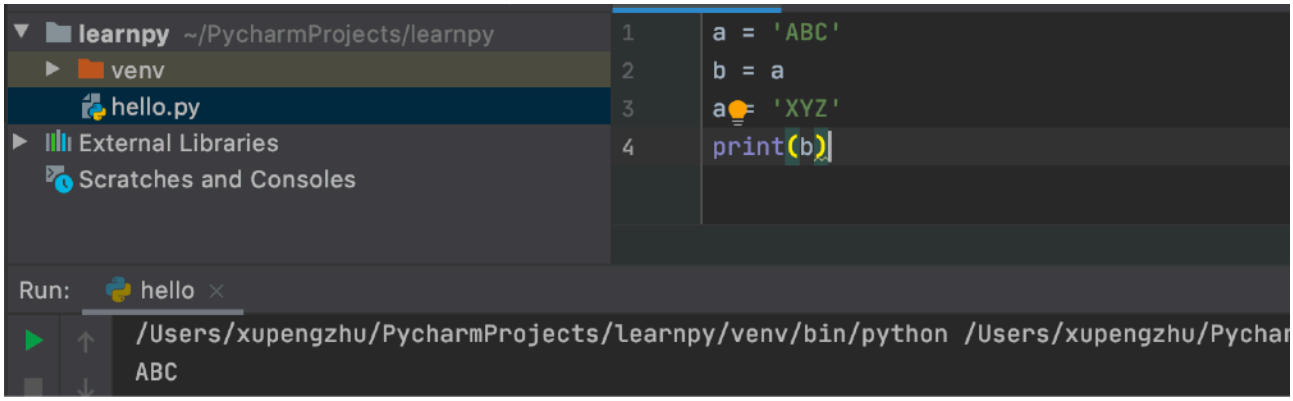
最后，理解变量在计算机内存中的表示也非常重要。当我们写：

a = 'ABC'

时，Python解释器干了两件事情：

1. 在内存中创建了一个'ABC'的字符串；
2. 在内存中创建了一个名为a的变量，并把它指向'ABC'。

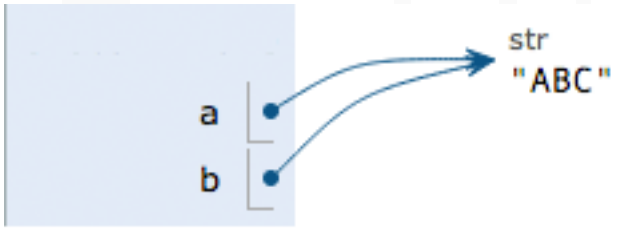
也可以把一个变量a赋值给另一个变量b，这个操作实际上是把变量b指向变量a所指向的数据，例如下面的代码：



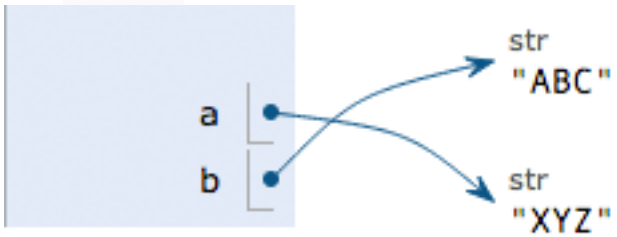
解释的话可以很明白地使用C的方法,因为a和b这两个变量对应两个不同的内存地址,所以说调用的时候只会改变或者提取某一部分的内存

执行a = 'ABC'，解释器创建了字符串'ABC'和变量a，并把a指向'ABC'：

执行b = a，解释器创建了变量b，并把b指向a指向的字符串'ABC'：



执行a = 'XYZ'，解释器创建了字符串'XYZ'，并把a的指向改为'XYZ'，但b并没有更改：



所以，最后打印变量b的结果自然是'ABC'了。

7.常量

就是上面的那些量的集合,它一般是不能改变的

比如说你写了个语句10=3

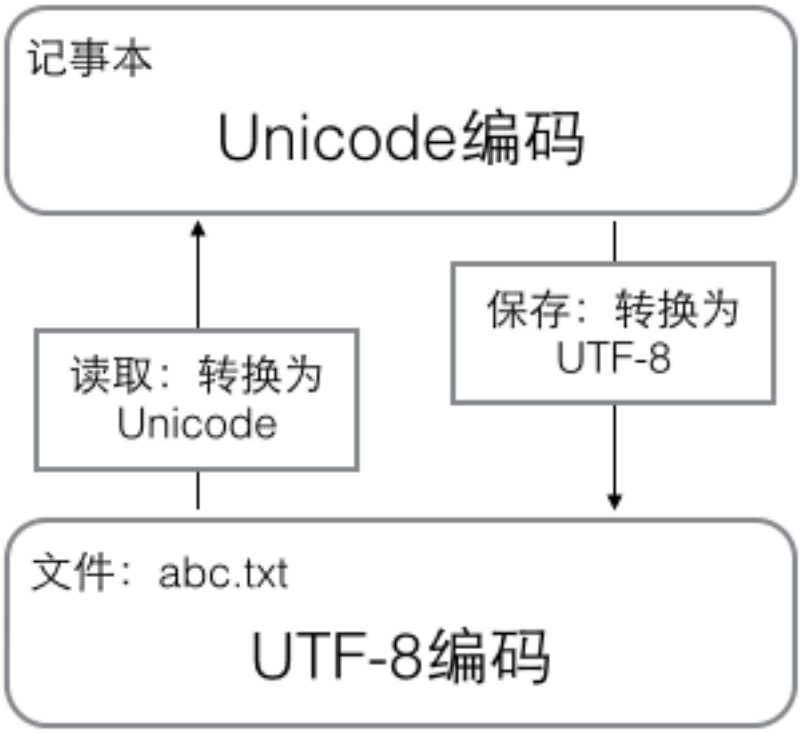
那就是有问题的了,因为=是赋值语句,10作为常量不能作为左值
对于静态语言像Java和C,它的整数是有限制的,根据你定义的整数类型和你的计算机操作系统的位数来确定界限,但是python就没有这个

1.4字符编码

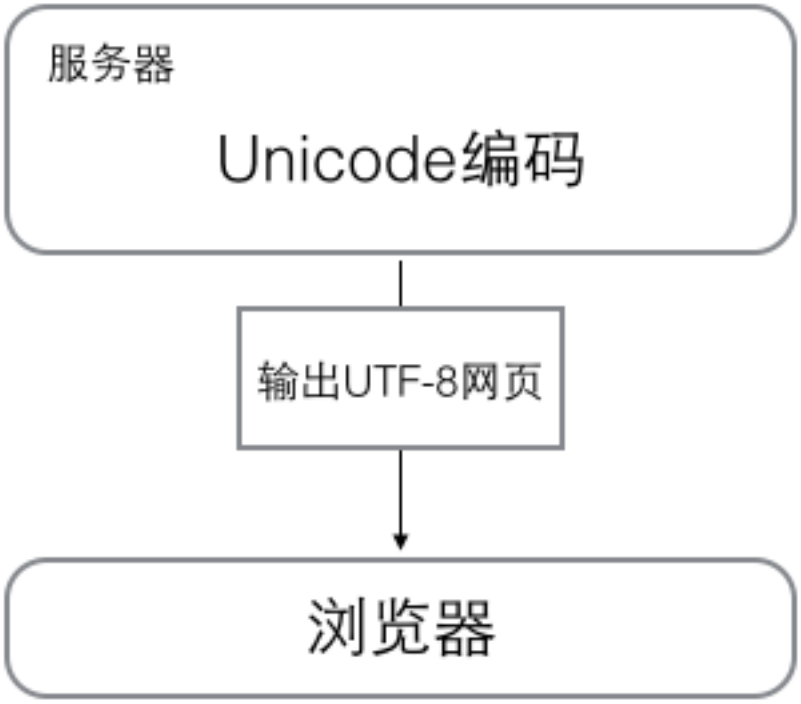
字符编码是一个非常复杂的东西,中国有GB2312,日本有Shift——JIS,韩国有Euc-kr,而英语就是我们熟知的ASCII码,由于编码形式的不同,在多语言文本里面,我们就会有乱码的问题,这个时候就出现了Unicode这个国际统一的编码形式!
字母A用ASCII编码是十进制的65，二进制的01000001；
字符0用ASCII编码是十进制的48，二进制的00110000，注意字符'0'和整数0是不同的；
汉字中已经超出了ASCII编码的范围，用Unicode编码是十进制的20013，二进制的01001110 00101101。
你可以猜测，如果把ASCII编码的A用Unicode编码，只需要在前面补0就可以，因此，A的Unicode编码是00000000 01000001。
新的问题又出现了：如果统一成Unicode编码，乱码问题从此消失了。但是，如果你写的文本基本上全部是英文的话，用Unicode编码比ASCII编码需要多一倍的存储空间，在存储和传输上就十分不划算。
所以，本着节约的精神，又出现了把Unicode编码转化为“可变长编码”的UTF-8编码。UTF-8编码把一个Unicode字符根据不同的数字大小编码成1-6个字节，常用的英文字母被编码成1个字节，汉字通常是3个字节，只有很生僻的字符才会被编码成4-6个字节。如果你要传输的文本包含大量英文字符，用UTF-8编码就能节省空间：

字符	ASCII	Unicode	UTF-8
A	1000001	00000000 01000001	1000001
中	x	01001110 00101101	11100100 10111000 10101101

现在我们可以归纳一下计算机对于编码的方式
在计算机内存中，统一使用Unicode编码，当需要保存到硬盘或者需要传输的时候，就转换为UTF-8编码。
用记事本编辑的时候，从文件读取的UTF-8字符被转换为Unicode字符到内存里，编辑完成后，保存的时候再把Unicode转换为UTF-8保存到文件：



浏览网页的时候，服务器会把动态生成的Unicode内容转换为UTF-8再传输到浏览器：



所以你看到很多网页的源码上会有类似<meta charset="UTF-8" />的信息，表示该网页正是用的UTF-8编码。

所以说Python的字符串就是一个有趣的东西,因为python的编写支持Unicode编码

你在写C的时候应该会遇到烫烫烫的锟斤铐这东西吧233333

对于单个字符的编码，Python提供了ord()函数获取字符的整数表示，chr()函数把编码转换为对应的字符：

```
>>> ord('A')
65
>>> ord('中')
20013
>>> chr(66)
```

'B'
>>> chr(25991)
'文'
如果知道字符的整数编码，还可以用十六进制这么写str：
>>> '\u4e2d\u6587'
‘中文'
等等……
如果str要保存为bytes的话,可以用encode()的方法
>>> 'ABC'.encode('ascii')
b'ABC'
>>> '中文'.encode('utf-8')
b’\xe4\xb8\xad\xe6\x96\x87'

在bytes中，无法显示为ASCII字符的字节，用\x##显示。
反过来，如果我们从网络或磁盘上读取了字节流，那么读到的数据就是bytes。要把bytes变为str，就需要用decode()方法：
>>> b'ABC'.decode('ascii')
'ABC'
>>> b'\xe4\xb8\xad\xe6\x96\x87'.decode('utf-8')
‘中文'
计算str的字符数可以用len()函数
如果改为了byte形式的话len()就是计算字节数
由于Python源代码也是一个文本文件，所以，当你的源代码中包含中文的时候，在保存源代码时，就需要务必指定保存为UTF-8编码。当Python解释器读取源代码时，为了让它按UTF-8编码读取，我们通常在文件开头写上这两行：
#!/usr/bin/env python3
 # -- coding: utf-8 -*-*
第一行注释是为了告诉Linux/OS X系统，这是一个Python可执行程序，Windows系统会忽略这个注释；
第二行注释是为了告诉Python解释器，按照UTF-8编码读取源代码，否则，你在源代码中写的中文输出可能会有乱码。

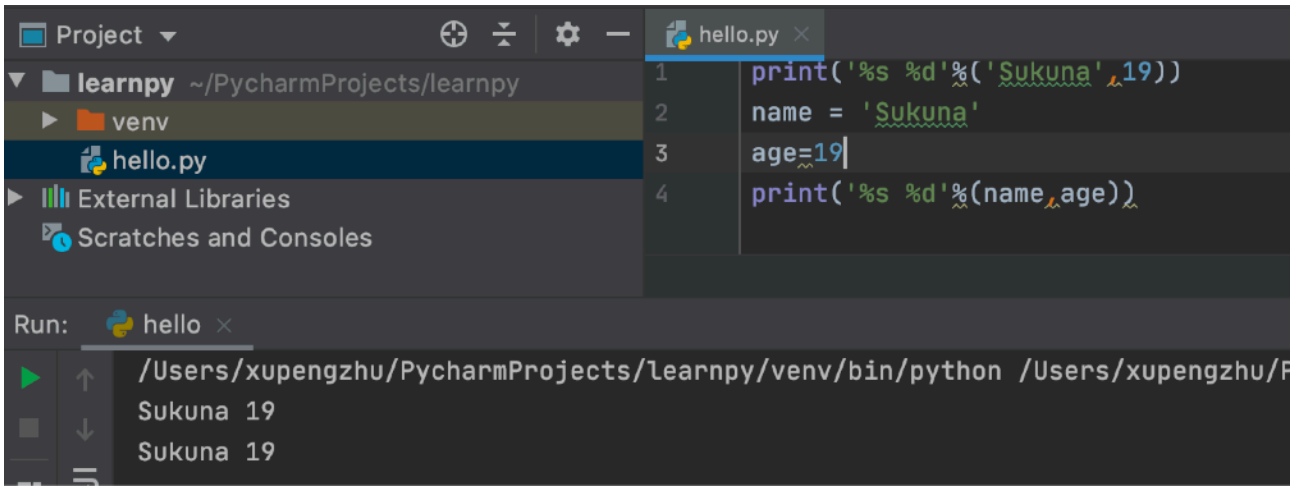
1.5格式化输出

基本上跟C语言一样
>>> 'Hello, %s' % 'world'
'Hello, world'
>>> 'Hi, %s, you have $%d.' % ('Sukuna', 1000000)
'Hi, Sukuna, you have $1000000.’
注意:连接是使用%
你可能猜到了，%运算符就是用来格式化字符串的。在字符串内部，%s表示用字符串替换，%d表示用整数替换，有几个%?占位符，后面就跟几个变量或者值，顺序要对应好。如果只有一个%?，括号可以省略。
常见的占位符有：

占位符	替换内容
%d	整数

%f	浮点数
%s	字符串
%x	十六进制整数

如果不确定,那就用%s,反正python动态弱类型语言23333
>>> 'Age: %s. Gender: %s' % (25, True)
'Age: 25. Gender: True'
有些时候，字符串里面的%是一个普通字符怎么办？这个时候就需要转义，用%%来表示一个%：
>>> 'growth rate: %d %%' % 7
'growth rate: 7 %'



1.6List(列表)

列表:有序的集合
>>> classmates = ['Michael', 'Bob', 'Tracy']
>>> classmates
['Michael', 'Bob', 'Tracy']
这个时候我们认为这个classmate变量就是list:
list还可以用len()函数计算变量数
>>> len(classmates)
3
还可以用[]来访问list元素,注意索引是从0开始的
>>> classmates[0]
'Michael'
>>> classmates[1]
'Bob'
>>> classmates[2]
'Tracy'
>>> classmates[3]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
注意:千万不要数组越界
加负号就是倒数第N个,从1开始
>>> classmates[-1]
'Tracy'

list是一个可变的有序表，所以，可以往list中追加元素到末尾：

```
>>> classmates.append('Adam')
>>> classmates
['Michael', 'Bob', 'Tracy', 'Adam']
```

也可以把元素插入到指定的位置，比如索引号为1的位置：

```
>>> classmates.insert(1, 'Jack')
>>> classmates
['Michael', 'Jack', 'Bob', 'Tracy', 'Adam']
```

要删除list末尾的元素，用pop()方法：

```
>>> classmates.pop()
'Adam'
>>> classmates
['Michael', 'Jack', 'Bob', 'Tracy']
```

要删除指定位置的元素，用pop(i)方法，其中i是索引位置：

```
>>> classmates.pop(1)
'Jack'
>>> classmates
['Michael', 'Bob', 'Tracy']
```

要把某个元素替换成别的元素，可以直接赋值给对应的索引位置：

```
>>> classmates[1] = 'Sarah'
>>> classmates
['Michael', 'Sarah', 'Tracy']
```

list里面的元素的数据类型也可以不同，比如：

```
>>> L = ['Apple', 123, True]
```

list元素也可以是另一个list，比如：

```
>>> s = ['python', 'java', ['asp', 'php'], 'scheme']
>>> len(s)
4
```

要注意s只有4个元素，其中s[2]又是一个list，如果拆开写就更容易理解了：

```
>>> p = ['asp', 'php']
>>> s = ['python', 'java', p, 'scheme']
```

要拿到’php'可以写p[1]或者s[2][1]，因此s可以看成是一个二维数组，类似的还有三维、四维……数组，不过很少用到。

1.7tuple(元组)

确定了元组的话,那么就不能对元素进行更改了

定义的模式就是()注意是小括号!

要定义一个只有1个元素的tuple，如果你这么定义：

```
>>> t = (1)
>>> t
1
```

定义的不是tuple，是1这个数！这是因为括号()既可以表示tuple，又可以表示数学公式中的小括号，这就产生了歧义，因此，Python规定，这种情况下，按小括号进行计算，计算结果自然是1。

所以，只有1个元素的tuple定义时必须加一个逗号,，来消除歧义：

```
>>> t = (1,)
>>> t
(1,)
```

Python在显示只有1个元素的tuple时，也会加一个逗号,，以免你误解成数学计算意义上的括号。

元组也可以可变,只要元组的元素是一个list就可以可变,因为的确,list的指向发生了改变但是list本身的地址并没有发生改变,这个东西可以用C语言的地址啊数组啊来解释

```
>>> t = ('a', 'b', ['A', 'B'])
>>> t[2][0] = 'X'
>>> t[2][1] = 'Y'
>>> t
```

('a', 'b', ['X', 'Y'])

1.8条件判断

跟C语言一毛一样,C语言里的块使用{}来表示,在python里默认使用缩进

```
if <条件判断1>:
    <执行1>
elif <条件判断2>:
    <执行2>
elif <条件判断3>:
    <执行3>
else:
    <执行4>
```

if语句执行有个特点，它是从上往下判断，如果在某个判断上是True，把该判断对应的语句执行后，就忽略掉剩下的elif和else

int()可以把字符串改成整数,所以说我们就可以配合着input函数对用户的输入进行判断

1.9循环

Python的循环有两种，一种是for...in循环，依次把list或tuple中的每个元素迭代出来，看例子：

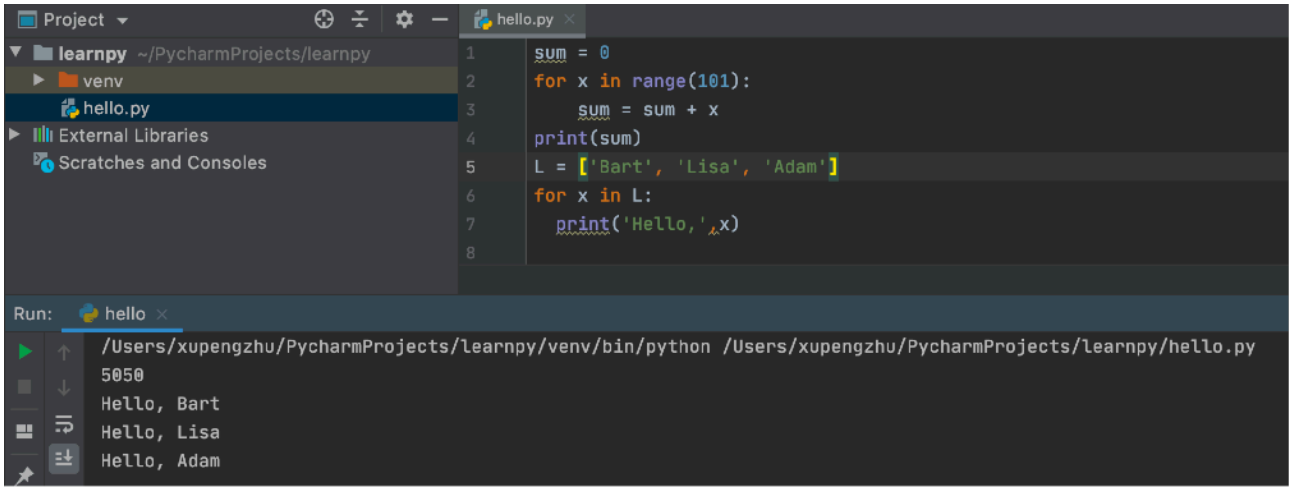
```
names = ['Michael', 'Bob', 'Tracy']
for name in names:
    print(name)
```

执行这段代码，会依次打印names的每一个元素：

```
Michael
Bob
Tracy
```

所以for x in ...循环就是把每个元素代入变量x，然后执行缩进块的语句。

再比如我们想计算1-10的整数之和，可以用一个sum变量做累加：




```
sum = 0
for x in [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]:
    sum = sum + x
print(sum)
```

如果要计算1-100的整数之和，从1写到100有点困难，幸好Python提供一个range()函数，可以生成一个整数序列，再通过list()函数可以转换为list。比如range(5)生成的序列是从0开始小于5的整数：

```
>>> list(range(5))
[0, 1, 2, 3, 4]
```

第二种循环是while循环，只要条件满足，就不断循环，条件不满足时退出循环。比如我们要计算100以内所有奇数之和，可以用while循环实现：

```
sum = 0
n = 99
while n > 0:
    sum = sum + n
    n = n - 2
print(sum)
```

Break:遇到的话,强制跳出循环!

1.10dict(字典)

举个例子，假设要根据同学的名字查找对应的成绩，如果用list实现，需要两个list：

```
names = ['Michael', 'Bob', 'Tracy']
scores = [95, 75, 85]
```

给定一个名字，要查找对应的成绩，就先要在names中找到对应的位置，再从scores取出对应的成绩，list越长，耗时越长。

如果用dict实现，只需要一个“名字”-“成绩”的对照表，直接根据名字查找成绩，无论这个表有多大，查找速度都不会变慢。用Python写一个dict如下：

```
>>> d = {'Michael': 95, 'Bob': 75, 'Tracy': 85}
>>> d['Michael']
95
```

把数据放入dict的方法，除了初始化时指定外，还可以通过key放入：

```
>>> d['Adam'] = 67
>>> d['Adam']
67
```

由于一个key只能对应一个value，所以，多次对一个key放入value，后面的值会把前面的值冲掉：

```
>>> d['Jack'] = 90
>>> d['Jack']
90
>>> d['Jack'] = 88
>>> d['Jack']
88
```

如果key不存在，dict就会报错：

```
>>> d['Thomas']
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
KeyError: 'Thomas'
```

要避免key不存在的错误，有两种办法，一是通过in判断key是否存在：

```
>>> 'Thomas' in d
False
```

二是通过dict提供的get()方法，如果key不存在，可以返回None，或者自己指定的value：

```
>>> d.get('Thomas')
>>> d.get('Thomas', -1)
-1
```

要删除一个key，用pop(key)方法，对应的value也会从dict中删除：

```
>>> d.pop('Bob')
75
>>> d
{'Michael': 95, 'Tracy': 85}
```

dict就是一个用空间换时间的一种方法,dict十分占空间,但是它基本上不怎么占时间

而且dict里面的key是不变的

这是因为dict根据key来计算value的存储位置，如果每次计算相同的key得出的结果不同，那dict内部就完全混乱了。这个通过key计算位置的算法称为哈希算法（Hash）。

要保证hash的正确性，作为key的对象就不能变。在Python中，字符串、整数等都是不可变的，因此，可以放心地作为key。而list是可变的，就不能作为key：

1.11set(集合)

set和dict类似，也是一组key的集合，但不存储value。由于key不能重复，所以，在set中，没有重复的key。

要创建一个set，需要提供一个list作为输入集合：

```
>>> s = set([1, 2, 3])
>>> s
{1, 2, 3}
```

注意，传入的参数[1, 2, 3]是一个list，而显示的{1, 2, 3}只是告诉你这个set内部有1，2，3这3个元素，显示的顺序也不表示set是有序的。。

重复元素在set中自动被过滤：

```
>>> s = set([1, 1, 2, 2, 3, 3])
>>> s
{1, 2, 3}
```

通过add(key)方法可以添加元素到set中，可以重复添加，但不会有效果：

```
>>> s.add(4)
>>> s
{1, 2, 3, 4}
>>> s.add(4)
>>> s
{1, 2, 3, 4}
```

通过remove(key)方法可以删除元素：

```
>>> s.remove(4)
>>> s
{1, 2, 3}
```

set可以看成数学意义上的无序和无重复元素的集合，因此，两个set可以做数学意义上的交集、并集等操作：

```
>>> s1 = set([1, 2, 3])
>>> s2 = set([2, 3, 4])
>>> s1 & s2
{2, 3}
>>> s1 | s2
{1, 2, 3, 4}
```

set和dict的唯一区别仅在于没有存储对应的value，但是，set的原理和dict一样，所以，同样不可以放入可变对象，因为无法判断两个可变对象是否相等，也就无法保证set内部“不会有重复元素”。

上面我们讲了，str是不变对象，而list是可变对象。

对于可变对象，比如list，对list进行操作，list内部的内容是会变化的，比如：

```
>>> a = ['c', 'b', 'a']
>>> a.sort()
>>> a
['a', 'b', 'c']
```

而对于不可变对象，比如str，对str进行操作呢：

```
>>> a = 'abc'
>>> a.replace('a', 'A')
'Abc'
>>> a
‘abc'
```

对不可变对象做操作,可以输出结果,但是不能对对象本身进行改动

第二部分 函数

2.1 函数的调用

跟C语言一样

函数名<实参表>(实参的数目要和函数的形参表一样)调用函数的时候，如果传入的参数数量不对，会报TypeError的错误，并且Python会明确地告诉你：abs()有且仅有1个参数，但给出了两个：

```
>>> abs(1, 2)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: abs() takes exactly one argument (2 given)
```

如果传入的参数数量是对的，但参数类型不能被函数所接受，也会报TypeError的错误，并且给出错误信息：str是错误的参数类型：

```
>>> abs('a')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: bad operand type for abs(): 'str'
```

数据类型转换

Python内置的常用函数还包括数据类型转换函数，比如int()函数可以把其他数据类型转换为整数：

```
>>> int('123')
123
>>> int(12.34)
12
>>> float('12.34')
12.34
>>> str(1.23)
'1.23'
>>> str(100)
'100'
>>> bool(1)
True
>>> bool('')
False
```

函数名其实就是指向一个函数对象的引用，完全可以把函数名赋给一个变量，相当于给这个函数起了一个“别名”：

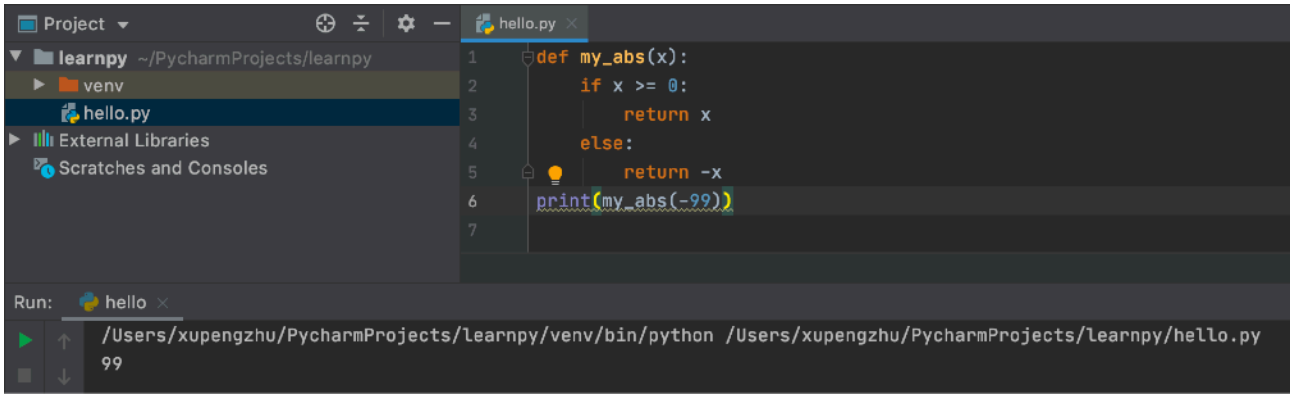
```
>>> a = abs # 变量a指向abs函数
>>> a(-1) # 所以也可以通过a调用abs函数
1
```

这跟C语言里面的函数指针差不多

2.2 函数的定义

在Python中，定义一个函数要使用def语句，依次写出函数名、括号、括号中的参数和冒号:，然后，在缩进块中编写函数体，函数的返回值用return语句返回。

我们以自定义一个求绝对值的my_abs函数为例：

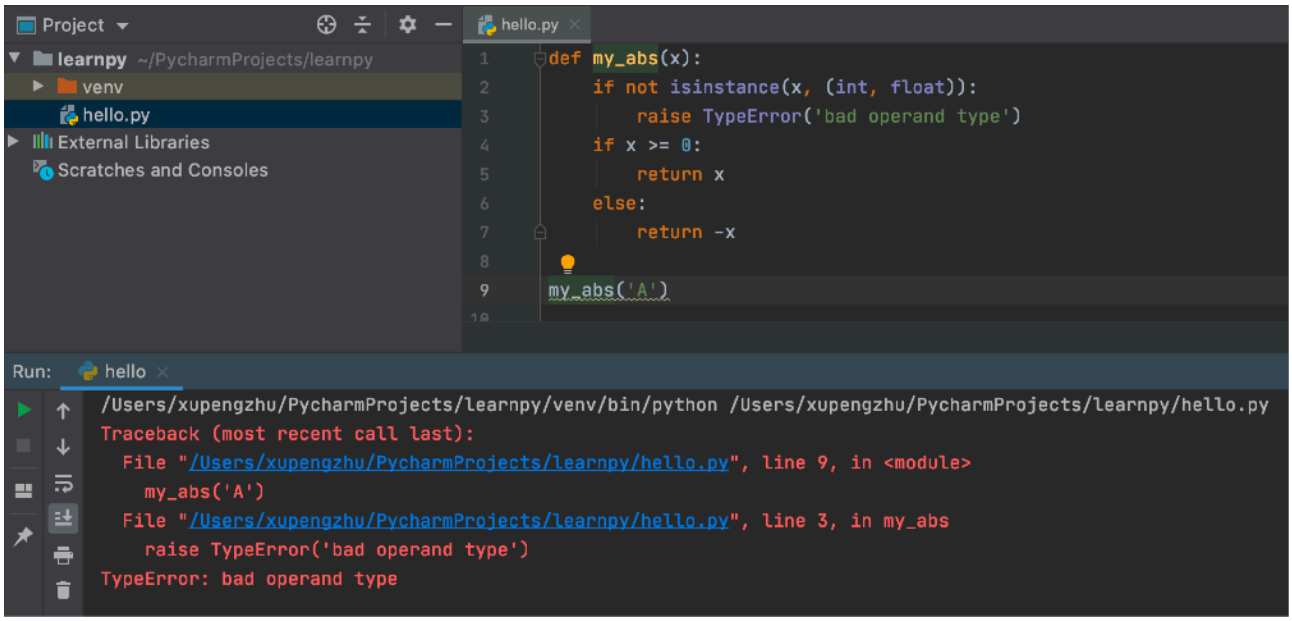


请注意，函数体内部的语句在执行时，一旦执行到return时，函数就执行完毕，并将结果返回。因此，函数内部通过条件判断和循环可以实现非常复杂的逻辑。

如果没有return语句，函数执行完毕后也会返回结果，只是结果为None。return None可以简写为return。

如果你已经把my_abs()的函数定义保存为abstest.py文件了，那么，可以在该文件的当前目录下启动Python解释器，用from abstest import my_abs来导入my_abs()函数，注意abstest是文件名（不含.py扩展名）：

python在调用我们自己定义的函数的时候,不能帮我们做参数的检查,所以说我们就得自己做参数的检查,代码稍微修改了一下



空函数

如果想定义一个什么事也不做的空函数，可以用pass语句：

```
def nop():
    pass
```

pass语句什么都不做，那有什么用？实际上pass可以用来作为占位符，比如现在还没想好怎么写函数的代码，就可以先放一个pass，让代码能运行起来。

pass还可以用在其他语句里，比如：

```
if age >= 18:
    pass
```

缺少了pass，代码运行就会有语法错误。

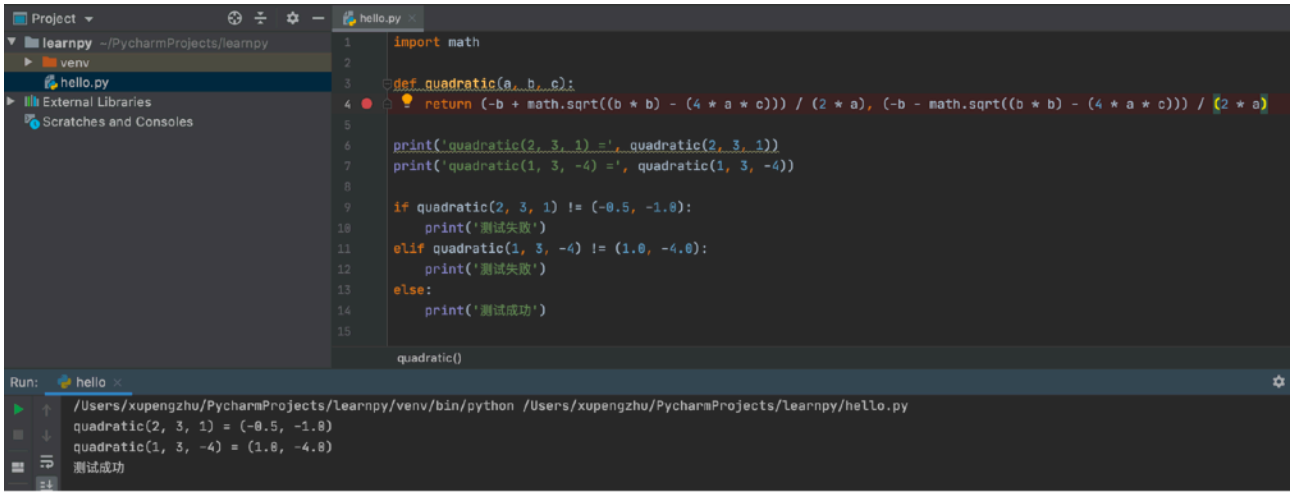
返回多个值

函数可以返回多个值吗？答案是肯定的。

比如在游戏中经常需要从一个点移动到另一个点，给出坐标、位移和角度，就可以计算出新的坐标：

```
import math

def move(x, y, step, angle=0):
    nx = x + step * math.cos(angle)
    ny = y - step * math.sin(angle)
    return nx, ny
```

当然,其实这个所谓返回多个值其实就是返回一个值,返回的是一个tuple类型的数据



2.3 函数的参数

1.位置参数(其实和C语言一样)

我们先写一个计算x2的函数：

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

对于power(x)函数，参数x就是一个位置参数。

当我们调用power函数时，必须传入有且仅有的一个参数x：

```
>>> power(5)
25
>>> power(15)
225
```

现在，如果我们要计算x3怎么办？可以再定义一个power3函数，但是如果要计算x4、x5……怎么办？我们不可能定义无限多个函数。

你也许想到了，可以把power(x)修改为power(x, n)，用来计算xn，说干就干：

```
def power(x, n):
    s = 1
    while n > 0:
        n = n - 1
        s = s * x
    return s
```

对于这个修改后的power(x, n)函数，可以计算任意n次方：

```
>>> power(5, 2)
25
>>> power(5, 3)
125
```

修改后的power(x, n)函数有两个参数：x和n，这两个参数都是位置参数，调用函数时，传入的两个值按照位置顺序依次赋给参数x和n。

2.默认参数

新的power(x, n)函数定义没有问题，但是，旧的调用代码失败了，原因是我们增加了一个参数，导致旧的代码因为缺少一个参数而无法正常调用：

```
>>> power(5)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: power() missing 1 required positional argument: 'n'
```

Python的错误信息很明确：调用函数power()缺少了一个位置参数n。

这个时候，默认参数就排上用场了。由于我们经常计算x2，所以，完全可以把第二个参数n的默认值设定为2：

```
def power(x, n=2):
    s = 1
    while n > 0:
        n = n - 1
        s = s * x
    return s
```

这样，当我们调用power(5)时，相当于调用power(5, 2)：

```
>>> power(5)
25
>>> power(5, 2)
25
```

而对于n > 2的其他情况，就必须明确地传入n，比如power(5, 3)。

从上面的例子可以看出，默认参数可以简化函数的调用。设置默认参数时，有几点要注意：

一是必选参数在前，默认参数在后，否则Python的解释器会报错（思考一下为什么默认参数不能放在必选参数前面）；

二是如何设置默认参数。

当函数有多个参数时，把变化大的参数放前面，变化小的参数放后面。变化小的参数就可以作为默认参数。

使用默认参数有什么好处？最大的好处是能降低调用函数的难度。

如果默认参数多了,调用的时候，既可以按顺序提供默认参数，比如调用enroll(‘Bob', 'M', 7)，意思是，除了name，gender这两个参数外，最后1个参数应用在参数age上，city参数由于没有提供，仍然使用默认值。

也可以不按顺序提供部分默认参数。当不按顺序提供部分默认参数时，需要把参数名写上。比如调用enroll('Adam', 'M', city=‘Tianjin')，意思是，city参数用传进去的值，其他默认参数继续使用默认值。

默认参数必须指向不变对象!!!!!!

```
>>> def add_end(L=[]):
...     L.append('END')
...     return L
...
>>> add_end()
['END']
>>> add_end()
['END', 'END']
>>> add_end()
['END', 'END', 'END']
>>>
```

原因解释如下：

Python函数在定义的时候，默认参数L的值就被计算出来了，即[]，因为默认参数L也是一个变量，它指向对象[]，每次调用该函数，如果改变了L的内容，则下次调用时，默认参数的内容就变了，不再是函数定义时的[]了。

3.可变参数

以数学题为例子，给定一组数字a，b，c……，请计算a2 + b2 + c2 + ……。

要定义出这个函数，我们必须确定输入的参数。由于参数个数不确定，我们首先想到可以把a，b，c……作为一个list或tuple传进来，这样，函数可以定义如下：

```
def calc(numbers):
    sum = 0
    for n in numbers:
        sum = sum + n * n
    return sum
```

但是调用的时候，需要先组装出一个list或tuple：

```
>>> calc([1, 2, 3])
14
>>> calc((1, 3, 5, 7))
84
```

如果利用可变参数，调用函数的方式可以简化成这样：

```
>>> calc(1, 2, 3)
14
>>> calc(1, 3, 5, 7)
84
```

所以，我们把函数的参数改为可变参数：

```
def calc(*numbers):
    sum = 0
    for n in numbers:
        sum = sum + n * n
    return sum
```

定义可变参数和定义一个list或tuple参数相比，仅仅在参数前面加了一个*号。在函数内部，参数numbers接收到的是一个tuple，因此，函数代码完全不变。但是，调用该函数时，可以传入任意个参数，包括0个参数：

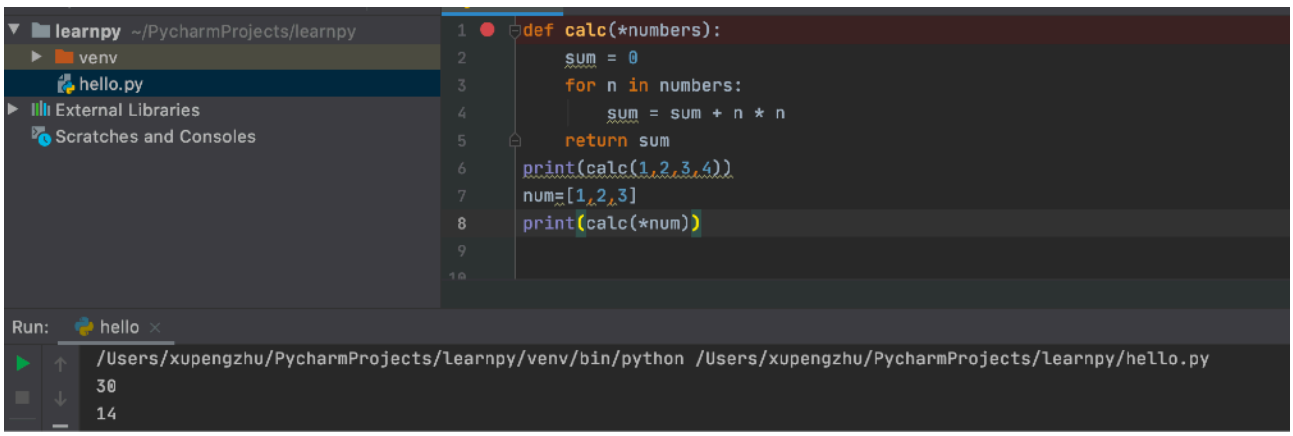
```
>>> calc(1, 2)
5
>>> calc()
0
```

如果已经有一个list或者tuple，要调用一个可变参数怎么办？可以这样做：

```
>>> nums = [1, 2, 3]
>>> calc(nums[0], nums[1], nums[2])
14
```

这种写法当然是可行的，问题是太繁琐，所以Python允许你在list或tuple前面加一个*号，把list或tuple的元素变成可变参数传进去：

```
>>> nums = [1, 2, 3]
>>> calc(*nums)
14
```



这样就可以很简单地把list作为一个可变参数传进去

4.关键词参数

前面加一个**就是字典模式的

函数person除了必选参数name和age外，还接受关键字参数kw。在调用该函数时，可以只传入必选参数：

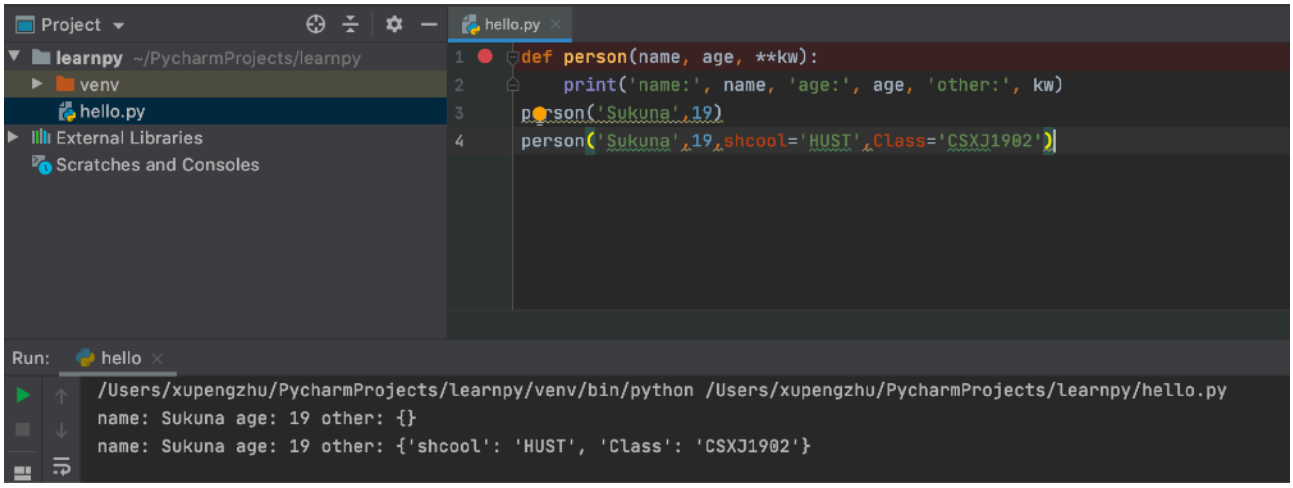
还可以传入任意个自选参数,这些会在函数内部自动组装成一个字典形式的变量

当然也可以直接传字典变量,就像这样:

```
>>> extra = {'city': 'Beijing', 'job': 'Engineer'}
>>> person('Jack', 24, **extra)
name: Jack age: 24 other: {'city': 'Beijing', 'job': 'Engineer'}
```

5.命名关键词参数

如果要限制关键字参数的名字，就可以用命名关键字参数，例如，只接收city和job作为关键字参



数。这种方式定义的函数如下：

```
def person(name, age, *, city, job):
    print(name, age, city, job)
```

和关键字参数**kw不同，命名关键字参数需要一个特殊分隔符*，*后面的参数被视为命名关键字参数。

调用方式如下：

```
>>> person('Jack', 24, city='Beijing', job='Engineer')
Jack 24 Beijing Engineer
```

如果函数定义中已经有了一个可变参数，后面跟着的命名关键字参数就不再需要一个特殊分隔符*了：

```
def person(name, age, *args, city, job):
    print(name, age, args, city, job)
```

命名关键字参数必须传入参数名，这和位置参数不同。如果没有传入参数名，调用将报错：

```
>>> person('Jack', 24, 'Beijing', 'Engineer')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: person() takes 2 positional arguments but 4 were given
```

由于调用时缺少参数名city和job，Python解释器把这4个参数均视为位置参数，但person()函数仅接受2个位置参数。

命名关键字参数可以有缺省值，从而简化调用：

```
def person(name, age, *, city='Beijing', job):
    print(name, age, city, job)
```

由于命名关键字参数city具有默认值，调用时，可不传入city参数：

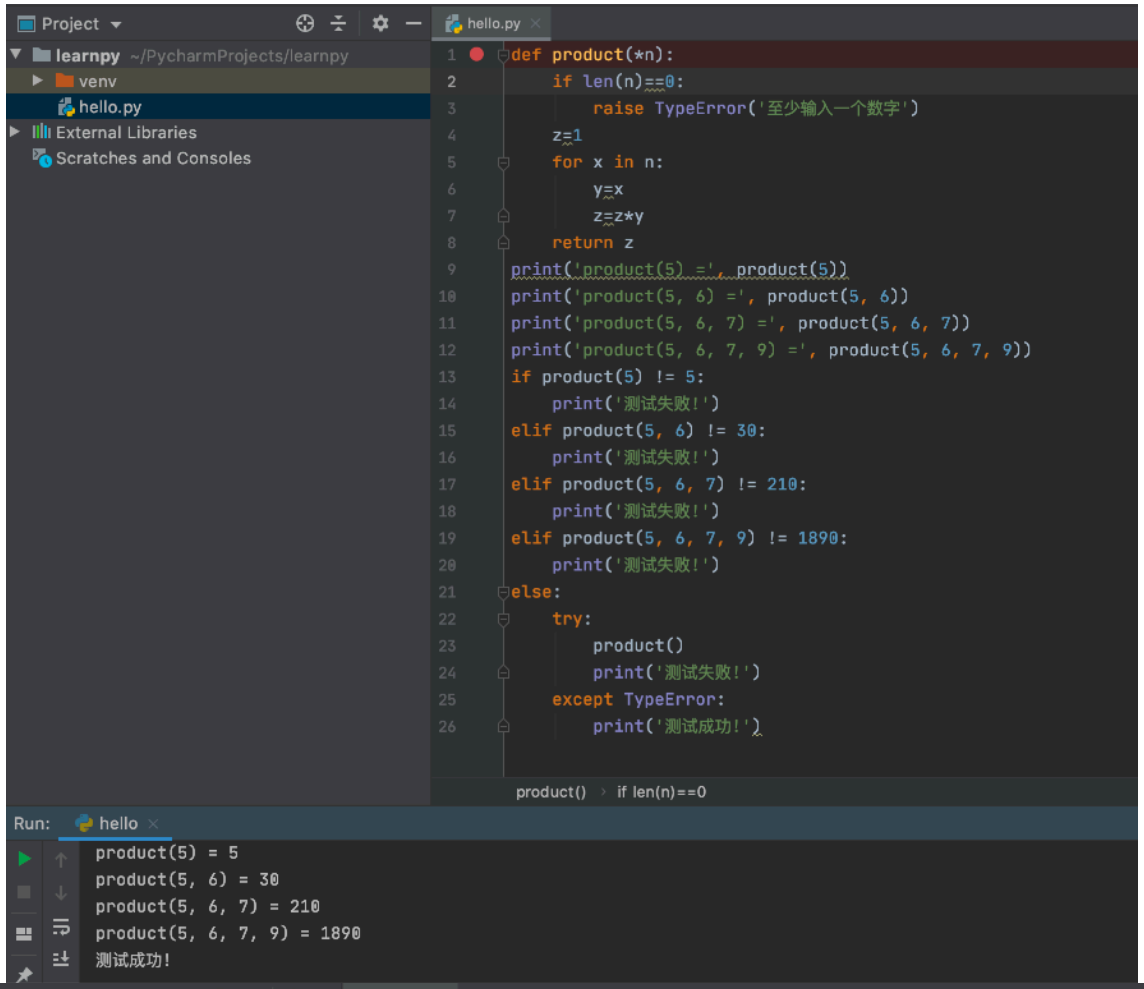
```
>>> person('Jack', 24, job='Engineer')
```

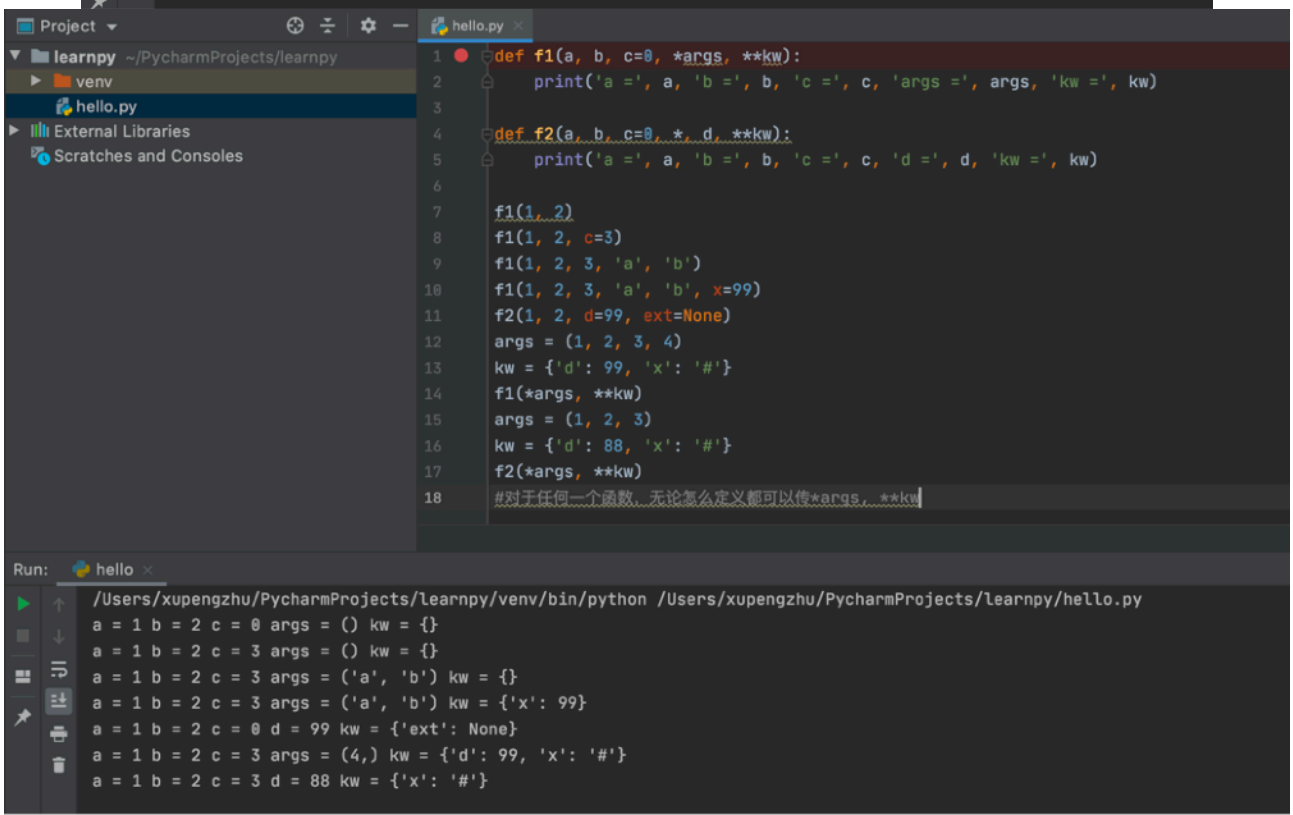
Jack 24 Beijing Engineer

使用命名关键字参数时，要特别注意，如果没有可变参数，就必须加一个*作为特殊分隔符。如果缺少*，Python解释器将无法识别位置参数和命名关键字参数：

```
def person(name, age, city, job):
    # 缺少 *，city和job被视为位置参数
    pass
```

参数可以组合,但是请注意:顺序必须是:位置参数,默认参数,可变参数,关键词参数,命名关键词参数





2.4 递归函数

其实跟C语言一样,在这就不多谈了

第三部分: 高级特性

3.1 切片

取一个list或tuple的部分元素是非常常见的操作。比如，一个list如下：

```
>>> L = ['Michael', 'Sarah', 'Tracy', 'Bob', 'Jack']
```

取前3个元素，应该怎么做?

笨办法：

```
>>> [L[0], L[1], L[2]]
['Michael', 'Sarah', 'Tracy']
```

之所以是笨办法是因为扩展一下，取前N个元素就没辙了。

取前N个元素，也就是索引为0-(N-1)的元素，可以用循环：

```
>>> r = []
>>> n = 3
>>> for i in range(n):
...     r.append(L[i])
...
>>> r
['Michael', 'Sarah', 'Tracy']
```

对这种经常取指定索引范围的操作，用循环十分繁琐，因此，Python提供了切片（Slice）操作符，能大大简化这种操作。

对应上面的问题，取前3个元素，用一行代码就可以完成切片：

```
>>> L[0:3]
['Michael', 'Sarah', 'Tracy']
```

L[0:3]表示，从索引0开始取，直到索引3为止，但不包括索引3。即索引0，1，2，正好是3个元素。

如果第一个索引是0，还可以省略：

```
>>> L[:3]
['Michael', 'Sarah', 'Tracy']
```

也可以从索引1开始，取出2个元素出来：

```
>>> L[1:3]
['Sarah', 'Tracy']
```

类似的，既然Python支持L[-1]取倒数第一个元素，那么它同样支持倒数切片，试试：

```
>>> L[-2:]
['Bob', 'Jack']
>>> L[-2:-1]
['Bob']
```

记住倒数第一个元素的索引是-1。

切片操作十分有用。我们先创建一个0-99的数列：

```
>>> L = list(range(100))
>>> L
[0, 1, 2, 3, ..., 99]
```

可以通过切片轻松取出某一段数列。比如前10个数：

```
>>> L[:10]
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

后10个数：

```
>>> L[-10:]
[90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99]
```

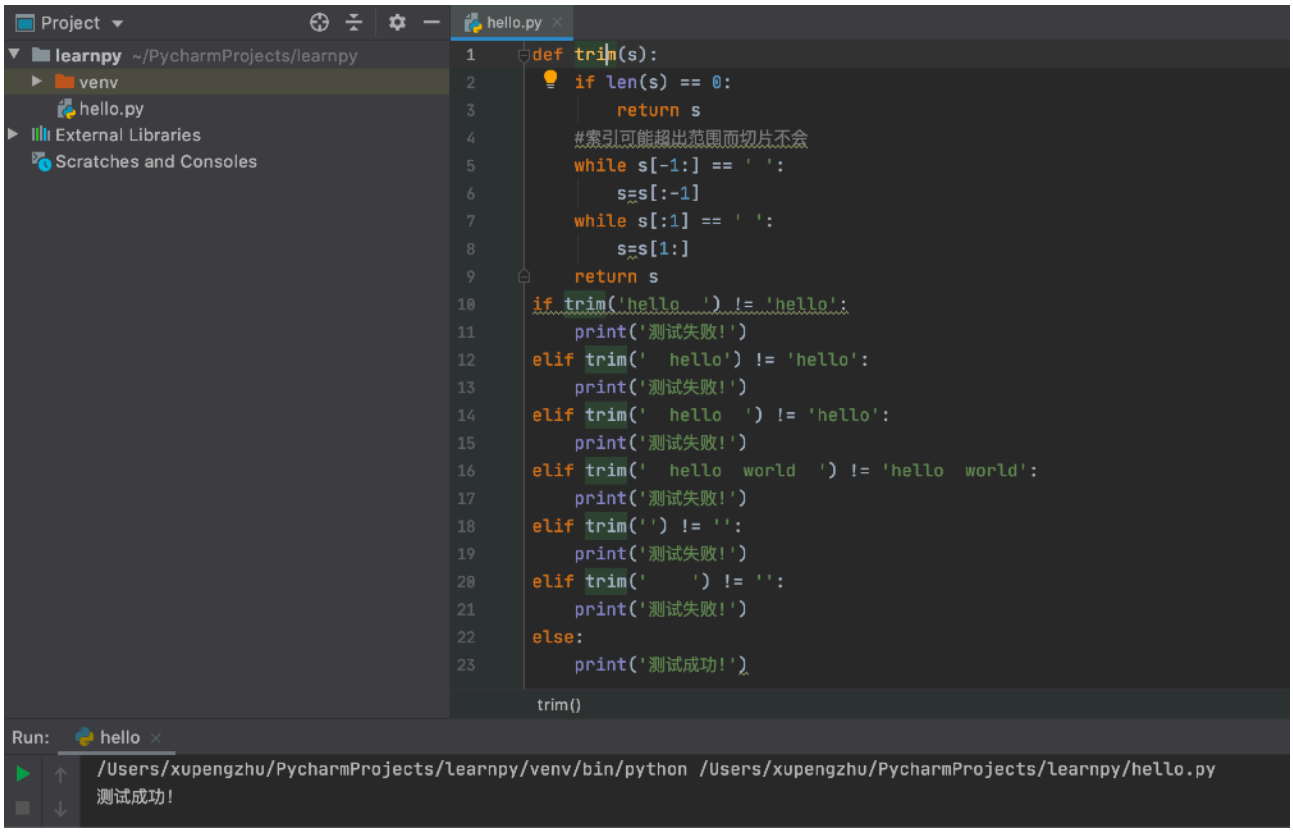
前11-20个数：

```
>>> L[10:20]
[10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]
```

前10个数，每两个取一个：

```
>>> L[:10:2]
```

[0, 2, 4, 6, 8]
所有数，每5个取一个：
>>> L[::5]
[0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95]
甚至什么都不写，只写[:]就可以原样复制一个list：
>>> L[:]
[0, 1, 2, 3, ..., 99]
tuple也是一种list，唯一区别是tuple不可变。因此，tuple也可以用切片操作，只是操作的结果仍是tuple：
>>> (0, 1, 2, 3, 4, 5)[:3]
(0, 1, 2)
字符串'xxx'也可以看成是一种list，每个元素就是一个字符。因此，字符串也可以用切片操作，只是操作结果仍是字符串：
>>> 'ABCDEFG'[:3]
'ABC'
>>> 'ABCDEFG'[::2]
‘ACEG’
去除前后空格



3.2 迭代(for)

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，这种遍历我们称为迭代（Iteration）。
在Python中，迭代是通过for ... in来完成的，而很多语言比如C语言，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C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：

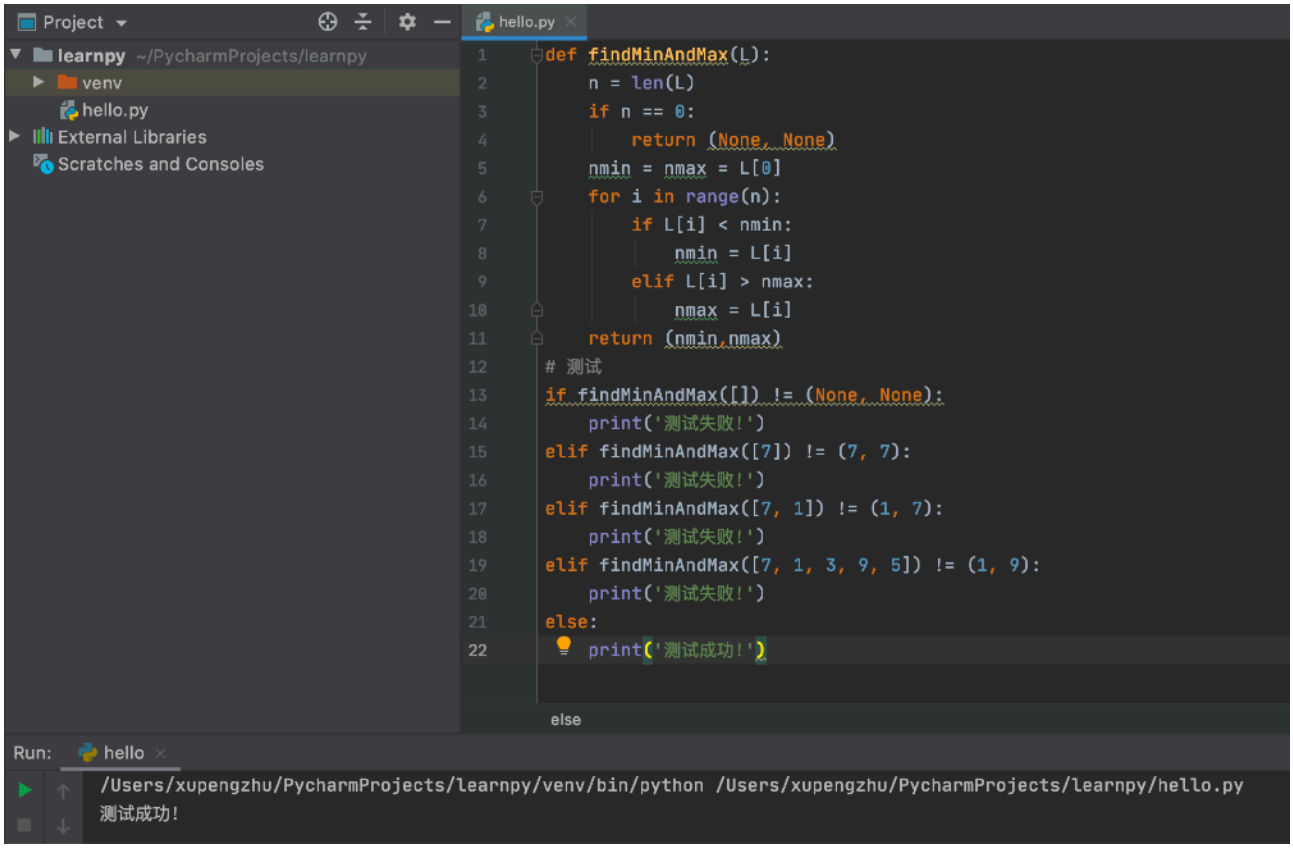
```
>>> d = {'a': 1, 'b': 2, 'c': 3}
>>> for key in d:
...     print(key)
...
a
c
b
```

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.values()，如果要同时迭代key和value，可以用for k, v in d.items()。

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
```

3.3 列表生成式

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', 'Workspace', 'XCode']
```

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

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

使用列表生成式的时候，有些童鞋经常搞不清楚if...else的用法。

例如，以下代码正常输出偶数：

```
>>> [x for x in range(1, 11) if x % 2 == 0]
[2, 4, 6, 8, 10]
```

但是，我们不能在最后的if加上else：

```
>>> [x for x in range(1, 11) if x % 2 == 0 else 0]
  File "<stdin>", line 1
    [x for x in range(1, 11) if x % 2 == 0 else 0]
                                           ^
SyntaxError: invalid syntax
```

这是因为跟在for后面的if是一个筛选条件，不能带else，否则如何筛选？

另一些童鞋发现把if写在for前面必须加else，否则报错：

```
>>> [x if x % 2 == 0 for x in range(1, 11)]
  File "<stdin>", line 1
    [x if x % 2 == 0 for x in range(1, 11)]
                 ^
SyntaxError: invalid syntax
```

这是因为for前面的部分是一个表达式，它必须根据x计算出一个结果。因此，考察表达式：x if x % 2 == 0，它无法根据x计算出结果，因为缺少else，必须加上else：

```
>>> [x if x % 2 == 0 else -x for x in range(1, 11)]
[-1, 2, -3, 4, -5, 6, -7, 8, -9, 10]
```

上述for前面的表达式x if x % 2 == 0 else -x才能根据x计算出确定的结果。

可见，在一个列表生成式中，for前面的if ... else是表达式，而for后面的if是过滤条件，不能带else。

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
```

当然写在for前面的话就应该使用else

```
>>> [x if x % 2 == 0 else -x for x in range(1, 11)]
[-1, 2, -3, 4, -5, 6, -7, 8, -9, 10]
必须加else的部分
```

3.4 生成器

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 0x1022ef630>
```

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next()函数获得generator的下一个返回值：

```
>>> next(g)
0
>>> next(g)
1
>>> next(g)
4
>>> next(g)
9
>>> next(g)
16
>>> next(g)
25
>>> next(g)
36
>>> next(g)
49
>>> next(g)
64
>>> next(g)
81
>>> next(g)
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(g)，就计算出g的下一个元素的值，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(g)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()，而是通过for循环来迭代它，并且不需要关心StopIteration的错误。

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
    return 'done'
```

注意，赋值语句：

```
a, b = b, a + b
```

相当于：

```
t = (b, a + b) # t是一个tuple
a = t[0]
b = t[1]
```

但不必显式写出临时变量t就可以赋值。

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
‘done'
```

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
    return 'done'
```

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：

```
>>> f = fib(6)
>>> f
<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')
```

```python
def triangles():
    L=[1]
    yield L
    while True:
        L=[([0]+L)[m]+(L+[0])[m] for m in range(len(L)+1)]
    yield L
n = 0
results = []
for t in triangles():
    results.append(t)
    n = n + 1
    if n == 10:
        break

for t in results:
    print(t)

if results == [
    [1],
    [1, 1],
    [1, 2, 1],
    [1, 3, 3, 1],
    [1, 4, 6, 4, 1],
    [1, 5, 10, 10, 5, 1],
    [1, 6, 15, 20, 15, 6, 1],
    [1, 7, 21, 35, 35, 21, 7, 1],
    [1, 8, 28, 56, 70, 56, 28, 8, 1],
    [1, 9, 36, 84, 126, 126, 84, 36, 9, 1]
]:
    print('测试通过!')
else:
    print('测试失败!')
```

```
yield 1
    print('step 2')
    yield(3)
    print('step 3')
    yield(5)
```

调用该generator时，首先要生成一个generator对象，然后用next()函数不断获得下一个返回值：

```
>>> o = odd()
>>> next(o)
step 1
1
```

```
>>> next(o)
step 2
3
>>> next(o)
step 3
5
>>> next(o)
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(o)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()来获取下一个返回值，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
```

但是用for循环调用generator时，发现拿不到generator的return语句的返回值。如果想要拿到返回值，必须捕获StopIteration错误，返回值包含在StopIteration的value中：

```
>>> g = fib(6)
>>> while True:
...     try:
...         x = next(g)
...         print('g:', x)
...     except StopIteration as e:
...         print('Generator return value:', e.value)
...         break
...
g: 1
g: 1
g: 2
g: 3
g: 5
g: 8
Generator return value: done
```

3.5 迭代器

我们已经知道，可以直接作用于for循环的数据类型有以下几种：

一类是集合数据类型，如list、tuple、dict、set、str等；

一类是generator，包括生成器和带yield的generator function。

这些可以直接作用于for循环的对象统称为可迭代对象：Iterable。

可以使用isinstance()判断一个对象是否是Iterable对象：

```
>>> from collections.abc import Iterable
>>> isinstance([], Iterable)
True
>>> isinstance({}, Iterable)
True
```

```
>>> isinstance('abc', Iterable)
True
>>> isinstance((x for x in range(10)), Iterable)
True
>>> isinstance(100, Iterable)
False
```

而生成器不但可以作用于for循环，还可以被next()函数不断调用并返回下一个值，直到最后抛出StopIteration错误表示无法继续返回下一个值了。

可以被next()函数调用并不断返回下一个值的对象称为迭代器：Iterator。

可以使用isinstance()判断一个对象是否是Iterator对象：

```
>>> from collections.abc import Iterator
>>> isinstance((x for x in range(10)), Iterator)
True
>>> isinstance([], Iterator)
False
>>> isinstance({}, Iterator)
False
>>> isinstance('abc', Iterator)
False
```

生成器都是Iterator对象，但list、dict、str虽然是Iterable，却不是Iterator。

把list、dict、str等Iterable变成Iterator可以使用iter()函数：

```
>>> isinstance(iter([]), Iterator)
True
>>> isinstance(iter('abc'), Iterator)
True
```

你可能会问，为什么list、dict、str等数据类型不是Iterator?

这是因为Python的Iterator对象表示的是一个数据流，Iterator对象可以被next()函数调用并不断返回下一个数据，直到没有数据时抛出StopIteration错误。可以把这个数据流看做是一个有序序列，但我们却不能提前知道序列的长度，只能不断通过next()函数实现按需计算下一个数据，所以Iterator的计算是惰性的，只有在需要返回下一个数据时它才会计算。

Iterator甚至可以表示一个无限大的数据流，例如全体自然数。而使用list是永远不可能存储全体自然数的。

第四部分:函数式编程(一)

4.1 高阶函数

我们先看map。map()函数接收两个参数，一个是函数，一个是Iterable，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Iterator返回。

举例说明，比如我们有一个函数f(x)=x2，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

现在，我们用Python代码实现：

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

map()传入的第一个参数是f，即函数对象本身。由于结果r是一个Iterator，Iterator是惰性序列，因此通过list()函数让它把整个序列都计算出来并返回一个list。

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？

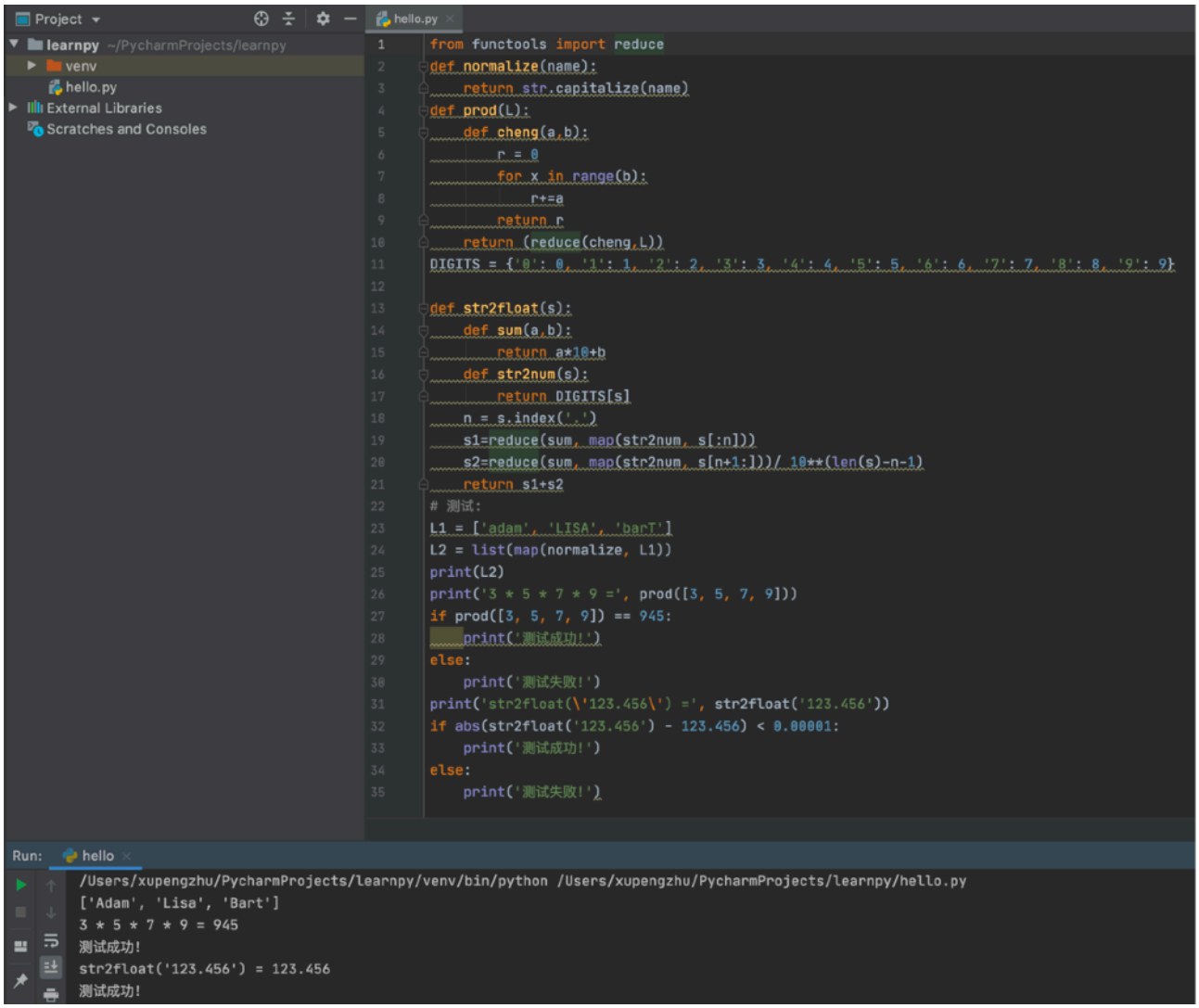
所以，map()作为高阶函数，事实上它把运算规则抽象了，因此，我们不但可以计算简单的f(x)=x2，还可以计算任意复杂的函数，比如，把这个list所有数字转为字符串：

```
>>> list(map(str, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]))
['1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9']
```

只需要一行代码。

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：

```
>>> from functools import reduce
>>> 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：

```
>>> from functools import reduce
>>> 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：

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

整理成一个str2int的函数就是：

```
from functools import reduce

DIGITS = {'0': 0, '1': 1, '2': 2, '3': 3, '4': 4, '5': 5, '6': 6, '7': 7, '8': 8, '9': 9}

def str2int(s):
    def fn(x, y):
        return x * 10 + y
    def char2num(s):
        return DIGITS[s]
    return reduce(fn, map(char2num, s))
```

还可以用lambda函数进一步简化成：

```
from functools import reduce

DIGITS = {'0': 0, '1': 1, '2': 2, '3': 3, '4': 4, '5': 5, '6': 6, '7': 7, '8': 8, '9': 9}

def char2num(s):
    return DIGITS[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函数的用法在后面介绍。

Python内建的filter()函数用于过滤序列。

和map()类似，filter()也接收一个函数和一个序列。和map()不同的是，filter()把传入的函数依次作用于每个元素，然后根据返回值是True还是False决定保留还是丢弃该元素。

例如，在一个list中，删掉偶数，只保留奇数，可以这么写：

```
def is_odd(n):
    return n % 2 == 1

list(filter(is_odd, [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 15]))
# 结果: [1, 5, 9, 15]
```

把一个序列中的空字符串删掉，可以这么写：

```
def not_empty(s):
    return s and s.strip()
```

```
list(filter(not_empty, ['A', '', 'B', None, 'C', '  ']))
# 结果: ['A', 'B', 'C']
```

可见用filter()这个高阶函数，关键在于正确实现一个“筛选”函数。

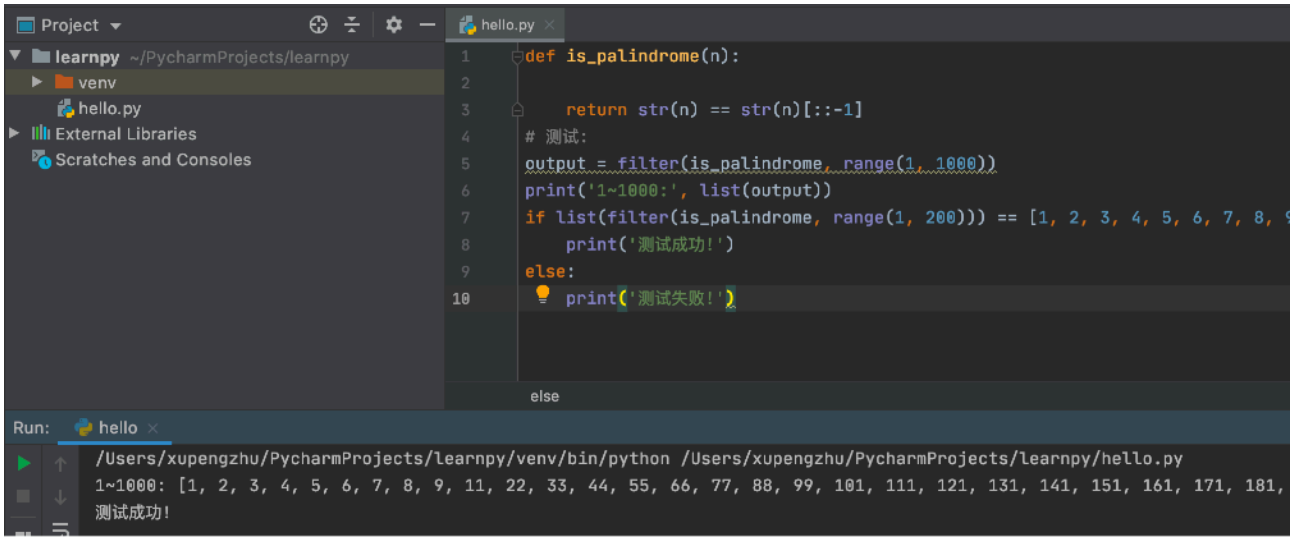
注意到filter()函数返回的是一个Iterator，也就是一个惰性序列，所以要强迫filter()完成计算结果，需要用list()函数获得所有结果并返回list。

用filter求素数

计算素数的一个方法是埃氏筛法，它的算法理解起来非常简单：

首先，列出从2开始的所有自然数，构造一个序列：

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, ...



取序列的第一个数2，它一定是素数，然后用2把序列的2的倍数筛掉：

3, 4, 5, ~~6~~, 7, ~~8~~, 9, ~~10~~, 11, ~~12~~, 13, ~~14~~, 15, ~~16~~, 17, ~~18~~, 19, ~~20~~, ...

取新序列的第一个数3，它一定是素数，然后用3把序列的3的倍数筛掉：

5, ~~6~~, 7, ~~8~~, 9, ~~10~~, 11, ~~12~~, 13, ~~14~~, ~~15~~, ~~16~~, 17, ~~18~~, 19, ~~20~~, ...

取新序列的第一个数5，然后用5把序列的5的倍数筛掉：

7, ~~8~~, 9, ~~10~~, 11, ~~12~~, 13, ~~14~~, ~~15~~, ~~16~~, 17, ~~18~~, 19, ~~20~~, ...

不断筛下去，就可以得到所有的素数。

用Python来实现这个算法，可以先构造一个从3开始的奇数序列：

```
def _odd_iter():
    n = 1
    while True:
        n = n + 2
        yield n
```

注意这是一个生成器，并且是一个无限序列。

然后定义一个筛选函数：

```
def _not_divisible(n):
    return lambda x: x % n > 0
```

最后，定义一个生成器，不断返回下一个素数：

```
def primes():
    yield 2
    it = _odd_iter() # 初始序列
    while True:
        n = next(it) # 返回序列的第一个数
        yield n
```

```
    it = filter(_not_divisible(n), it) # 构造新序列
```

这个生成器先返回第一个素数2，然后，利用filter()不断产生筛选后的新的序列。

由于primes()也是一个无限序列，所以调用时需要设置一个退出循环的条件：

```
# 打印1000以内的素数:
for n in primes():
    if n < 1000:
        print(n)
    else:
        break
```

注意到Iterator是惰性计算的序列，所以我们可以用Python表示“全体自然数”，“全体素数”这样的序列，而代码非常简洁。

Python内置的sorted()函数就可以对list进行排序：

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

此外，sorted()函数也是一个高阶函数，它还可以接收一个key函数来实现自定义的排序，例如按绝对值大小排序：

```
>>> sorted([36, 5, -12, 9, -21], key=abs)
[5, 9, -12, -21, 36]
```

key指定的函数将作用于list的每一个元素上，并根据key函数返回的结果进行排序。对比原始的list和经过key=abs处理过的list：

```
list = [36, 5, -12, 9, -21]

keys = [36, 5,  12, 9,  21]
```

然后sorted()函数按照keys进行排序，并按照对应关系返回list相应的元素：

```
keys排序结果 => [5, 9,  12,  21, 36]
                | |   |   | |
最终结果     => [5, 9, -12, -21, 36]
```

我们再看一个字符串排序的例子：

```
>>> sorted(['bob', 'about', '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，只要我们能用一个key函数把字符串映射为忽略大小写排序即可。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key函数，即可实现忽略大小写的排序：

```
>>> sorted(['bob', 'about', 'Zoo', 'Credit'], key=str.lower)
['about', 'bob', 'Credit', 'Zoo']
```

要进行反向排序，不必改动key函数，可以传入第三个参数reverse=True：

```
>>> sorted(['bob', 'about', 'Zoo', 'Credit'], key=str.lower, reverse=True)
['Zoo', 'Credit', 'bob', 'about']
```

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。

4.2 返回一个函数

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 lazy_sum.<locals>.sum at 0x101c6ed90>
```

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。

闭包

注意到返回的函数在其定义内部引用了局部变量args，所以，当一个函数返回了一个函数后，其内部的局部变量还被新函数引用，所以，闭包用起来简单，实现起来可不容易。

另一个需要注意的问题是，返回的函数并没有立刻执行，而是直到调用了f()才执行。我们来看一个例子：

```
def count():
    fs = []
    for i in range(1, 4):
        def f():
            return i*i
        fs.append(f)
    return fs

f1, f2, f3 = count()
```

在上面的例子中，每次循环，都创建了一个新的函数，然后，把创建的3个函数都返回了。

你可能认为调用f1()，f2()和f3()结果应该是1，4，9，但实际结果是：

```
>>> f1()
9
>>> f2()
9
>>> f3()
9
```

全部都是9！原因就在于返回的函数引用了变量i，但它并非立刻执行。等到3个函数都返回时，它们所引用的变量i已经变成了3，因此最终结果为9。

返回闭包时牢记一点：返回函数不要引用任何循环变量，或者后续会发生变化的变量。

如果一定要引用循环变量怎么办？方法是再创建一个函数，用该函数的参数绑定循环变量当前的值，无论该循环变量后续如何更改，已绑定到函数参数的值不变：

```
def count():
    def f(j):
        def g():
            return j*j
        return g
    fs = []
    for i in range(1, 4):
        fs.append(f(i)) # f(i)立刻被执行，因此i的当前值被传入f()
    return fs
```

再看看结果：

```
>>> f1, f2, f3 = count()
>>> f1()
1
>>> f2()
4
>>> f3()
9
```

4.3 匿名函数

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)=x2时，除了定义一个f(x)的函数外，还可以直接传入匿名函数：

```
>>> list(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 0x101c6ef28>
>>> 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
```

第五部分:函数式编程(二)

5.1 装饰器

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('2015-3-25')
...
>>> f = now
>>> f()
2015-3-25
```

函数对象有一个__name__属性，可以拿到函数的名字：

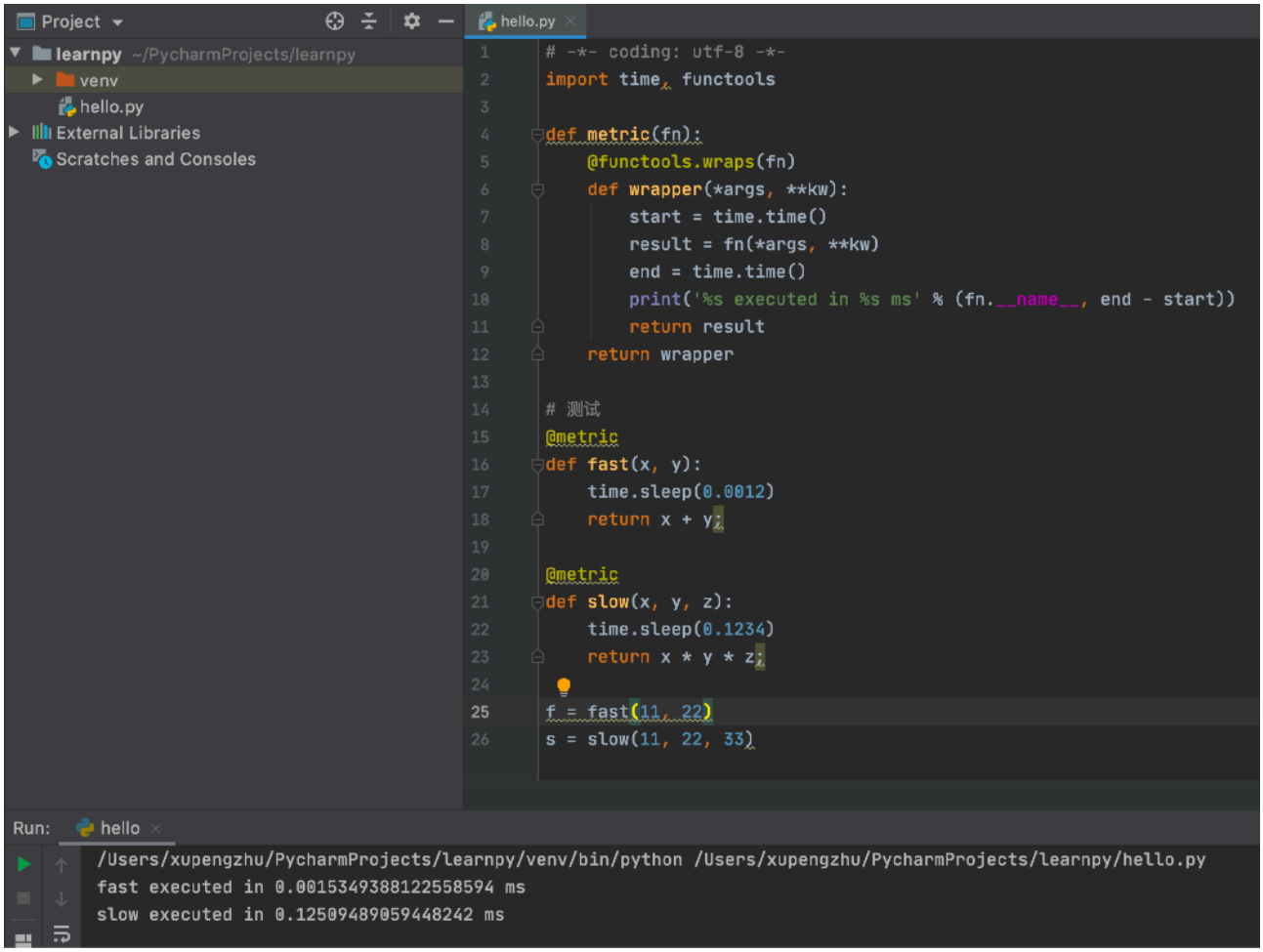
```
>>> now.__name__
'now'
>>> f.__name__
'now'
```

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
```

上面是一个利用decoration做一个计算函数时间的例子：



@metric运行就相当于运行了fast=metric(fast)

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('2015-3-25')
```

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():
2015-3-25
```

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。

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('2015-3-25')
```

执行结果如下：

```
>>> now()
execute now():
2015-3-25
```

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'：

所以说装饰器就是这样

```
def decorator(func):
        def wrapper(*args,**ki):
                装饰器内容
                (有参数)result = func()
                (无参数)func()
                装饰器内容
                (有参数)return result
        return wrapper
```

函数:@decorator

```
Def function_name ():
        函数内容
        return count
```

主函数:直接调用我们设计的function_name就可以进入装饰器

5.2 偏函数

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，实际上可以接收函数对象、*args和**kw这3个参数，当传入：

```
int2 = functools.partial(int, base=2)
```

实际上固定了int()函数的关键字参数base，也就是：

```
int2('10010')
```

相当于：

```
kw = { 'base': 2 }
int('10010', **kw)
```

当传入：

```
max2 = functools.partial(max, 10)
```

实际上会把10作为*args的一部分自动加到左边，也就是：

```
max2(5, 6, 7)
```

相当于：

```
args = (10, 5, 6, 7)
max(*args)
```

结果为10。

第六部分:模块

6.1 使用模块

我们先自己编写一个模块:

```
hello模块
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()
```

首先,调用别人的模块,就可以使用import “模块名”
然后就写函数.
最后的两行if代码可以用于模块的测试
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。
变量和函数有很多种,正常的像a,is_Prime这类的函数就是公开的(public)
类似于__xxx__这样的变量就是特殊的变量,我们自己不要随便定义(还是public的)
类似于_xxx这样的函数或者变量就是非公开的(private)
非公开的函数或者变量是一种有效的代码封装的方法,外部不许呀引用的函数全部定义成private,python没有好的方法来限制private

6.2 安装模块

这里用pycharm做例子好了
打开PyCharm的terminal 输入pip install 模块名就可以啦!

```
(venv) xupengzhu@xupengdeMacBook-Pro learnpy % pip install numpy
Looking in indexes: https://pypi.tuna.tsinghua.edu.cn/simple
```

当我们试图加载一个模块时，Python会在指定的路径下搜索对应的.py文件，如果找不到，就会报错：

```
>>> import mymodule
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ImportError: No module named mymodule
```

默认情况下，Python解释器会搜索当前目录、所有已安装的内置模块和第三方模块，搜索路径存放在sys模块的path变量中：

```
>>> import sys
>>> sys.path
['', '/Library/Frameworks/Python.framework/Versions/3.6/lib/python36.zip', '/Library/Frameworks/Python.framework/Versions/3.6/lib/python3.6', ..., '/Library/Frameworks/Python.framework/Versions/3.6/lib/python3.6/site-packages']
```

如果我们要添加自己的搜索目录，有两种方法：
一是直接修改sys.path，添加要搜索的目录：

```
>>> import sys
>>> sys.path.append('/Users/michael/my_py_scripts')
```

这种方法是在运行时修改，运行结束后失效。

第二种方法是设置环境变量PYTHONPATH，该环境变量的内容会被自动添加到模块搜索路径中。设置方式与设置Path环境变量类似。注意只需要添加你自己的搜索路径，Python自己本身的搜索路径不受影响。

我们可以在PyCharm上的Perfrence里更改下载的镜像站,我这里用的就是tuna(清华大学)

第七部分:OOP(一)

7.1 基本介绍

面向对象编程——Object Oriented Programming，简称OOP，是一种程序设计思想。OOP把对象作为程序的基本单元，一个对象包含了数据和操作数据的函数。

面向过程的程序设计把计算机程序视为一系列的命令集合，即一组函数的顺序执行。为了简化程序设计，面向过程把函数继续切分为子函数，即把大块函数通过切割成小块函数来降低系统的复杂度。

而面向对象的程序设计把计算机程序视为一组对象的集合，而每个对象都可以接收其他对象发过来的消息，并处理这些消息，计算机程序的执行就是一系列消息在各个对象之间传递。

在Python中，所有数据类型都可以视为对象，当然也可以自定义对象。自定义的对象数据类型就是面向对象中的类（Class）的概念。

我们以一个例子来说明面向过程和面向对象在程序流程上的不同之处。

假设我们要处理学生的成绩表，为了表示一个学生的成绩，面向过程的程序可以用一个dict表示：

```
std1 = { 'name': 'Michael', 'score': 98 }
std2 = { 'name': 'Bob', 'score': 81 }
```

而处理学生成绩可以通过函数实现，比如打印学生的成绩：

```
def print_score(std):
    print('%s: %s' % (std['name'], std['score']))
```

如果采用面向对象的程序设计思想，我们首选思考的不是程序的执行流程，而是Student这种数据类型应该被视为一个对象，这个对象拥有name和score这两个属性（Property）。如果要打印一个学生的成绩，首先必须创建出这个学生对应的对象，然后，给对象发一个print_score消息，让对象自己把自己的数据打印出来。

```
class Student(object):

    def __init__(self, name, score):
        self.name = name
        self.score = score

    def print_score(self):
        print('%s: %s' % (self.name, self.score))
```

给对象发消息实际上就是调用对象对应的关联函数，我们称之为对象的方法（Method）。面向对象的程序写出来就像这样：

```
bart = Student('Bart Simpson', 59)
lisa = Student('Lisa Simpson', 87)
bart.print_score()
lisa.print_score()
```

面向对象的设计思想是从自然界中来的，因为在自然界中，类（Class）和实例（Instance）的概念是很自然的。Class是一种抽象概念，比如我们定义的Class——Student，是指学生这个概念，而实例（Instance）则是一个个具体的Student，比如，Bart Simpson和Lisa Simpson是两个具体的Student。

所以，面向对象的设计思想是抽象出Class，根据Class创建Instance。

面向对象的抽象程度又比函数要高，因为一个Class既包含数据，又包含操作数据的方法。

7.2 类和实例

面向对象最重要的概念就是类（Class）和实例（Instance），必须牢记类是抽象的模板，比如Student类，而实例是根据类创建出来的一个个具体的“对象”，每个对象都拥有相同的方法，但各自的数据可能不同。

仍以Student类为例，在Python中，定义类是通过class关键字：

```
class Student(object):
    pass
```

class后面紧接着是类名，即Student，类名通常是大写开头的单词，紧接着是(object)，表示该类是从哪个类继承下来的，继承的概念我们后面再讲，通常，如果没有合适的继承类，就使用object类，这是所有类最终都会继承的类。

定义好了Student类，就可以根据Student类创建出Student的实例，创建实例是通过类名+()实现的：

```
>>> bart = Student()
>>> bart
<__main__.Student object at 0x10a67a590>
>>> Student
<class '__main__.Student'>
```

可以看到，变量bart指向的就是一个Student的实例，后面的0x10a67a590是内存地址，每个object的地址都不一样，而Student本身则是一个类。

```
class Student(object):

    def __init__(self, name, score):
        self.name = name
        self.score = score
```

注意：特殊方法“__init__”前后分别有两个下划线！！！

注意到__init__方法的第一个参数永远是self，表示创建的实例本身，因此，在__init__方法内部，就可以把各种属性绑定到self，因为self就指向创建的实例本身。

有了__init__方法，在创建实例的时候，就不能传入空的参数了，必须传入与__init__方法匹配的参数，但self不需要传，Python解释器自己会把实例变量传进去：

```
>>> bart = Student('Bart Simpson', 59)
>>> bart.name
'Bart Simpson'
>>> bart.score
59
```

和普通的函数相比，在类中定义的函数只有一点不同，就是第一个参数永远是实例变量self，并且，调用时，不用传递该参数。除此之外，类的方法和普通函数没有什么区别，所以，你仍然可以用默认参数、可变参数、关键字参数和命名关键字参数。

类其实就就就可以认为是一种特殊的函数!self可以默认跳过……

类还有一个特点就是封装,我们可以认为类是一个黑盒,我们不知道黑盒的运作原理,但是知道黑盒会给我们什么

既然Student实例本身就拥有这些数据，要访问这些数据，就没有必要从外面的函数去访问，可以直接在Student类的内部定义访问数据的函数，这样，就把“数据”给封装起来了。这些封装数据的函数是和Student类本身是关联起来的，我们称之为类的方法：

```
class Student(object):

    def __init__(self, name, score):
        self.name = name
        self.score = score

    def print_score(self):
        print('%s: %s' % (self.name, self.score))
```

要定义一个方法，除了第一个参数是self外，其他和普通函数一样。要调用一个方法，只需要在实例变量上直接调用，除了self不用传递，其他参数正常传入：

```
>>> bart.print_score()
Bart Simpson: 59
```

这样一来，我们从外部看Student类，就只需要知道，创建实例需要给出name和score，而如何打印，都是在Student类的内部定义的，这些数据和逻辑被“封装”起来了，调用很容易，但却不用知道内部实现的细节。

7.3 访问限制

在Class内部，可以有属性和方法，而外部代码可以通过直接调用实例变量的方法来操作数据，这样，就隐藏了内部的复杂逻辑。

但是，从前面Student类的定义来看，外部代码还是可以自由地修改一个实例的name、score属性：

```
>>> bart = Student('Bart Simpson', 59)
>>> bart.score
59
>>> bart.score = 99
>>> bart.score
99
```

如果要让内部属性不被外部访问，可以把属性的名称前加上两个下划线__，在Python中，实例的变量名如果以__开头，就变成了一个私有变量（private），只有内部可以访问，外部不能访问，所以，我们把Student类改一改：

```
class Student(object):

    def __init__(self, name, score):
        self.__name = name
        self.__score = score

    def print_score(self):
        print('%s: %s' % (self.__name, self.__score))
```

改完后，对于外部代码来说，没什么变动，但是已经无法从外部访问实例变量.__name和实例变量.__score了：

```
>>> bart = Student('Bart Simpson', 59)
>>> bart.__name
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'Student' object has no attribute '__name'
```

这样就确保了外部代码不能随意修改对象内部的状态，这样通过访问限制的保护，代码更加健壮。

但是如果外部代码要获取name和score怎么办？可以给Student类增加get_name和get_score这样的方法：

```
class Student(object):
    ...

    def get_name(self):
        return self.__name

    def get_score(self):
        return self.__score
```

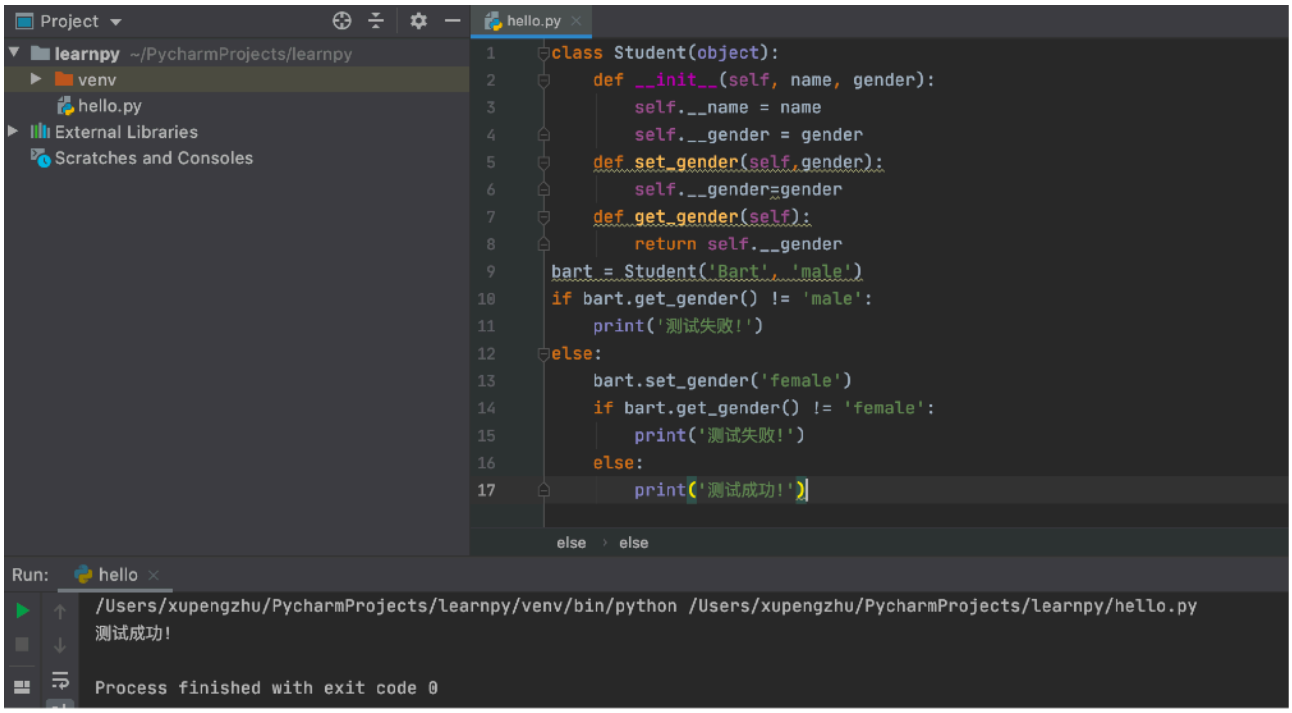
如果又要允许外部代码修改score怎么办？可以再给Student类增加set_score方法：

```
class Student(object):
    ...

    def set_score(self, score):
        self.__score = score
```

你也许会问，原先那种直接通过bart.score = 99也可以修改啊，为什么要定义一个方法大费周折？因为在方法中，可以对参数做检查，避免传入无效的参数：

```
class Student(object):
    ...

    def set_score(self, score):
        if 0 <= score <= 100:
            self.__score = score
        else:
            raise ValueError('bad score')
```

通过定义private类型的变量,我们可以让代码更加严谨,当然python对于private变量的限制远没有Java和C++严格,我们当然可以通过特殊的手段访问到private变量,但我觉得没这个必要哈!



7.4 继承和多态

继承的思想很好理解,青出于蓝而胜于蓝:

比如，我们已经编写了一个名为Animal的class，有一个run()方法可以直接打印：

```
class Animal(object):
    def run(self):
        print('Animal is running...')
```

当我们需要编写Dog和Cat类时，就可以直接从Animal类继承：

```
class Dog(Animal):
    pass

class Cat(Animal):
    pass
```

对于Dog来说，Animal就是它的父类，对于Animal来说，Dog就是它的子类。Cat和Dog类似。

继承有什么好处？最大的好处是子类获得了父类的全部功能。由于Animial实现了run()方法，因此，Dog和Cat作为它的子类，什么事也没干，就自动拥有了run()方法：

```
dog = Dog()
dog.run()

cat = Cat()
```

```
cat.run()
```
运行结果如下：
```
Animal is running...
Animal is running...
```
当然，也可以对子类增加一些方法，比如Dog类：
```
class Dog(Animal):

    def run(self):
        print('Dog is running...')

    def eat(self):
        print('Eating meat...')
```
继承的第二个好处需要我们对代码做一点改进。你看到了，无论是Dog还是Cat，它们run()的时候，显示的都是Animal is running...，符合逻辑的做法是分别显示Dog is running...和Cat is running...，因此，对Dog和Cat类改进如下：
```
class Dog(Animal):

    def run(self):
        print('Dog is running...')

class Cat(Animal):

    def run(self):
        print('Cat is running...')
```
再次运行，结果如下：
```
Dog is running...
Cat is running...
```
当子类和父类都存在相同的run()方法时，我们说，子类的run()覆盖了父类的run()，在代码运行的时候，总是会调用子类的run()。这样，我们就获得了继承的另一个好处：多态。

要理解多态的好处，我们还需要再编写一个函数，这个函数接受一个Animal类型的变量：
```
def run_twice(animal):
    animal.run()
    animal.run()
```
当我们传入Animal的实例时，run_twice()就打印出：
```
>>> run_twice(Animal())
Animal is running...
Animal is running...
```
当我们传入Dog的实例时，run_twice()就打印出：
```
>>> run_twice(Dog())
Dog is running...
Dog is running...
```
当我们传入Cat的实例时，run_twice()就打印出：
```
>>> run_twice(Cat())
Cat is running...
Cat is running...
```
看上去没啥意思，但是仔细想想，现在，如果我们再定义一个Tortoise类型，也从Animal派生：
```
class Tortoise(Animal):
    def run(self):
        print('Tortoise is running slowly...')
```
当我们调用run_twice()时，传入Tortoise的实例：
```
>>> run_twice(Tortoise())
Tortoise is running slowly...
Tortoise is running slowly...
```

你会发现，新增一个Animal的子类，不必对run_twice()做任何修改，实际上，任何依赖Animal作为参数的函数或者方法都可以不加修改地正常运行，原因就在于多态。

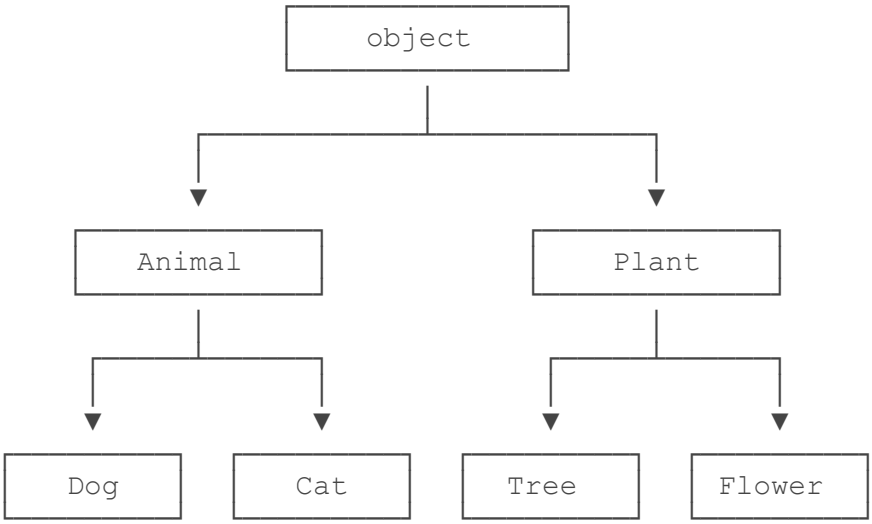
因为Dog,Cat之类的类,本质上还是Animal类型的

对于一个变量，我们只需要知道它是Animal类型，无需确切地知道它的子类型，就可以放心地调用run()方法，而具体调用的run()方法是作用在Animal、Dog、Cat还是Tortoise对象上，由运行时该对象的确切类型决定，这就是多态真正的威力：调用方只管调用，不管细节，而当我们新增一种Animal的子类时，只要确保run()方法编写正确，不用管原来的代码是如何调用的。这就是著名的“开闭”原则：

对扩展开放：允许新增Animal子类；

对修改封闭：不需要修改依赖Animal类型的run_twice()等函数。

继承还可以一级一级地继承下来，就好比从爷爷到爸爸、再到儿子这样的关系。而任何类，最终都可以追溯到根类object，这些继承关系看上去就像一颗倒着的树。比如如下的继承树：



动态语言就有一个好处,就是走起来像鸭子,它就是鸭子

Python的“file-like object“就是一种鸭子类型。对真正的文件对象，它有一个read()方法，返回其内容。但是，许多对象，只要有read()方法，都被视为“file-like object“。许多函数接收的参数就是“file-like object“，你不一定要传入真正的文件对象，完全可以传入任何实现了read()方法的对象。

7.5获得类型的量

1.使用type()

使用type()

首先，我们来判断对象类型，使用type()函数：

基本类型都可以用type()判断：

```
>>> type(123)
<class 'int'>
>>> type('str')
<class 'str'>
>>> type(None)
<type(None) 'NoneType'>
```

如果一个变量指向函数或者类，也可以用type()判断：

```
>>> type(abs)
<class 'builtin_function_or_method'>
>>> type(a)
<class '__main__.Animal'>
```

但是type()函数返回的是什么类型呢？它返回对应的Class类型。如果我们要在if语句中判断，就需要比较两个变量的type类型是否相同：

```
>>> type(123)==type(456)
True
>>> type(123)==int
True
>>> type('abc')==type('123')
True
>>> type('abc')==str
True
>>> type('abc')==type(123)
False
```

判断基本数据类型可以直接写int，str等，但如果要判断一个对象是否是函数怎么办？可以使用types模块中定义的常量：

```
>>> import types
>>> def fn():
...     pass
...
>>> type(fn)==types.FunctionType
True
>>> type(abs)==types.BuiltinFunctionType
True
>>> type(lambda x: x)==types.LambdaType
True
>>> type((x for x in range(10)))==types.GeneratorType
True
```

2.使用isinstance()

对于class的继承关系来说，使用type()就很不方便。我们要判断class的类型，可以使用isinstance()函数。

我们回顾上次的例子，如果继承关系是：

object -> Animal -> Dog -> Husky

那么，isinstance()就可以告诉我们，一个对象是否是某种类型。先创建3种类型的对象：

```
>>> a = Animal()
>>> d = Dog()
>>> h = Husky()
```

然后，判断：

```
>>> isinstance(h, Husky)
True
```

没有问题，因为h变量指向的就是Husky对象。

再判断：

```
>>> isinstance(h, Dog)
True
```

h虽然自身是Husky类型，但由于Husky是从Dog继承下来的，所以，h也还是Dog类型。换句话说，isinstance()判断的是一个对象是否是该类型本身，或者位于该类型的父继承链上。

因此，我们可以确信，h还是Animal类型：

```
>>> isinstance(h, Animal)
True
```

同理，实际类型是Dog的d也是Animal类型：

```
>>> isinstance(d, Dog) and isinstance(d, Animal)
True
```

但是，d不是Husky类型：

```
>>> isinstance(d, Husky)
False
```

能用type()判断的基本类型也可以用isinstance()判断：

```
>>> isinstance('a', str)
True
```

```
>>> isinstance(123, int)
True
>>> isinstance(b'a', bytes)
True
```

并且还可以判断一个变量是否是某些类型中的一种，比如下面的代码就可以判断是否是list或者tuple：

```
>>> isinstance([1, 2, 3], (list, tuple))
True
>>> isinstance((1, 2, 3), (list, tuple))
True
```

使用dir()

如果要获得一个对象的所有属性和方法，可以使用dir()函数，它返回一个包含字符串的list，比如，获得一个str对象的所有属性和方法：

```
>>> dir('ABC')
['__add__', '__class__',..., '__subclasshook__', 'capitalize', 'casefold',..., 'zfill']
```

当然,也可以这样:

```
>>> hasattr(obj, 'x') # 有属性'x'吗?
True
>>> obj.x
9
>>> hasattr(obj, 'y') # 有属性'y'吗?
False
>>> setattr(obj, 'y', 19) # 设置一个属性'y'
>>> hasattr(obj, 'y') # 有属性'y'吗?
True
>>> getattr(obj, 'y') # 获取属性'y'
19
>>> obj.y # 获取属性'y'
19
>>> hasattr(obj, 'power') # 有属性'power'吗?
True
>>> getattr(obj, 'power') # 获取属性'power'
<bound method MyObject.power of <__main__.MyObject object at 0x10077a6a0>>
>>> fn = getattr(obj, 'power') # 获取属性'power'并赋值到变量fn
>>> fn # fn指向obj.power
<bound method MyObject.power of <__main__.MyObject object at 0x10077a6a0>>
>>> fn() # 调用fn()与调用obj.power()是一样的
81
```

7.6 实例属性和类属性

由于Python是动态语言，根据类创建的实例可以任意绑定属性。

给实例绑定属性的方法是通过实例变量，或者通过`self`变量：

```
class Student(object):
    def __init__(self, name):
        self.name = name

s = Student('Bob')
s.score = 90
```

但是，如果`Student`类本身需要绑定一个属性呢？可以直接在class中定义属性，这种属性是类属性，归`Student`类所有：

```
class Student(object):
    name = 'Student'
```

当我们定义了一个类属性后，这个属性虽然归类所有，但类的所有实例都可以访问到。来测试一下：

```
>>> class Student(object):
...     name = 'Student'
...
>>> s = Student() # 创建实例s
>>> print(s.name) # 打印name属性，因为实例并没有name属性，所以会继续查找class的name属性
Student
>>> print(Student.name) # 打印类的name属性
Student
>>> s.name = 'Michael' # 给实例绑定name属性
>>> print(s.name) # 由于实例属性优先级比类属性高，因此，它会屏蔽掉类的name属性
Michael
>>> print(Student.name) # 但是类属性并未消失，用Student.name仍然可以访问
Student
>>> del s.name # 如果删除实例的name属性
>>> print(s.name) # 再次调用s.name，由于实例的name属性没有找到，类的name属性就显示出来了
Student
```

从上面的例子可以看出，在编写程序的时候，千万不要对实例属性和类属性使用相同的名字，因为相同名称的实例属性将屏蔽掉类属性，但是当你删除实例属性后，再使用相同的名称，访问到的将是类属性。