

python3 指南

用 *python3* 玩转电脑

万泽^① | 德山书生^②

版本： 0.01

① 作者：

② 编者：邮箱：a358003542@gmail.com。

前言

需要提醒的是在本文档中不管是 `xverbatim` 环境生成的 `code` 文件还是 `cverbatim` 环境，最前面都多了一个空行，因为最前面有一个 `newlinechar` 符号最后转变成换行了，我还不知道如何避免，所以，如果你需要将代码文件以可执行模式执行（以脚本文件模式载入的没有问题），你需要进入文件按一下 `Backspace` 键将第一行消去即可。

主要参考资料：

1.python 入门教程 Python 教學文件作者：Guido van Rossum Fred L. Drake

2.learning python v5 主要 python 语言参考 python 学习手册（第四版）老鼠版

3.programming python v4 蟒蛇版

4.python 官网其他参考资料（遇到问题则 google 之，这部分不会专门学习）

5.pyqt4 tutorial [英文网站](#) 也参考了 jimmykuu 的中文翻译，[中文翻译网站](#)

6.

ipython3 部分 1.An introduction to Numpy and Scipy 2012 M. Scott Shell

2.NumPy Beginner's Guide 2013 Ivan Idris

8. 其他网络资源在此一并谢谢了。

目 录

前言	i
目录	iii
I python3 基础	1
1 beginning	2
1.1 python 简介	2
1.2 进入 python 的 REPL 环境	2
1.3 python3 命令行用法	3
1.3.1 python 执行脚本参数的传递	3
1.4 geany 的相关配置	3
1.5 代码注释	3
1.6 Unicode 码支持	4
1.7 代码多行表示一行	4
1.7.1 一行表示多行	5
1.8 输入和输出	5
1.8.1 最基本的 input 和 print 命令	5
2 程序中的逻辑	6
2.1 布尔值	6
2.1.1 其他逻辑小知识	6
2.2 条件判断	6
2.2.1 逻辑与或否	7
2.2.2 稍复杂的条件判断	8

2.2.3 try 语句捕捉错误	11
2.2.4 in 语句	11
2.3 迭代	12
2.3.1 range 函数	12
2.3.2 迭代加上操作	13
2.4 循环	14
2.4.1 break 命令	14
2.4.2 continue 命令	14
2.4.3 pass 命令	15
3 程序中的操作对象	16
3.1 赋值	16
3.1.1 序列赋值	17
3.1.2 同时赋相同的值	18
3.1.3 增强赋值语句	20
3.1.4 序列解包赋值	20
3.1.5 可迭代对象的迭代赋值	20
3.2 数值	21
3.2.1 二进制八进制十六进制	21
3.2.2 数学幂方运算	22
3.2.3 数值比较	22
3.2.4 相除取整	22
3.2.5 复数	22
3.2.6 abs 函数	23
3.2.7 round 函数	23
3.2.8 min, max 和 sum 函数	24
3.2.9 位操作	24
3.2.10 math 宏包	25
3.2.11 random 宏包	26
3.3 序列	27
3.3.1 len 函数	27

3.3.2 调出某个值	27
3.3.3 调出多个值	29
3.3.4 序列反转	30
3.3.5 序列的可更改性	31
3.3.6 序列的加法和减法	31
3.4 字符串	32
3.4.1 三单引号和三双引号	32
3.4.2 find 方法	32
3.4.3 replace 方法	33
3.4.4 upper 方法	33
3.4.5 isdigit 方法	33
3.4.6 split 方法	33
3.4.7 join 方法	34
3.4.8 rstrip 方法	34
3.4.9 format 方法	34
3.4.10 转义和不转义	34
3.5 列表	35
3.5.1 列表的插入操作	35
3.5.2 append 方法	36
3.5.3 reverse 方法	36
3.5.4 sort 方法	36
3.5.5 删除某个元素	36
3.5.6 index 方法	37
3.5.7 列表元素去重	38
3.5.8 列表元素的替换	38
3.5.9 列表解析	39
3.5.10 count 方法	43
3.6 字典	43
3.6.1 创建字典	43
3.6.2 字典里面有字典	44

3.6.3 字典遍历操作	44
3.6.4 sorted 函数	46
3.6.5 字典的 in 语句	46
3.6.6 字典对象的 get 方法	46
3.6.7 update 方法	47
3.6.8 pop 方法	47
3.6.9 字典解析	47
3.7 集合	48
3.7.1 集合添加元素	49
3.7.2 集合去掉某个元素	50
3.7.3 两个集合之间的关系	50
3.7.4 两个集合之间的操作	51
3.7.5 clear 方法	52
3.7.6 copy 方法	52
3.7.7 pop 方法	52
3.8 元组	52
3.9 文件	52
3.9.1 写文件	52
3.9.2 读文件	53
3.9.3 open 函数的处理模式	53
3.9.4 用 with 语句打开文件	54
3.9.5 除字符串外其他类型的读取	54
3.10 总结	55
4 类	56
4.1 python 中类的结构	56
4.2 类的最基础知识	57
4.2.1 类的创建	57
4.2.2 根据类创建实例	58
4.2.3 类的属性	58
4.2.4 类的方法	59

4.3 类的继承	60
4.3.1 <code>super</code>	61
4.4 类的内置方法	63
4.4.1 <code>__init__</code> 方法	64
4.4.2 <code>self</code> 意味着什么	65
4.4.3 类的操作第二版	65
4.5 类的操作第三版	66
4.5.1 构造函数的继承和重载	68
4.5.2 <code>__str__</code> 函数的继承和重载	69
4.5.3 类的其他内置方法	69
5 操作或者函数	70
5.1 自定义函数	70
5.2 参数传递问题	71
5.3 变量作用域问题	72
5.3.1 内置作用域?	73
5.3.2 <code>global</code> 命令	74
5.3.3 <code>nonlocal</code> 命令	75
5.4 参数和默认参数	78
5.5 不定参量函数	79
5.5.1 序列解包赋值	79
5.5.2 函数中的通配符	80
5.5.3 <code>mysum</code> 函数	80
5.5.4 任意数目的可选参数	81
5.5.5 解包可迭代对象传递参数	81
5.5.6 解包字典成为关键字参数	82
5.6 参数的顺序	82
5.7 递归函数	83
5.7.1 什么时候用递归?	84
5.8 <code>lambda</code> 函数	85
5.9 <code>print</code> 函数	86

6 宏包	87
6.1 找到宏包文件	87
6.2 编写宏包	88
6.3 import 语句	89
6.4 from 语句	90
6.5 reload 函数	90
 II python3 高级篇	 91
7 类的高级知识	92
7.1 静态方法	92
8 类的高级内置方法	94
8.1 和迭代操作有关	94
8.1.1 next 函数	94
8.1.2 iter 函数	95
8.1.3 enumerate 函数	96
9 深入理解 python3 的迭代	97
9.1 yield 语句	99
9.2 实数集合表示	101
9.3 map 和 filter 函数	102
9.3.1 map 函数	102
9.3.2 filter 函数	103
9.3.3 zip 函数	104
9.4 完整的列表解析结构	104
9.5 列表解析的好处	105
10 模块	106
10.1 模块中的帮助信息	106
11 文件处理高级知识	107
11.1 一行行的操作	107

11.2 整个文件的列表解析	108
11.2.1 readlines 方法	108
11.2.2 文本所有某个单词的替换	109
III 常用的宏包	110
12 pickle 宏包	111
12.1 将对象存入文件	111
12.2 从文件中取出对象	112
13 shelve 宏包	113
13.1 存入多个对象	113
13.2 读取这些对象	114
13.2.1 zodb 宏包	114
14 time 宏包	115
14.1 time 函数	115
14.2 gmtime 函数	115
14.3 localtime 函数	116
14.4 ctime 函数	116
14.5 strftime 函数	117
14.6 sleep 函数	117
15 sys 宏包	118
15.1 sys.argv	118
15.2 exit 函数	119
15.3 sys.platform	119
15.4 sys.path	119
15.5 标准输入输出错误输出文件	119
15.6 判断 python 的版本	120
16 os.path 宏包	121
16.1 abspath 函数	121

16.2 expanduser 函数	121
16.3 判断是否是文件或路径等	122
16.4 判断文件或路径是否相同	122
17 subprocess 宏包	123
17.1 call 函数	123
17.2 getoutput 函数	124
17.3 getstatusoutput 函数	124
17.4 Popen 类	125
18 collections 宏包	126
18.1 namedtuple 函数	126
19 re 宏包	127
20 datetime 宏包	128
21 calendar 宏包	129
IV 加上 GUI	130
V 常用的第三方宏包	132
22 setuptools 宏包	133
23 sql 数据库技术	134
24 numpy 宏包	135
24.1 安装	135
24.2 ndarray 对象	135
24.3 ndarray 元素的引用	135
24.4 多维 ndarray	136
24.5 shape 属性	136
24.6 dtype 属性	136
24.7 in 语句	137

24.8 reshape 方法	137
24.9 copy 方法	138
24.10 ndarray 变成 list	138
24.11 类似 range 的 arange 函数	138
24.12 flatten 方法	138
24.13 resize 方法	138
24.14 transpose 方法	138
24.15 eye 方法	138
24.16 读写文件	139
VI 其他	140
25 暂时还不知道分类的东东	141
25.1 matplotlib 加入中文	141
25.2 matplotlib 棒状图上加上说明文字	141
25.3 从 excel 中读取数据	141
25.4 中文排序	141
25.4.1 字典按值排序	141
25.5 for 语句的进阶	142
25.6 原处修改对象的函数没有返回值	143

python3 基础

beginning

python 简介

Python 是个成功的脚本语言。它最初由 Guido van Rossum 开发，在 1991 年第一次发布。Python 由 ABC 和 Haskell 语言所启发。Python 是一个高级的、通用的、跨平台、解释型的语言。一些人更倾向于称之为动态语言。它很易学，Python 是一种简约的语言。它的最明显的一个特征是，不使用分号或括号，Python 使用缩进。现在，Python 由来自世界各地的庞大的志愿者维护。

这是一段测试文字

python 现在主要有两个版本区别，python2 和 python3。作为新学者推荐完全使用 python3 编程，本文档完全基于 python3。

完全没有编程经验的人推荐简单学一下 c 语言和 scheme 语言（就简单学习一下这个语言的基本概念即可）。相信我学习这两门语言不会浪费你任何时间，其中 scheme 语言如果你学得深入的话甚至编译器的基本原理你都能够学到。了解了这两门语言的核心理念，基本上任何语言在你看来都大同小异了。

进入 python 的 REPL 环境

在 ubuntu13.10 下终端中输入 python 即进入 python 语言的 REPL 环境，目前默认的是 python2。你可以运行：

```
python --version
```

来查看。要进入 python3 在终端中输入 python3 即可。

python3 命令行用法

命令行的一般格式就是：

```
python3 [可选项] test.py [可选参数1 可选参数2]
```

同样类似的运行 `python3 --help` 即可以查看 `python3` 命令的一些可选项。比如加入 `-i` 选项之后，`python` 执行完脚本之后会进入 `REPL` 环境继续等待下一个命令，这个在最后结果一闪而过的时候有用。后面的 `-c`，`-m` 选项还看不明白。

python 执行脚本参数的传递

上面的命令行接受多个参数都没有问题的，不会报错，哪怕你在 `py` 文件并没有用到他们。在 `py` 文件中要使用他们，首先导入 `sys` 宏包，然后 `sys.argv[0]` 是现在这个 `py` 文件在系统中的文件名，接下来的 `sys.argv[1]` 就是之前命令行接受的第一个参数，后面的就依次类推了。

geany 的相关配置

`geany` 的其他配置这里不做过多说明，就自动执行命令默认的应该是 `python2`，修改成为：

```
python3 -i %f
```

即可。

代码注释

`python` 语言的注释符号和 `bash` 语言（`linux` 终端的编程语言）一样用的是 `#` 符号来注释代码。然后 `py` 文件开头一般如下面代码所示：

```
#!/usr/bin/env python3
#-*-coding:utf-8-*-
```

其中代码第一行表示等下如果 `py` 文件可执行模式执行那么将用 `python3` 来编译^①，第二行的意思是 `py` 文件编码是 `utf-8` 编码的，`python3` 直接支持 `utf-8` 各个符号，这是很强大的一个更新。

多行注释可以利用编辑器快速每行前面加上 `#` 符号。

Unicode 码支持

前面谈及 `python3` 是可以直接支持 `Unicode` 码的，如果以可执行模式加载，那么第二行需要写上：

```
#-*-coding:utf-8-*-
```

这么一句。

```
#!/usr/bin/env python3
#-*-coding:utf-8-*-
print('\u2460')
```

上面的数字是具体这个 `Unicode` 符号的十六进制。

代码多行表示一行

这个技巧防止代码越界所以经常会用到。用反斜线 `\` 即可。不过通常更常用的是将表达式用圆括号 `()` 括起来，这样内部可以直接换行并继续。在 `python`

^① 也就是用 `chmod` 加上可执行权限那么可以直接执行了。第一行完整的解释是什么通过 `env` 程序来搜索 `python` 的路径，这样代码更具可移植性。

中任何表达式都可以包围在圆括号中。

一行表示多行

`python` 中一般不用分号，但是分号的意义大致和 `bash` 或者 `c` 语言中的意义类似，表示一行结束的意思。其中 `c` 语言我们知道是必须使用分号的。

输入和输出

最基本的 `input` 和 `print` 命令

`input` 函数请求用户输入，并将这个值赋值给某个变量。注意赋值之后类型是字符串，但后面你可以用强制类型转换——`int` 函数（变成整数），`float` 函数（变成实数），`str` 函数（变成字符串）——将其转变过来。`print` 函数就是一般的输出函数。

```
x=input(' 请输入一个实数: ')\nstring001=' 你输入的这个实数乘以 2 等于: '+ str(float(x)*2)\nprint(string001)
```

程序中的逻辑

布尔值

`boolean` 类型，和大多数语言一样，就两个值：**True**，**False**。然后强制类型转换使用函数 **bool**。

其他逻辑小知识

在 `python` 中，有些关于逻辑真假上的小知识，需要简单了解下。

- 数 0、空对象或者其他特殊对象 **None** 值都认为是假
- 其他非零的数字或非空的对象都认为是真
- 前面两条用 `bool` 函数可以进行强制类型转换
- 比较和相等测试会递归作用在数据结构中
- 比较和相等测试会返回 **True** 或 **False**（1 和 0 的 `custom version`（翻译为定制版？））

比如列表都是真，但空列表是假。

条件判断

`python` 中的条件语句基本格式如下：

```
if test:
    条件判断执行区块
```

也就是 `if` 命令后面跟个条件判断语句，然后记住加个冒号，然后后面缩进的区块都是条件判断为真的时候要执行的语句。

```
if test:
    do something001
else :
    do something002
```

这里的逻辑是条件判断，如果真，`do something001`；如果假，`do something002`。

```
if test001:
    do something001
elif test002:
    do something002
```

显然你一看就明白了，`elif` 是 `else` 和 `if` 的结合。

逻辑与或否

`and` 表示逻辑与，`or` 表示逻辑或，`not` 表示逻辑否。

下面编写一个逻辑，判断一个字符串，这个字符串开头必须是 `a` 或者 `b`，结尾必须是 `s`，倒数第二个字符不能是单引号`'`。在这里就演示一下逻辑。。

code:2-1

```
x='agais'
if ((x[0] == 'a' or x[0] == 'b')
    and x[-1] == 's'
    and (not x[-2] == "")):
    print('yes it is..')
```

```
yes it is..
```

上面的显示效果是 `xverbatim` 环境 `input` 之后的问题，目前主要的问题就是新的一行前面的空格无法显示，想了一些方法都不行，只好作罢。

稍复杂的条件判断

现在我们了解了 `if`、`elif` 和 `else` 语句，然后还了解了逻辑与或非的组合判断。那么在实际编程中如何处理复杂的条件逻辑呢？

首先能够用逻辑语句与或非组合起来的就将其组合起来，而不要过分使用嵌套。如下面代码所示，如果一个情况分成两部分，那么就用 `if...eles...` 语句，

```
x=-2
if x>0:
    print('x 大于 0')
else:
    print('x 小于 0')
```

而如果一个情况分成三部分，那么就用 `if...elif...else` 语句。同一深度的这些平行语句对应的是“或”逻辑，或者说类似其他编程语言的 `switch` 语句。

```
x=2
if x>0:
    print('x 大于 0')
elif x<0:
    print('x 小于 0')
else:
    print('x 等于 0')
```

我们再看一看下面的代码，这个代码是**错误的**，两个 if 语句彼此并不构成逻辑分析关系。^①

```
x=2
if x>0:
    print('x 大于 0')
if x<0:
    print('x 小于 0')
else:
    print('x 等于 0')
```

然后我们看到下面的代码，这个例子演示的是在加深一个深度的条件判断语句它当时处于的逻辑判断情况，这个语句的条件判断逻辑是本语句的判断逻辑再和左边（也就是前面）的深度的判断逻辑的“与”逻辑，或者说成是“交集”。比如说 `print('0<x<2')` 这个语句就是本语句的判断逻辑 `x<2` 和上一层判断逻辑 `x>0` 的“交集”，也就是 `0<x<2`。

```
x=-2
if x>0:
    print('x 大于 0')
    if x>2:
```

^① 四个甚至更多的平行或逻辑就用更多的 `elif`，读者请自己实验一下。

```
print('x>2')
elif x<2:
    print('0<x<2')
else:
    print('x=2')
elif x<0:
    print('x 小于 0')
else:
    print('x 等于 0')
```

整个过程的情况如下图所示：

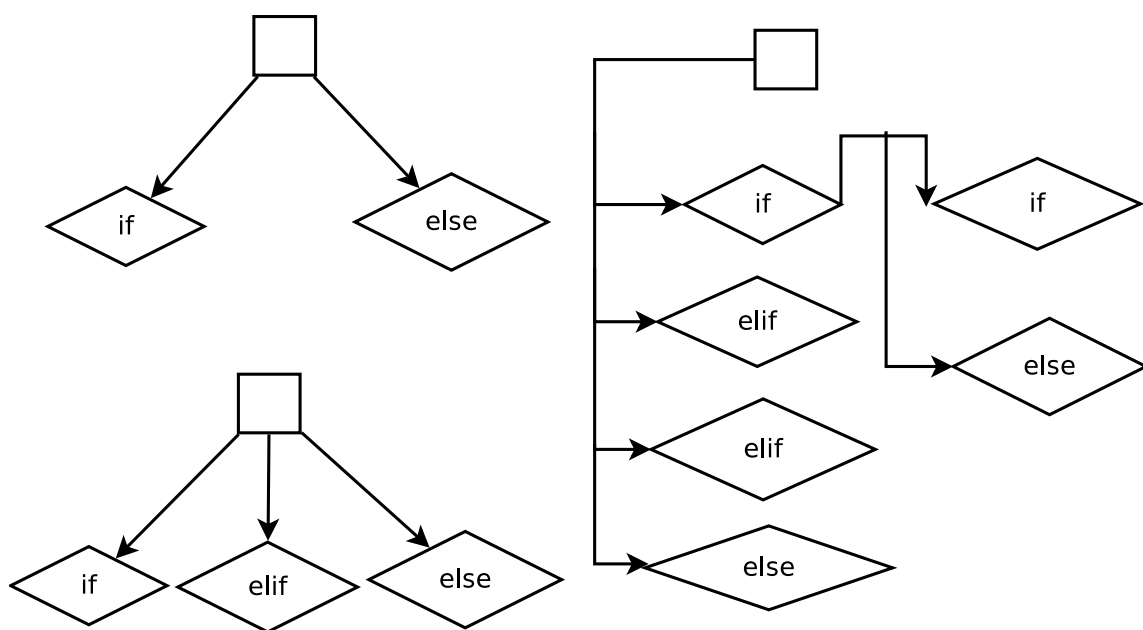


图 2-1: 复杂条件判断

为了在编程的时候对处于何种判断逻辑之下有一个清晰的认识，强烈建议读者好好思考一下。毕竟磨刀不误砍柴功。

try 语句捕捉错误

try 语句是编程中用来处理可能出现的错误或者已经出现但并不打算应付的错误最通用的方式。比如一个变量你预先想的是接受一个数值，但是用户却输入了一个字符，这个时候你就可以将这段语句包围在 **try** 里面；或者有时你在编程的时候就发现了这种情况，只是懒得理会他们，那么简单的把这块出错的语句包围在 **try** 里面，然后后面跟个 **except** 语句，打印出一个信息“出错了”，即可。用法如下所示：

```
while True:
    x=input(' 请输入一个数，将返回它除以 2 之后的数值\n输入"quit" 退出\n')
    if x=='quit':
        break
    try :
        num=float(x)
        print(num/2)
    except:
        print(' 出错了')
```

in 语句

in 语句对于可迭代对象都可以做出是否某个元素包含在某个对象之中的判断。

```
>>> 'a' in ['a',1,2]
True
>>> dict
{'a': 1, 'c': 2, 'b': 3, 'd': 4}
>>> 'e' in dict
False
```

```
>>> '2' in dict
False
```

从上面例子可以看到，一般的列表判断元素是否存在和我们之前预料的一致，关于字典需要说的就是 `in` 语句只判断键，不判断值。

迭代

一般有内部重复操作的程序可以先考虑 `for` 迭代结构实现，实在不行才考虑 `while` 循环结构，毕竟简单更美更安全。

python 的 `for` 迭代语句有点类似 `lisp` 语言的 `dolist` 和 `dotimes` 函数，具体例子如下：

code:2-2

```
for x in 'abc':
    print(x)
```

a

b

c

`in` 后面跟的是**序列**类型，也就是字符串，列表，数组都是可以的。这个语句可以看作先执行 `x='a'` 或者类似的匹配赋值操作，然后执行缩进的区块，后面依次类推。（所以 `for` 语句也支持序列解包赋值，请参看：[5.5.1](#)）

range 函数

`range` 函数是为 `for` 迭代语句准备的，有点类似于 `lisp` 的 `dotimes` 函数，但是功能更全更接近 `common-lisp` 的 `loop` 宏了。


```
range(1,10,2)
```

`range` 函数的用法如上，表示从 1 开始到 10，步长为 2，如果用 `list` 函数将其包裹，将会输出 `[1,3,5,7,9]`。如果不考虑步长的话，这个 `range` 函数就有点类似于在序列调出多个值那一小节[3.3.3](#)谈论的区间的情况。所以 `range(10)` 就可以看作 `[0,10)`，`range(1,10)` 就可以看作 `[1,10)`。但是在这里再加上步长的概念和区间的概念又有所不同了，`range` 函数产生的是一个什么迭代器对象，目前我只知道这个对象和之前谈论的序列对象是不同的。

code:2-3

```
for x in range(-10,-20,-3):  
    print(x)
```

-10

-13

-16

-19

上面例子还演示了 `range` 的负数概念，这里如果用区间概念来考察的话，是不能理解的，之所以行得通，是因为它的步长是负数，如果不是负数，那么情况就会和之前讨论的结果类似，将是一个空值。

迭代加上操作

迭代产生信息流并经过某些操作之后生成目标序列，更多内容请参见列表解析一节[3.5.9](#)。

```
>>> squares=[x**2 for x in [1,2,3,4,5]]  
  
>>> squares  
[1, 4, 9, 16, 25]
```

循环

while 语句用法和大多数编程语言类似，就是条件控制，循环结构。

```
while test:
    do something
else :
    do something
```

值得一提的是 **else** 语句和 **while** 语句属于一个整体，通常情况下 **while** 执行完了然后执行下面的语句似乎不需要加上 **else** 来控制。不过 **else** 语句的一个功用就是如果 **while** 循环的时候遇到 **break** 那么 **else** 语句也不会执行而是直接跳过去了，见下面。

break 命令

break 跳出最近的 **while** 或者 **for** 循环结构。前面谈到了 **else** 和 **while** 语句构成一个整体的时候，**break** 可以跳过 **else** 语句。

continue 命令

continue 命令接下来的循环结构的执行区块将不执行了，跳到条件判断那里看看是不是继续循环。如果是，那么继续循环。

值得一提的是 **for** 语句也有 **else** 分句用法，虽然不常用。同样 **for** 语句也支持 **break** 命令，也一样跳出 **else** 分句。同样 **for** 语句也支持 **continue** 命令。

pass 命令

pass 命令就是什么都不做。**pass** 命令即可用于循环语句也可用于条件语句。

pass 命令什么都不做似乎没有什么意义，不过作为一个空占位符还是很有用的。比如你编写一个大型的 GUI 程序，信号—槽机制都构思好了，只是对应的函数暂时还没写好，这个时候你可以将对应的函数，只是空的函数名加上 **pass** 语句写上，这样整个程序就可以继续边编写边调试了。

程序中的操作对象

`python` 和 `c` 语言不同, `c` 是什么 `int x = 3`, 也就是这个变量是整数啊, 字符啊什么的都要明确指定, `python` 不需要这样做, 只需要声明 `x = 3` 即可。但是我们知道任何程序语言它到最后必然要明确某一个变量 (这里也包括后面的更加复杂的各个结构对象) 的内存分配, 只是 `python` 语言帮我们将这些工作做了, 所以就让我们省下这份心吧。

```
''' 这是一个多行注释
    你可以在这里写上很多废话
'''

x = 10

print(x,type(x))
```

`python` 程序由各个模块 (**modules**) 组成, 模块就是各个文件。模块由声明 (**statements**) 组成, 声明由表达式 (**expressions**) 组成, 表达式负责创造和操作对象 (**objects**)。在 `python` 中一切皆对象。`python` 语言内置对象 (数值、字符串、列表、数组、字典、文件、集合、其他内置对象。) 后面会详细说明之。

赋值

`python` 中的赋值语法非常的简单, `x=1`, 就是一个赋值语句了。和 `c` 语言不同, `c` 是必须先声明 `int x` 之类, 开辟一个内存空间, 然后才能给这个 `x` 赋

值。而 `python` 的 `x=1` 语句实际上至少完成了三个工作：一，判断 `1` 的类型（动态类型语言必须要这步）；二，把这个类型的对象存储在内存里面；三，创建 `x` 这个名字和这个名字指向这个内存，`x` 似乎可以称之为对应 `c` 语言的指针对象。

序列赋值

code:3-1

```
x,y=1,'a'
[z,w]=['b',10]
print(x,y,z,w)
```

```
1 a b 10
```

我们记得 `python` 中表达式可以加上圆括号，所以这里 `x,y` 产生的是一个数组 `(x,y)`，然后是对应的数组平行赋值，第二行是列表的平行赋值。这是一个很有用的技巧。

在其他语言里面常常会介绍 `swap` 函数，就是接受两个参数然后将这两个参数的值交换一下，交换过程通常要用到临时变量。而在 `python` 中不需要再创建一个临时变量了，因为序列赋值会自动生成一个临时的右边的序列（其中的变量都对应原来的原始值），然后再一一对应赋值（这里强调一一对应是指两边的序列长度要一致。）

交换两个元素

在 `python` 中交换两个元素用序列赋值形式是很便捷的：

```
>>> x = 1
>>> y = 2
```

```
>>> x,y = y,x
>>> print(x,y)
2 1
```

这个过程显然不是先执行 `x=y` 然后执行 `y=x`，如上所述的，程序首先右边创建一个临时的序列，其中的变量都对应原来的值，即 `x,y=(2,1)`，然后再进行序列赋值。

同时赋相同的值

code:3-2

```
x=y='a'
z=w=2
print(x,y,z,w)
```

```
a a 2 2
```

这种语句形式 `c` 语言里面也有，不过内部实现机制就非常的不一样了。`python` 当声明 `x=y` 的时候，`x` 和 `y` 是相同的指针值，然后相同的指针值都指向了 `'a'` 这个字符串对象，也可以说 `x` 和 `y` 就是一个东西，只是取的名字不同罢了。

我们用 `is` 语句^①来测试，显示 `x` 和 `y` 就是一个东西。

```
>>> x=y='a'
>>> x is y
True
```

^① `is` 语句用来测试对象的同一性，就是真正是内存里的同一个东西，而不仅仅是值相同而已。
`==` 只是确保值相同。

```
>>> x == y
True
>>>
```

但如果写成这种形式：

```
>>> x = 'a'
>>> y = 'a'
>>> x is y
True
```

`x` 和 `y` 还是指向的同一个对象，关于这点 `python` 内部是如何实现的我还不太清楚（似乎有点神奇）。为了说明 `is` 语句功能正常这里再举个例子吧：

```
>>> x = [1,2,3]
>>> y = [1,2,3]
>>> x == y
True
>>> x is y
False
```

我们看到这里就有了两个列表对象，我的一个推测是可变的对象会多次生成，而不可变的对象多个变量是共用的。那么我们看一下元组的情况：

```
>>> x = (1,2,3)
>>> y = (1,2,3)
>>> x is y
False
```

元组不可变，不过他们也不是两个共用的，打住了，这个问题到此吧，有点偏题了。

增强赋值语句

$x=x+y$ 可以写作 $x += y$ 。类似的还有：

$+=$	$\&=$	$\gg=$
$-=$	$ =$	$\ll=$
$*=$	$\^=$	$**=$
$/=$	$\%=$	$//=$

序列解包赋值

具体内容请参看后面的序列解包赋值这一小节[5.5.1](#)。

可迭代对象的迭代赋值

在我们对 `python` 语言有了深入的了解之后，我们发现 `python` 中迭代思想是深入骨髓的。我们在前面接触了序列的赋值模式之后，发现似乎这种赋值除了临时创建右边的序列之外，还似乎与迭代操作有关，于是我们推测 `python` 的这种平行赋值模式可以扩展到可迭代对象，然后我们发现确实如此！

```
>>> x,y,z= map(lambda x : x+2,[-1,0,1])
>>> print(x,y,z)
1 2 3
```

最后要强调一点的是确保变量名和后面的可迭代对象的输出元素数目是一致的，当然进一步扩展的序列解包赋值也是支持的：

```
>>> x,y,*z= map(lambda x : x+2,[-1,0,1,2])
>>> print(x,y,z)
1 2 [3, 4]
```

通配赋值，我喜欢这样称呼了，通配之后收集的元素在列表里面；而函数参数的婆娘通配传递，收集的元素在元组里面。

最后我们总结到，可迭代对象的赋值就是迭代操作加上各个元素的一对一的赋值操作。

数值

python 的数值的内置类型有：int, float, complex 等^①。

python 的基本算术运算操作有加减乘除（+ - * /）。然后‘=’表示赋值，类似数学书上的中缀表达式和优先级和括号法则等，这些都是一般编程语言说到烂的东西了。

```
print((1+2)*(10-5)/2)
print(2**100)
```

二进制八进制十六进制

二进制的数字以 **0b**（零比）开头，八进制的数字以 **0o**（零哦）开头，十六进制的数字以 **0x**（零艾克斯）开头。

```
0b101010, 0o177, 0x9ff
```

以二进制格式查看数字使用 **bin** 命令，以十六进制查看数字使用 **hex** 命令。

^① 这些 int、float 等命令都是强制类型转换命令

```
>>> bin(42)
'0b101010'
>>> hex(42)
'0x2a'
```

数学幂方运算

x^y , x 的 y 次方如上面第二行所述就是用 `x**y` 这样的形式即可。此外 `pow` 函数作用是一样的, `pow(x,y)`。

数值比较

数值比较除了之前提及的 `>`, `<`, `==` 之外, `>=`, `<=`, `!=` 也是有的 (大于等于, 小于等于, 不等于)。此外 `python` 还支持连续比较, 就是数学格式 $a < x < b$, x 在区间 (a,b) 的判断。在 `python` 中可以直接写成如下形式: `a<x<b`。这实际实现的过程就是两个比较操作的进一步与操作。

相除取整

就作为正整数相除使用 `x//y` 得到的值意义还是很明显的就是商。带上负号感觉有点怪了, 这里先略过。相关的还有取余数, 就是 `x%y`, 这样就得到 x 除以 y 之后的余数了, 同样带上负号情况有变, 这里先略过。

复数

`python` 直接支持复数, 复数的写法是类似 `1+2j` 这样的形式, 然后如果 z 被赋值了一个复数, 这样它就是一个复数类型, 那么这个类具有两个属性量, `real` 和 `imag`。也就是使用 `z.real` 就给出这个复数的实数部。`imag` 是 `imaginary number` 的缩写, 虚数, 想像出来的数。

abs 函数

大家都知道 **abs** 函数是绝对值函数，这个 **python** 自带的，不需要加载什么宏包。作用于复数也是可以的：

```
z=3+4j
print(z.real,z.imag)
print(abs(z))
```

这个和数学中复数绝对值的定义完全一致，也就是复数的模：

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

round 函数

简单的理解就是这个函数实现了对数值的四舍五入功能，第二个参数默认是 0，即保留零位小数的意思。

```
>>> round(3.1415926,0)
3.0
>>> round(3.1415926,1)
3.1
>>> round(3.1415926,2)
3.14
>>> round(3.1415926,3)
3.142
>>> round(3.1415926,4)
3.1416
>>> round(3.1415926,5)
3.14159
```

min, max 和 sum 函数

`min`, `max` 函数的用法和 `sum` 的用法稍微有点差异, 简单起见可以认为 `min`, `max`, `sum` 都接受一个元组或者列表 (还有其他?), 然后返回这个元组或者列表其中的最小值, 最大值或者相加总和。此外 `min` 和 `max` 还支持 `min(1,2,3)` 这样的形式, 而 `sum` 不支持。

```
>>> min((1,6,8,3,4))
1
>>> max([1,6,8,3,4])
8
>>> sum([1,6,8,3,4])
22
>>> min(1,6,8,3,4)
1
```

位操作

`python` 支持位操作的, 这里简单说一下: 位左移操作 `<<`, 位与操作 `&`, 位或操作 `|`, 位异或操作 `^`。

```
>>> x=0b0001
>>> bin(x << 2)
'0b100'
>>> bin(x | 0b010)
'0b11'
>>> bin(x & 0b1)
'0b1'
>>> bin(x ^ 0b101)
'0b100'
```

math 宏包

在 `from math import *` 之后，可以直接用符号 `pi` 和 `e` 来引用圆周率和自然常数。此外 `math` 宏包还提供了很多数学函数，比如：

sqrt 开平方根函数，`sqrt(x)`。

sin 正弦函数，类似的还有 `cos`，`tan` 等，`sin(x)`。

degrees 将弧度转化为角度，三角函数默认输入的是弧度值。

radians 将角度转化位弧度，`radians(30)`。

log 开对数，`log(x,y)`，即 $\log_y x$ ，`y` 默认是 `e`。

exp 指数函数，`exp(x)`。

pow 扩展了内置方法，现在支持 `float` 了。`pow(x,y)`

这里简单写个例子：

```
>>> from math import *
>>> print(pi)
3.141592653589793
>>> print(sqrt(85))
9.219544457292887
>>> print(round(sin(radians(30)),1))#sin(30°)
0.5
```

更多具体细节请参看[官方文档](#)。

random 宏包

random 宏包提供了一些函数来解决随机数问题。

random random 函数产生 0 到 1 之间的随机实数（包括 0）

uniform uniform 函数产生从 a 到 b 之间的随机实数（a, b 的值指定，包括 a。）

randrange randrange 函数产生从 a 到 b 之间的随机整数，步长为 c（a, b, c 的值指定，相当于 `choice(range(start,stop,step))`，`range(0,5)` 是从 0 到 4 不包括 5，所以这里是从 a 到 b 不包括 b。）

choice choice 随机从一个列表或者字符串中取出一个元素。

下面是一个简单的例子：

code:3-3

```
from random import *
print(random())
print(uniform(1,10))
print(randrange(1,6))
print(choice('abcdefghij'))
print(choice(['①','②','③']))
```

0.30284155832001847

7.181059937908591

4

a

①

更多详细细节请参阅[官方帮助文档](#)。

序列

字符串，列表，元组（**tuple**，这里最好翻译成元组，因为里面的内容不一定是数值。）都是序列（**sequence**）的子类，所以序列的一些性质他们都具有，最好在这里一起讲方便理解记忆。

len 函数

len 函数返回序列所含元素的个数：

code:3-4

```
string001='string'
```

```
list001=['a','b','c']
```

```
tuple001=(1,2,3,4)
```

```
for x in [string001,list001,tuple001]:  
    print(len(x))
```

6

3

4

调出某个值

对于序列来说后面跟个方括号，然后加上序号（程序界的老规矩，从 0 开始计数。），那么调出对应位置的那个值。还以上面那个例子来说明。

code:3-5

```
string001='string'
list001=['a','b','c']
tuple001=(1,2,3,4)

for x in [string001,list001,tuple001]:
    print(x[2])
```

r

c

3

倒着来

倒着来计数 -1 表示倒数第一个, -2 表示倒数第二个。依次类推。

code:3-6

```
string001='string'
list001=['a','b','c']
tuple001=(1,2,3,4)

for x in [string001,list001,tuple001]:
    print(x[-1],x[-2])
```

g n

c b

4 3

调出多个值

前面不写表示从头开始，后面不写表示到达尾部。中间加个冒号的形式表示从那里到那里。这里**注意**后面那个元素是不包括进来，看来 **python** 区间的默认含义都是包头不包尾。这样如果你想要最后一个元素也进去，只有使用默认的不写形式了。

code:3-7

```
string001='string'
list001=['a','b','c']
tuple001=(1,2,3,4)

for x in [string001,list001,tuple001]:
    print(x[1:3],x[-2:-1],x[: -1],x[1:],x[1:-1])
```

```
tr n strin tring trin
['b', 'c'] ['b'] ['a', 'b'] ['b', 'c'] ['b']
(2, 3) (3,) (1, 2, 3) (2, 3, 4) (2, 3)
```

用数学半开半闭区间的定义来理解这里的包含关系还是很便捷的。

1. 首先是数学半开半闭区间，左元素和右元素都是之前叙述的对应的定位点。左元素包含右元素不包含。
2. 其次方向应该从左到右，如果定义区间是从右到左，那么将产生空值。
3. 如果区间超过，那么从左到右包含的所有元素就是结果。
4. 最后如果左右元素定位点相同，那么将产生空值，比如：
string001[2:-4]，其中 **2** 和 **-4** 实际上是定位在同一个元素之上的。额外值得一提的列表插入操作，请参看列表的插入操作这一小节。[3.5.1](#)

序列反转

这是 `python` 最令人叹为观止的地方了，其他的语言可能对列表啊什么的反转要编写一个复杂的函数，我们 `python` 有一种令人感动的方法。

code:3-8

```
string001='string'
list001=['a','b','c']
tuple001=(1,2,3,4)

for x in [string001,list001,tuple001]:
    print(x[::-1])
```

gnirts

['c', 'b', 'a']

(4, 3, 2, 1)

之前在 `range` 函数的介绍时提及序列的索引和 `range` 函数的参数设置很是类似，这是我们可以参考理解之，序列（列表，字符串等）的索引参数 `[start:end:step]` 和 `range` 函数的参数设置一样，第一个参数是起步值，第二个参数是结束值，第三个参数是步长。

然后 `range` 函数生成的迭代器对象同样接受这种索引参数语法，看上去更加的怪异了：

```
>>> range(1,10,2)
range(1, 10, 2)
>>> range(1,10,2)[::-2]
range(9, -1, -4)
```

```
>>> list(range(1,10,2))
[1, 3, 5, 7, 9]
>>> list(range(1,10,2)[::-2])
[9, 5, 1]
```

我们可以看到对 `range` 函数进行切片操作之后返回的仍然是一个 `range` 对象，经过了一些修正。似乎这种切片操作和类的某个特殊方法有关，和 `python` 的 `slice` 对象有关。更进一步的讨论参见.....

序列的可更改性

字符串不可以直接更改，但可以组合成为新的字符串；列表可以直接更改；元组不可以直接更改。

序列的加法和减法

两个字符串相加就是字符串拼接了。乘法就是加法的重复，所以一个字符串乘以一个数字就是自己和自己拼接了几次。列表还有元组和字符串一样大致情况类似。

code:3-9

```
print('abc'+ 'def')
print('abc'*3)
print([1,2,3]+[4,5,6])
print((0, 'a')*2)
```

abcdef

abcabcabc

[1, 2, 3, 4, 5, 6]

```
(0, 'a', 0, 'a')
```

序列的交集

字符串

python 语言不像 c 语言字符和字符串是不分的，用单引号或者双引号包起来就表示一个字符串了。单引号和双引号的区别是一般用单引号，如果字符串里面有单引号，那么就使用双引号，这样单引号直接作为字符处理而不需要而外的转义处理——所谓转义处理和其他很多编程语言一样用 \ 符号。比如要显示 ' 就输入 \'。

三单引号和三双引号

在单引号或者双引号的情况下，你可以使用 \n 来换行，其中 \n 表示换行。此外还可以使用三单引号''' 或者三双引号""" 来包围横跨多行的字符串，其中换行的意义就是换行，不需要似前面那样的处理。

```
print('''\n
这是一段测试文字

    this is a test line

        其中空白和    换行都所见所得式的保留。''')
```

find 方法

字符串的 find 方法可用来查找某个子字符串，没有找到返回 -1，找到了返回字符串的偏移量。用法就是：s.find('d')。

replace 方法

字符串的 **replace** 方法进行替换操作，接受两个参数：第一个参数是待匹配的子字符串，第二个参数是要替换成为的样子。

```
>>> print('a b ll de'.replace('de','ding'))
a b ll ding
>>> print('1,1,5,4,1,6'.replace('1','replaced'))
replaced,replaced,5,4,replaced,6
```

upper 方法

将字符串转换成大写形式。

```
>>> str='str'
>>> str.upper()
'STR'
```

isdigit 方法

类似的还有 **isalpha** 方法，测试是不是数字或字母。值得注意的是就算是字母组成的语句，中间有空间也会返回 **False**。

split 方法

字符串的 **split** 方法可以将字符串比如有空格或者逗号等分隔符分割而成，可以将其分割成子字符串列表。默认是空格是分隔符。

join 方法

字符串的 `join` 方法非常有用，严格来说它接受一个迭代器参数，不过最常见的是列表，如下所示：

```
>>> list001=['a','b','c']
>>> "".join(list001)
'abc'
```

rstrip 方法

字符串右边的空格都删除。换行符也会被删除掉。

format 方法

字符串的 `format` 方法方便对字符串内的一些变量进行替换操作，其中花括号不带数字跟 `format` 方法里面所有的替换量，带数字 0 表示第一个替换量，后面类推。

```
print('1+1={0}, 2+2={1}'.format(1+1,2+2))
```

转义和不转义

`\n` `\t` 这是一般常用的转义字符，换行和制表。此外还有 `\\` 输出 `\` 符号。

如果输出字符串不想转义那么使用如下格式：

```
>>> print(r'\t \n \test')
\t \n \test
```

列表

方括号包含几个元素就是列表。

列表的插入操作

字符串和数组都不可以直接更改所以不存在这个问题，列表可以。其中列表还可以以一种定位在相同元素的区间的方法来实现插入操作，这个和之前理解的区间多少有点违和，不过考虑到定位在相同元素的区间本来就概念模糊，所以在这里就看作特例，视作在这个定位点相同元素之前插入吧。

code:3-10

```
list001=['one','two','three']
list001[1:-2]=['four','five']
print(list001)
```

```
['one', 'four', 'five', 'two', 'three']
```

除了序列中的一些继承的操作之外，列表还有很多方法，实际上这还算少的（如果你见识了 `lisp` 中各种列表操作）。因为列表这个数据结构可以直接修改相当灵活，下面我打算将我学 `lisp` 语言中接触到的一些列表操作对应过来一一说明之：

`extend` 方法似乎和列表之间的加法重合了，比如 `list001.extend([4,5,6])` 就和 `list001=list001+[4,5,6]` 是一致的，而且用加法表示还可以自由选择是不是覆盖原定义，这实际上更加自由。所以 `extend` 方法略过。

`insert` 方法也就是列表的插入操作，这个前面关于列表的插入实现方法说过一种了，所以 `insert` 方法也略过。

append 方法

python 的 `append` 方法和 `lisp` 中的 `append` 还是有点差异的，python 的 `append` 就是在最后面加一个元素，如果你 `append` 一个列表那么这一个列表整体作为一个元素。`lisp` 的 `append` 函数和 python 的 `extend` 方法类似，接受一个列表。

其次 `append` 是 `list` 类中的一个方法，也就是 `list001.append` 这样的形式，也就是永久的改变了某个列表实例的值了。

记住，`append` 方法是原处修改列表，是没有返回值的。

reverse 方法

`reverse` 方法不接受任何参数，直接将一个列表永久性地翻转过来。

sort 方法

也就是排序，永久性改变列表。默认是递增排序，可以用 **`reverse=True`** 来调成递减排序。可以用 **`key=function`** 来设置排序的函数，这个排序函数是单参数函数。

类似的有 `sorted` 函数，不同的 `sorted` 函数返回的是一个新的列表而不是原处修改。

删除某个元素

- 赋空列表值，相当于所有元素都删除了。

- **pop** 方法：接受一个参数，就是列表元素的定位值，然后那个元素就删除了，方法并返回那个元素的值。如果不接受参数默认是删除最后一个元素。
- **remove** 方法：移除第一个相同的元素，如果没有返回相同的元素，返回错误。
- **del** 函数：删除列表中的某个元素。

```
>>> list001=['a','b','c','d','e']
>>> list001.pop(2)
'c'
>>> list001
['a', 'b', 'd', 'e']
>>> list001.pop()
'e'
>>> list001
['a', 'b', 'd']
>>> list001.remove('a')
>>> list001
['b', 'd']
>>> del list001[1]
>>> list001
['b']
```

index 方法

index 方法返回某个相同元素的偏移值。

```
>>> list001=[1,'a',100]
>>> list001.index('a')
1
```

列表元素去重

我写了一个列表元素去重的函数，读者可以体会一下，其中涉及到递归思想5.7，就是很直白的我很懒惰，我把一个重复元素删除了，我就把作业上交给主管了，我说我的那部分工作干完了，其他的你接着干吧。

code:3-11

```
def removeduplicate(list):
    newlist = list.copy()
    for j in newlist:
        for index in range(newlist.index(j)+1,len(newlist)-1):
            if j == newlist[index]:
                del newlist[index]
            return removeduplicate(newlist)
    return newlist
```

```
list001=[1,2,3,1,2,4,4,5,5,5,7]
print(removeduplicate(list001))
```

```
[1, 2, 3, 4, 5, 7]
```

列表元素的替换

lisp 语言中有 `subst` 函数，是 `substitute` 的缩写。作用于整个列表，列表中所有出现的某个元素都要被另一个元素替换掉。

由于我现在对如何修改 `python` 语言内置类还毫无头绪，只好简单写这么一个函数了。

code:3-12

```
def subst(list001,element001,element002):
    try:
        list001.index(element001)
    except ValueError:
        return list001
    else:
        n=list001.index(element001)
        del list001[n]
        list001[n:n]=[element002]
        return subst(list001,element001,element002)

print(subst([1, 'a', 3, [4,5]], [4,5], 'b'))
print(subst([1,1,5,4,1,6], 1, 'replaced'))
```

```
[1, 'a', 3, 'b']
```

```
['replaced', 'replaced', 5, 4, 'replaced', 6]
```

这个 `subst` 函数接受三个参数，表示接受的列表，要替换的元素和替换成为的元素。这里使用的程序结构是 `try...except...else...` 语句。其中 `try` 来侦测是不是有错误，其中 `index` 方法是看那个要替换的元素存不存在，由于不存在这个函数将产生一个 **ValueError** 错误，所以用 `except` 来接著。既然没有要替换的元素了，那么返回原列表即可，程序中止。

`else` 语句接著没有错误的时候你要执行的操作，先 `index` 再删掉这个元素，再在之前插入那个元素，然后使用了递归算法，调用函数自身。

列表解析

`lisp` 中的 `mapcar` 函数有这个功用，`python` 中的 `map` 函数基本上和它情况类似。

我们先来看 `lisp` 中的情况：

code:3-13

```
(defun square (n) (* n n))
(format t "~&~s" (mapcar #'square '(1 2 3 4 5)) )
```

```
(1 4 9 16 25)
```

再来看 `python` 中的情况：

code:3-14

```
def square(n):
    return n*n

print(list(map(square,[1,2,3,4,5])))
print([square(x) for x in [1,2,3,4,5]])
```

```
[1, 4, 9, 16, 25]
```

```
[1, 4, 9, 16, 25]
```

`map` 函数将某个函数应用于某个列表的元素中并生成一个 `map` 对象，需要外面加上 `list` 函数才能生成列表形式。第二种方式更有 `python` 风格，是推荐使用的列表解析方法。

在 `python` 中推荐多使用迭代操作和如上的列表解析风格，因为 `python` 中的迭代操作是直接由 `c` 语言实现的。

列表解析加上过滤条件

`for` 语句后面可以跟一个 `if` 子句表示过滤条件，看下面的例子来理解吧：

```
>>> [s*2 for s in ['hello','abc','final','help'] if s[0] == 'h']
['hellohello', 'helphelp']
```

这个例子的意思是列表解析，找到的元素进行乘以 2 的操作，其中过滤条件为字符是 **h** 字母开头的，也就是后面 **if** 表达式不为真的元素都被过滤掉了。

排列组合赋值

我想到列表解释的时候如果解析加赋值会如何呢？当然如果同一个变量逐个赋值这毫无意义，但如果我们将其变成一个字符串，从而形成一种延迟赋值语句这又会如何呢？

```
>>> ["x,y={0},{1}:".format(a,b) for a in [1,2,3] for b in [4,5]]
['x,y=1,4;', 'x,y=1,5;', 'x,y=2,4;', 'x,y=2,5;', 'x,y=3,4;', 'x,y=3,5;']
>>> exec(["x,y={0},{1}:".format(a,b) for a in [1,2,3] for b in [4,5]][0])
>>> print(x,y)
1 4
>>> exec(["x,y={0},{1}:".format(a,b) for a in [[1,2],2,3] for b in [4,5]][0])
>>> x
[1, 2]
```

我们看到通过 **exec** 来执行之后 **x** 和 **y** 都赋给了相应的值，这似乎有点意思，因为我们可以通过 **itertools**（排列组合等等技术）来形成一种批量赋值和进行某些操作的机制。

然后我们看到将赋值改为列表也是可行的，这样我们可以猜测一般对象赋值都是可行的。

但是字符串赋值就出现问题了：

```
>>> ["x,y={0},{1};".format(a,b) for a in ['a',2,3] for b in [4,5]]
['x,y=a,4;', 'x,y=a,5;', 'x,y=2,4;', 'x,y=2,5;', 'x,y=3,4;', 'x,y=3,5;']
```

我们可以看到 `a` 进入之后就变成了变量名了，然后 `exec` 执行就会出错。如果你给 `a` 赋一个值，这样就不会出错了。（可能会有某种手段处理来实现字符串的赋值？）

不过这里我们看到另外一种有趣的现象，那就是我们可以通过字符串组合来生成新的变量名。

```
exec(["x={0};".format(str(a)+str(b)) for a in ['x'] for b in [0,1,2]][0])
```

比如如下面这样就将执行 `x=x0` 这样的表达式，因为 `x0` 没有定义将会出错。

批量赋值

下面是一个批量赋值函数的粗糙例子，作为自动生成一些变量名和批量赋值。这些变量名似乎没有什么用处，不过也许以后可能对于某些问题会有用处的，先暂时放在这里。

```
def multiassign(n):
    for i in ["global {0};{0} = {1};".format(str(a)+str(b),i)
             for a in ['x'] for (b,i) in [(i,i) for i in list(range(n))]]:
        exec(i)

if __name__ == '__main__':
    multiassign(100)
```

count 方法

统计某个元素出现的次数。

```
>>> list001=[1,'a',100,1,1,1]
>>> list001.count(1)
4
```

字典

与列表一样字典是可变的，可以像列表一样引用然后原处修改，`del` 语句也适用。

创建字典

字典是一种映射，并没有从左到右的顺序，只是简单地将键映射到值。字典的声明格式如下：

```
dict001={'name':'tom','height':'180','color':'red'}
dict001['name']
```

或者创建一个空字典，然后一边赋值一边创建对应的键：

```
dict002={}
dict002['name']='bob'
dict002['height']=195
```

所以对字典内不存在的键赋值是可行的。

字典里面有字典

和列表的不同就在于字典的索引方式是根据“键”来的。

```
dict003={'name':{'first':'bob','second':'smith'}}
dict003['name']['first']
```

字典遍历操作

字典特定顺序的遍历操作的通用做法就是通过字典的 **keys** 方法收集键的列表，然后用列表的 **sort** 方法处理之后用 **for** 语句遍历，如下所示：

```
dict={'a':1,'c':2,'b':3}
dictkeys=list(dict.keys())
dictkeys.sort()
for key in dictkeys:
    print(key,'->',dict[key])
```

警告：上面的例子可能对 **python** 早期版本并不使用，因为 **python** 中一大规则是对对象的原处修改的函数并没有返回值。上面的语句只是到了 **python3** 后期才能适用，保险起见，推荐使用 **sorted** 函数。

```
>>> dict={'a':1,'c':2,'b':3}
>>> dictkeys=list(dict.keys())
>>> for key in sorted(dictkeys):
...     print(key,'->',dict[key])
a -> 1
b -> 3
c -> 2
```

如果你对字典遍历的顺序没有要求，那么就可以简单的这样处理：

```
>>> for key in dict:
...     print(key, '->', dict[key])
...
c -> 2
a -> 1
b -> 3
```

keys 方法

收集键值，返回可迭代对象。

values 方法

和 **keys** 方法类似，收集的值，返回可迭代对象。

```
>>> dict001.values()
dict_values([3, 1, 2])
>>> list(dict001.values())
[3, 1, 2]
```

items 方法

和 **keys** 和 **values** 方法类似，不同的是返回的是 (key,value) 对。返回可迭代对象。

```
>>> dict001.items()
dict_items([('c', 3), ('a', 1), ('b', 2)])
```

```
>>> list(dict001.items())  
[('c', 3), ('a', 1), ('b', 2)]
```

sorted 函数

`sorted` 方法可以对字典直接排序，返回的是该字典键值的列表。

```
dict={'a':1,'c':2,'b':3}  
for key in sorted(dict):  
    print(key,'->',dict[key])
```

reverse 选项

`reverse=True` 排序反转。

字典的 in 语句

可以看到 `in` 语句只针对字典的键，不针对字典的值。

```
>>> dict001={'a':1,'b':2,'c':3}  
>>> 2 in dict001  
False  
>>> 'b' in dict001  
True
```

字典对象的 get 方法

`get` 方法是去找某个键的值，为什么不直接引用呢，`get` 方法的好处就是某个键不存在也不会出错。

```
>>> dict001={'a':1,'b':2,'c':3}
>>> dict001.get('b')
2
>>> dict001.get('e')
```

update 方法

感觉字典就是一个小型数据库，**update** 方法将另外一个字典里面的键和值覆盖进之前的字典中去，称之为更新，没有的加上，有的覆盖。

```
>>> dict001={'a':1,'b':2,'c':3}
>>> dict002={'e':4,'a':5}
>>> dict001.update(dict002)
>>> dict001
{'c': 3, 'a': 5, 'e': 4, 'b': 2}
```

pop 方法

pop 方法类似列表的 **pop** 方法，不同引用的是键，而不是偏移地址，这个就不多说了。

字典解析

这种字典解析方式还是很好理解的。

```
>>> dict001={x:x**2 for x in [1,2,3,4]}
>>> dict001
{1: 1, 2: 4, 3: 9, 4: 16}
```

zip 函数创建字典

可以利用 `zip` 函数来通过两个可迭代对象平行合成一个配对元素的可迭代对象，然后用 `dict` 函数将其变成字典对象。具体的理解请参看[深入理解 python3 的迭代这一章9](#)。

```
>>> dict001=zip(['a','b','c'],[1,2,3])
>>> dict001
<zip object at 0xb7055eac>
>>> dict001=dict(dict001)
>>> dict001
{'c': 3, 'b': 2, 'a': 1}
```

集合

`python` 实现了数学上的无序不重复元素的集合概念，还记得前面列表中我们定义了一个 `removeduplicate` 函数来移除列表中的重复元素，**well**，现在我们可以直接将列表（更确切的表述是可迭代对象）进行集合解析即可：

```
>>> list001=[1,2,3,1,2,4,4,5,5,5,7]
>>> {x for x in list001}
{1, 2, 3, 4, 5, 7}
>>> set(list001)
{1, 2, 3, 4, 5, 7}
```

用集合解析的形式表示出来就是强调 `set` 命令可以将任何可迭代对象都变成集合类型。当然如果我们希望继续使用列表的话使用 `list` 命令强制类型转换为列表类型即可，不过如果我们在应用中确实一致需要元素不重复这一特性，就可以考虑直接使用集合作为主数据操作类型。

集合也是可迭代对象。关于可迭代对象可以进行的列表解析操作等等就不啰嗦了。下面介绍集合的一些操作。

集合添加元素

值得一提的是如果想创建一个空的集合, 需要用 `set` 命令, 用花括号系统会认为你创建的是空字典。然后我们看到用集合的 `add` 方法添加, 那些重复的元素是添加不进来的。

警告: 值得一提的是集合只能包括不可变类型, 因此列表和字典不能作为集合内部的元素。元组不可变, 所以可以加进去。还有集合也是不可以包括进去的, 觉得这点好逊啊, 数学里面的集合概念能够包含集合那是基本的特性啊, 感觉这点不修正好还是用列表方便些。

```
>>> set001=set()
>>> set001.add(1)
>>> set001
{1}
>>> set001.add(2)
>>> set001
{1, 2}
>>> set001.add(1)
>>> set001
{1, 2}
```

或者使用 `update` 方法一次更新多个元素:

```
>>> set001=set('a')
>>> set001.update('a','b','c')
```

```
>>> set001  
{'b', 'a', 'c'}
```

集合去掉某个元素

有两个集合对象的方法可以用于去掉集合中的某个元素，**discard** 方法和 **remove** 方法，其中 **discard** 方法如果删除集合中没有的元素那么什么都不会发生，而 **remove** 方法如果删除某个不存在的元素那么会产生 **KeyError**。

```
>>> set001=set('hello')  
>>> set001.discard('h')  
>>> set001  
{'e', 'o', 'l'}  
>>> set001.discard('l')  
>>> set001  
{'e', 'o'}
```

remove 方法与之类似就不做演示了。

两个集合之间的关系

子集判断

集合对象有一个 **issubset** 方法用于判断这个集合是不是那个集合的子集。

```
>>> set001=set(['a','b'])  
>>> set002=set(['a','b','c'])  
>>> set001.issubset(set002)  
True
```

还有更加简便的方式比较两个集合之间的关系，那就是 $>$ ， $<$ ， $>=$ ， $<=$ ， $==$ 这样的判断都是适用的。也就是 `set001` 是 `set002` 的子集，它的元素 `set002` 都包含，那么 `set001<=set002`，然后真子集的概念就是 `set001<set002` 即不等于即可。

两个集合之间的操作

下面的例子演示的是两个集合之间的交集： $\&$ ；并集： $|$ ；差集： $-$

```
>>> set001=set('hello')
>>> set002=set('hao')
>>> set001 & set002 # 交集
{'o', 'h'}
>>> set001 | set002 # 并集
{'h', 'l', 'a', 'e', 'o'}
>>> set001 - set002 # 差集
{'e', 'l'}
```

类似的集合对象还有 `intersection` 方法，`union` 方法，`difference` 方法：

```
>>> set001=set('hello')
>>> set002=set('hao')
>>> set001.intersection(set002) # 交集
{'h', 'o'}
>>> set001.union(set002) # 并集
{'e', 'a', 'h', 'o', 'l'}
>>> set001.difference(set002) # 差集
{'e', 'l'}
```

clear 方法

将一个集合清空。

copy 方法

类似列表的 `copy` 方法，制作一个集合 `copy` 备份然后赋值给其他变量。

pop 方法

无序弹出集合中的一个元素，直到没有然后返回 `KeyError` 错误。

元组

圆括号包含几个元素就是元组 (`tuple`)。元组和列表的不同在于元组是不可改变。元组也是从属于序列对象的，元组的很多方法之前都讲了。而且元组在使用上和列表极其接近，有很多内容这里也略过了。

值得一提的是如果输入的时候写的是 `x,y` 这样的形式，实际上表达式就加上括号了，也就是一个元组了 (`x,y`)。

文件

写文件

对文件的操作首先需要用 `open` 函数创建一个文件对象，简单的理解就是把相应的接口搭接好。文件对象的 `write` 方法进行对某个文件的写操作，最后需要调用 `close` 方法写的内容才真的写进去了。

```
file001 = open('test.txt','w')
file001.write('hello world1\n')
file001.write('hello world2\n')
file001.close()
```

如果你们了解 C 语言的文件操作，在这里会为 **python** 语言的简单便捷赞叹不已。就是这样三句话：创建一个文件对象，然后调用这个文件对象的 **wirte** 方法写入一些内容，然后用 **close** 方法关闭这个文件即可。

读文件

一般的用法就是用 **open** 函数创建一个文件对象，然后用 **read** 方法调用文件的内容。最后记得用 **close** 关闭文件。

```
file001 = open('test.txt')
filetext=file001.read()
print(filetext)
file001.close()
```

此外还有 **readline** 方法是一行一行的读取某文件的内容。

open 函数的处理模式

open 函数的处理模式如下：

'r' 默认值，**read**，读文件。

'w' **wirte**，写文件，如果文件不存在会创建文件，如果文件已存在，文件原内容会清空。

'a' append, 附加内容, 也就是后面用 **write** 方法内容会附加在原文件之后。

'b' 处理模式设置的附加选项, **'b'** 不能单独存在, 要和上面三个基本模式进行组合, 比如 **'rb'** 等, 意思是二进制数据格式读。

'+' 处理模式设置的附加选项, 同样 **'+'** 不能单独存在, 要和上面三个基本模式进行组合, 比如 **'r+'** 等, **+** 是 **updating** 更新的意思, 也就是既可以读也可以写, 那么 **'r+'**, **'w+'**, **'a+'** 还有什么区别呢? 区别就是 **'r+'** 不具有文件创建功能, 如果文件不存在会报错, 然后 **'r+'** 不会清空文件, 如果 **'r+'** 不清空文件用 **write** 方法情况会有点复杂; 而 **'w+'** 具有文件创建功能, 然后 **'w+'** 的 **write** 方法内容都是重新开始的; 而 **'a+'** 的 **write** 方法内容是附加在原文件上的, 然后 **'a+'** 也有文件创建功能。

用 with 语句打开文件

类似之前的例子我们可以用 **with** 语句来打开文件, 这样就不用 **close** 方法来关闭文件了。然后 **with** 语句来提供了类似 **try** 语句的功能可以自动应对打开文件时的一些异常情况。

```
with open('test.txt','w') as file001:
    file001.write('hello world1\n')
    file001.write('hello world2\n')

with open('test.txt','r') as file001:
    filetext=file001.read()
    print(filetext)
```

除字符串外其他类型的读取

文本里面存放的都是字符串类型, 也就是写入文件需要用 **str** 函数强行将其他类型转变成字符串类型, 而读取进来想要进行一些操作则需要将字符串类型转

变回去。比如用 `int` 或者 `float` 等，不过列表和字典的转变则需要 `eval` 函数。

`eval` 这个函数严格来讲作用倒不是为了进行上面说的类型转换的，它就是一个内置函数，一个字符串类型 `python` 代码用 `eval` 函数处理了之后就能转变为可执行代码。

```
>>> eval('1+1')
2
>>> eval('[1,2,3]')
[1, 2, 3]
>>> eval("{ 'a':1, 'b':2, 'c':3}")
{'c': 3, 'b': 2, 'a': 1}
```

推荐使用 `pickle` 宏包来处理其他类型的文件读写问题，相对来说更简单更安全。请参看 `pickle` 宏包这一小节[12](#)。

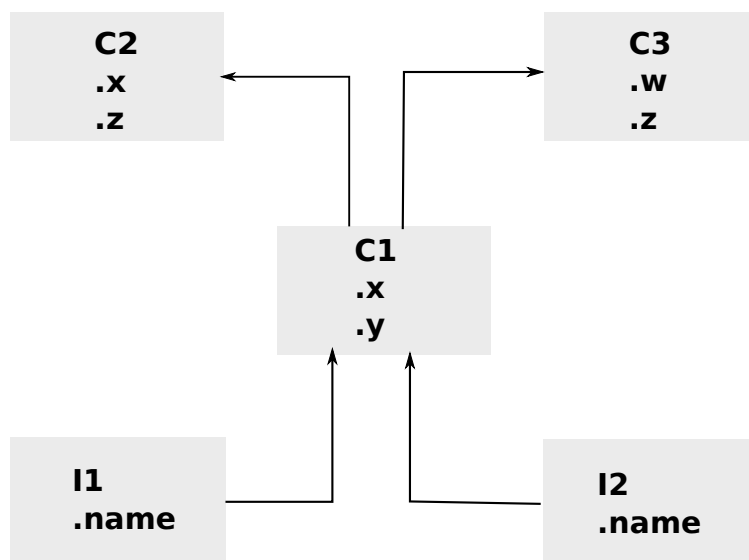
总结

类

类相当于自己创建一个自己的操作对象。一般面向对象 (OOP) 编程的基本概念这里不重复说明了，如有不明请读者自己随便搜索一篇网页阅读下即可。

python 中类的结构

python 中的类就好像树叶，所有的类就构成了一棵树，而 python 中超类，子类，实例的重载或继承关系等就是由一种搜索机制实现的：



python 首先搜索 self 有没有这个属性或者方法，如果没有，就向上搜索。比如说实例 I1 没有，就向上搜索 C1，C1 没有就向上搜索 C2 或 C3 等。

实例继承了创造他的类的属性，创造他的类上面可能还有更上层的超类，类似的概念还有子类，表示这个类在树形层次中比较低。

well, 简单来说类的结构和搜索机制就是这样的, 很好地模拟了真实世界知识的树形层次结构。

上面那副图实际编写的代码如下:

```
class C2: ...  
class C3: ...  
class C1(C2,C3): ...  
l1=C1()  
l2=C1()
```

其中 `class` 语句是创造类, 而 `C1` 继承自 `C2` 和 `C3`, 这是多重继承, 从左到右是内部的搜索顺序 (会影响重载)。 `l1` 和 `l2` 是根据类 `C1` 创造的两个实例。

对于初次接触类这个概念的读者并不指望他们马上就弄懂类这个概念, 这个概念倒并不一定要涉及很多哲学的纯思考的东西, 也可以看作一种编程经验或技术的总结。多接触也许对类的学习更重要, 而不是纯哲学抽象概念的讨论, 毕竟类这个东西创造出来就是为了更好地描述现实世界的。

最后别人编写的很多宏包就是一堆类, 你就是要根据这些类来根据自己的情况编写自己的子类, 为了更好地利用前人的成果, 或者你的成果更好地让别人快速使用和上手, 那么你需要好好掌握类这个工具。

类的最基础知识

类的创建

```
class MyClass:  
    something
```

类的创建语法如上所示，然后你需要想一个好一点的类名。类名规范的写法是首字母大写，这样好和其他变量有所区分。

根据类创建实例

按照如下语句格式就根据 **MyClass** 类创建了一个实例 **myclass001**。

```
myclass001=MyClass()
```

类的属性

```
>>> class MyClass:
...     name='myclass'
...
>>> myclass001=MyClass()
>>> myclass001.name
'myclass'
>>> MyClass.name
'myclass'
>>> myclass001.name='myclass001'
>>> myclass001.name
'myclass001'
>>> MyClass.name
'myclass'
```

如上代码所示，我们首先创建了一个类，这个类加上了一个 **name** 属性，然后创建了一个实例 **myclass001**，然后这个实例和这个类都有了 **name** 属性。然后我们通过实例加上点加上 **name** 的这种格式引用了这个实例的 **name** 属性，并将其值做了修改。

这个例子简单演示了类的创建，属性添加，实例创建，多态等核心概念。后面类的继承等概念都和这些大同小异了。

类的方法

类的方法就是类似上面类的属性一样加上 **def** 语句来定义一个函数，只是函数在类里面我们一般称之为方法。这里演示一个例子，读者看一下就明白了。

```
>>> class MyClass:
...     name='myclass'
...     def double(self):
...         self.name=self.name*2
...         print(self.name)
...
>>> myclass001=MyClass()
>>> myclass001.name
'myclass'
>>> myclass001.double()
myclassmyclass
>>> myclass001.name
'myclassmyclass'
```

这里需要说明的是在类的定义结构里面，**self** 代表着类自身，**self.name** 代表着对自身 **name** 属性的引用。然后实例在调用自身的这个方法时用的是 **myclass001.double()** 这样的结构，这里 **double** 函数实际上接受的第一个参数就是自身，也就是 **myclass001**，而不是无参数函数。所以类里面的方法（被外部引用的话）至少有一个参数 **self**。

类的继承

实例虽然说是根据类创建出来的，但实际上实例和类也是一种继承关系，实例继承自类，而类和类的继承关系也与之类似，只是语法稍有不同。下面我们来看这个例子：

code:4-1

```
class Hero():  
    def addlevel(self):  
        self.level=self.level+1  
        self.hp=self.hp+self.addhp  
  
class Garen(Hero):  
    level=1  
    hp=455  
    addhp=96  
  
garen001=Garen()  
for i in range(6):  
    print('级别:',garen001.level,'生命值: ',garen001.hp)  
    garen001.addlevel()
```

级别: 1 生命值: 455

级别: 2 生命值: 551

级别: 3 生命值: 647

级别: 4 生命值: 743

级别: 5 生命值: 839

级别: 6 生命值: 935

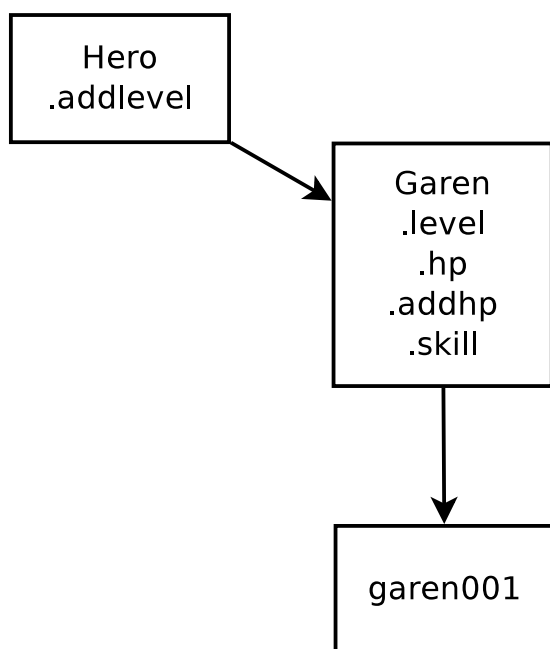


图 4-1: 类的继承示例

这里就简单的两个类，盖伦 **Garen** 类是继承自 **Hero** 类的，实例 **garen001** 是继承自 **Garen** 类的，这样 **garen001** 也有了 **addlevel** 方法，就是将自己的 **level** 属性加一，同时 **hp** 生命值也加上一定的值，整个过程还是很直观的。

super

警报：这一小节 **super** 涉及到的知识稍微有点高深，请类大体基本知识都熟悉之后再来看这个。

super 是 **python3** 新加入的特性，按照官方文档，有两种用法：

第一种如果是单继承的类的系统，**super()** 这种形式就直接表示父类的意思。然后用 **super.** 什么的来引用父类的某个变量或方法，值得一提的是原父类的 **self** 参量会默认加进去了，详细请看下面的调试例子。

第二种是多重继承的，搜索顺序和多重继承的搜索顺序相同，也就是从左到

右。请注意调试下面的例子，如果调用 `c.d` 就会返回错误，说明调用的是类 `A` 的构造函数。

code:4-2

```
class A():
    def __init__(self,a):
        self.a=a

    @staticmethod
    def fun():
        print('fun')

    def fun2(self,what):
        print('fun',what)

class B():
    def __init__(self):
        self.d=5
    b=2
    def fun3(self):
        print('fun3')

class C(A,B):
    def __init__(self):
        super().__init__(3)
        super().fun()
        super().fun2('what')
        super().fun3()
        print(super().b)

c=C()
```

```
print(c.a,c.b)
```

```
fun
```

```
fun what
```

```
fun3
```

```
2
```

```
3 2
```

`fun` 的输出没有产生错误是因为让其成了静态函数，所以可以以 `fun` 这样的空参数形式调用。其中的 `self` 参数不会干扰它。但是通常情况下不是静态函数的话，写的函数通常就要加上 `self`，而 `super()` 这种调用形式默认第一个参数就是 `self`。

`fun3` 也能被调用是因为多重继承的机制在这里，所以它会逐个找父类。然后 `c.d` 会出错，因为这里初始化是用的 `A` 类的构造函数。

类的内置方法

如果构建一个类，就使用 `pass` 语句，什么都不做，`python` 还是会为这个类自动创建一些属性或者方法。

```
>>> class TestClass:
...     pass
...
>>> dir(TestClass)
['__class__', '__delattr__', '__dict__', '__dir__', '__doc__',
 '__eq__', '__format__', '__ge__', '__getattribute__',
 '__gt__', '__hash__', '__init__', '__le__', '__lt__',
```

```
'__module__', '__ne__', '__new__', '__reduce__',
 '__reduce_ex__', '__repr__', '__setattr__',
 '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__',
 '__weakref__']
```

这些变量名字前后都加上双下划线是给 **python** 这个语言的设计者用的，一般应用程序开发者还是不要这么做。

这些内置方法用户同样也是可以重定义他们从来覆盖掉原来的定义，其中特别值得一讲的就是 **__init__** 方法或者称之为构造函数。

__init__ 方法

__init__ 方法对应的就是该类创建实例的时候的构造函数。比如：

```
>>> class Point:
...     def __init__(self,x,y):
...         self.x=x
...         self.y=y
...
>>> point001=Point(5,4)
>>> point001.x
5
>>> point001.y
4
```

这个例子重载了 **__init__** 函数，然后让他接受三个参数，**self** 等下要创建的实例，**x**，还有 **y** 通过下面的语句给这个待创建的实例的属性 **x** 和 **y** 赋了值。

self 意味着什么

`self` 在类中是一个很重要的概念，当类的结构层次较简单时还容易看出来，当类的层次结构很复杂之后，你可能会弄糊涂。`self` 就是指现在引用的这个实例。比如你现在通过调用某个实例的某个方法，这个方法可能是一个远在天边的某个类给出的定义，就算如此，那个定义里面的 `self` 还是指调用这个方法的那个实例，这一点要牢记于心。

类的操作第二版

现在我们可以写出和之前那个版本相比更加专业的类的使用版本了。

code:4-3

```
class Hero():
    def addlevel(self):
        self.level=self.level+1
        self.hp=self.hp+self.addhp

class Garen(Hero):
    def __init__(self):
        self.level=1
        self.hp=455
        self.addhp=96
        self.skill=['不屈','致命打击','勇气','审判','德玛西亚正义']

garen001=Garen()
for i in range(6):
    print('级别:',garen001.level,'生命值:',garen001.hp)
    garen001.addlevel()
print('盖伦的技能有:',"".join([x + ' ' for x in garen001.skill]))
```

级别: 1 生命值: 455

级别: 2 生命值: 551

级别: 3 生命值: 647

级别: 4 生命值: 743

级别: 5 生命值: 839

级别: 6 生命值: 935

盖伦的技能有: 不屈 致命打击 勇气 审判 德玛西亚正义

似乎专业的做法类里面多放点方法，最好不要放属性，不太清楚是什么。但确实这样写给人感觉更干净点，方法是方法，如果没有调用代码就放在那里我们不用管它，后面用了构造函数我们就去查看相关类的构造方法，这样很省精力。

类的操作第三版

code:4-4

```
class Unit():
    def __init__(self, hp, atk, color):
        self.hp = hp
        self.atk = atk
        self.color = color
    def __str__(self):
        return '生命值: {0}, 攻击力: {1}, 颜色: \
{2}'.format(self.hp, self.atk, self.color)

class Hero(Unit):
    def __init__(self, level, hp, atk, color):
        Unit.__init__(self, hp, atk, color)
```

```

        self.level=level
def __str__(self):
    return '级别: {0}, 生命值: {1}, 攻击力: {2}, \
    颜色: {3}'.format(self.level,self.hp,self.atk,self.color)

def addlevel(self):
    self.level=self.level+1
    self.hp=self.hp+self.addhp
    self.atk=self.atk+self.addatk

class Garen(Hero):
    def __init__(self,color='blue'):
        Hero.__init__(self,1,455,56,color)
        self.name='盖伦'
        self.addhp=96
        self.addatk=3.5
        self.skill=['不屈','致命打击','勇气','审判','德玛西亚正义']

if __name__ == '__main__':
    garen001=Garen('red')
    garen002=Garen()
    print(garen001)
    unit001=Unit(1000,1000,'gray')
    print(unit001)
    for i in range(6):
        print(garen001)
        garen001.addlevel()
    print('盖伦的技能有: ',"".join([x + ' ' for x in garen001.skill]))

```

级别: 1, 生命值: 455, 攻击力: 56, 颜色: red

生命值: 1000, 攻击力: 1000, 颜色: gray

级别: 1, 生命值: 455, 攻击力: 56, 颜色: red

级别: 2, 生命值: 551, 攻击力: 59.5, 颜色: red

级别: 3, 生命值: 647, 攻击力: 63.0, 颜色: red

级别: 4, 生命值: 743, 攻击力: 66.5, 颜色: red

级别: 5, 生命值: 839, 攻击力: 70.0, 颜色: red

级别: 6, 生命值: 935, 攻击力: 73.5, 颜色: red

盖伦的技能有: 不屈 致命打击 勇气 审判 德玛西亚正义

现在就这个例子相对于第二版所作的改动, 也就是核心知识点说明之。其中函数参量列表中这样表述`color='blue'` 表示 `blue` 是 `color` 变量的备选值, 也就是 `color` 成了可选参量了。

构造函数的继承和重载

上面例子很核心的一个概念就是`__init__` 构造函数的继承和重载。比如我们看到 `garen001` 实例的创建, 其中就引用了 `Hero` 的构造函数, 特别强调的是只有创造实例的时候比如这样的形式 `Garen()` 才叫做调用了 `Garen` 类的构造方法, 比如这里

`Hero.__init__(self,1,455,56,color)` 就是调用了 `Hero` 类的构造函数, 这个时候需要把 `self` 写上, 因为 `self` 就是最终创建的实例 `garen001`, 而不是 `Hero`, 而且调用 `Hero` 类的构造函数就必须按照它的参量列表形式来。这个概念需要弄清楚!

理解了这一点, 在类的继承关系中的构造函数的继承和重载就好看了。比如这里 `Hero` 类的构造函数又是继承自 `Unit` 类的构造函数, `Hero` 类额外有一个参量 `level` 接下来也要开辟存储空间配置好。

`__str__` 函数的继承和重载

第二个修改是这里重定义了一些类的 `__str__` 函数，通过重新定义它可以改变默认 `print` 某个类对象是的输出。默认只是一段什么什么类并无具体内容信息。具体就是 `return` 一段你想要的字符串样式即可。

类的其他内置方法

类还有其他的一些内置方法，比如 `__add__` 就控制这对象面对加号时候的行为。这些我们暂时先略过。

更多高级类的内置方法的讨论参见类的内置高级方法这一小节。。

操作或者函数

函数也是一个对象，叫函数对象。函数名和变量名一样都是引用，函数名后面带个括号才真正实际执行。比如下面不带括号就只是返回了对这个函数对象的引用地址。

```
>>> print  
<built-in function print>
```

自定义函数

定义函数用 **def** 命令，语句基本结构如下：

```
def yourfunctionname(para001,para002...):  
    do something001  
    do something002
```

参数传递问题

函数具体参数的值是通过赋值形式^①来传递的，这有助于理解后面的不定变量函数。而函数的参数名是没有意义的，这个可以用 `lambda` 函式来理解之，`def` 定义的为有名函数，有具体的引用地址，但内部作用原理还是跟 `lambda` 无名函式一样，形式参数名是 `x` 啊 `y` 啊都无所谓。为了说明这点，下面给出一个古怪的例子：

code:5-1

```
y=1
def test(x,y=y):
    return x+y
print(test(4))
```

5

输出结果是 5。我们看到似乎函数的形式参数 `y` 和外面的 `y` 不是一个东西，同时参数的传递是通过赋值形式进行的，那么具体是怎样的呢？具体的解释就是函数的形式参数 `y` 是这个函数自己内部的本地变量 `y`，和外面的 `y` 不一样，更加深入的理解请看下面的变量作用域问题。

然后还有：

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

^① 整个过程有点类似前面讨论的一般赋值语句，但又有点区别的。

2

3

我们知道 **for** 语句每进行一次迭代之前也进行了一次赋值操作，所以 **for** 语句里面刚开始定义的这个 **x** 和外面的 **x** 也不是一个东西，刚开始定义的 **x** 也是 **for** 语句内部的**本地变量**。更加深入的理解请看下面的变量作用域问题。

想到这里我又想起之前编写 **removeduplicate** 函数遇到的一个问题，那就是 **for** 语句针对列表这个可变的可迭代对象的工作原理是如何的？具体请看下面的例子：

```
>>> lst=[1,2,3,4]
>>> for x in lst:
...     print(x,lst)
...     del lst[-1]
...
1 [1, 2, 3, 4]
2 [1, 2, 3]
```

可迭代对象的惰性求值内部机制在我看来很神奇，目前还不太清楚，但从这个例子看来列表的惰性求值并没有记忆内部的数值，只是记忆了返回返回值的次数（合情合理），然后如果迭代产生了 **StopIteration** 异常就终止。

变量作用域问题

python 的变量作用域和大部分语言比如 **c** 语言或 **lisp** 语言的概念都类似，就是函数里面是局部变量，一层套一层，里面可以引用外面，外面不可以引用里面。

具体实现机制是每个函数都有自己的命名空间，（和模块类似）就好像一个盒子一样封装着内部的变量。所谓的本地变量和函数有关，或者其他类似的比如

`for` 语句；所谓的全局变量和模块有关，更确切的表述是和文件有关，比如说在现在这个文件里，你可以通过导入其他模块的变量名，但实际上模块导入之后那些变量名都引入到这个文件里面来了。

具体实现和类的继承类似也是一种搜索机制，先搜索本地作用域，然后是上一层 (`def`, `lambda`, `for`) 的本地作用域，然后是全局作用域，然后是内置作用域。更加的直观的说明如下图所示：

函数就是有函数作用域的情况也是盒子里面有盒子

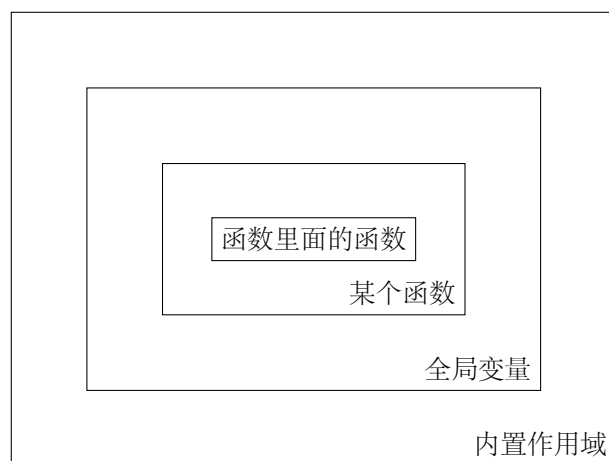


图 5-1: python 的变量作用域

简单来说 `python` 的变量作用域问题就是：盒子套盒子，搜索是从盒子最里面然后往外面寻找，里面可以用外面的变量，外面的不可以用里面的。

内置作用域？

内置作用域就是由一个 `__builtin__` 模块来实现的，`python` 的作用机制最后会自动搜索这个内置模块的变量。这个内置模块里面就是我们前面学习的那些可以直接使用的函数名，比如 `print`, `range` 等等之类的，然后还有一些内置的异常名。

所以我们想到即使对于这些 `python` 的内置函数我们也是可以覆盖定义的，事实确实如此：

```
>>> abs(-3)
3
>>> def abs(x):
...     print(x)
...
>>> abs(3)
3
>>> abs(-3)
-3
```

global 命令

如果希望函数里面定义的变量就是全局变量，在变量声明的时候前面加上 **global** 命令即可。

通常不建议这么做，除非你确定需要这么做，然后你需要写两行代码才能实现，意思也是不推荐你这么做。

```
def test():
    global var
    var= 'hello'
test()
print(var)
```

而且就算你这样做了，这个变量也只能在本 **py** 文件中被引用，其他文件用不了。推荐的做法是另外写一个专门用于配置参数的 **config.py** 文件，然后那些全局变量都放在里面，如果某个文件要用，就 **import** 进来。而对与这个 **config.py** 文件的修改会影响所有的 **py** 文件配置，这样让全局变量可见可管可控更加通用，才是正确的编程方式。

nonlocal 命令

`nonlocal` 命令 `python3` 之后才出现，这里实现的概念有点类似于 `lisp` 语言的闭包 (`closure` 技术)，就是如果你有某个需要，需要函数记忆一点自己的状态，同时又不想这个状态信息是全局变量，也不希望用类的方式来实现，那么就可以用 `nonlocal` 命令来简单地完成这个任务。

`global` 意味着命名只存在于一个嵌套的模块中，而 `nonlocal` 的查找只限于嵌套的 `def` 中。要理解 `nonlocal` 首先需要理解函数里面嵌套函数的情况——也就是所谓的工厂函数，一个函数返回一个函数对象。比如说

```
def add(x):
    x=x
    def action(y):
        return x+y
    return action
```

```
>>> add1=add(1)
>>> add1(5)
6
>>> add2=add(2)
>>> add2(5)
7
```

这里的 `return action` 是返回一个函数对象，这样 `add1` 的实际接口是 `def action` 那里。熟悉 `lisp` 语言的明白，`action` 外面的那个函数的变量叫做自由变量，不过嵌套函数在这里可以引用自由变量^①但不能直接修改自由变量。如果我们声明 `nonlocal x`，那么就可以修改嵌套函数外面声明的变量了。

① 如果自己定义那么就是自己的本地变量了，这里的自由变量的意思是嵌套函数自己没有定义，引用母函数的变量。

```
def add(x):  
    x=x  
    def action(y):  
        nonlocal x  
        x=x+1  
        return x+y  
    return action
```

```
>>> add2=add(2)  
>>> add2(5)  
8  
>>> add2(5)  
9  
>>> add2(5)  
10
```

然后我们看到这个生产出来的函数具有了运行上的状态性，实际上通过类也能构建出类似的效果，不过对于某些问题可能闭包方式处理显得更适合一些。

下面给出一个稍微合理点的例子：

```
def myrange(n):  
    i=n  
    def action():  
        nonlocal i  
        while i>0:  
            i=i-1  
            return i  
    return action
```

```
>>> myrange5=myrange(5)
>>> myrange5()
4
>>> myrange5()
3
>>> myrange5()
2
>>> myrange5()
1
>>> myrange5()
0
>>> myrange5()
>>>
```

下面给出类似的类的实现方法：

```
class myrange:
    def __init__(self,n):
        self.i=n
    def action(self):
        while self.i > 0:
            self.i -= 1
        return self.i
```

```
>>> myrange5=myrange(5)
>>>
>>> myrange5.action()
```

```

4
>>> myrange5.action()
3
>>> myrange5.action()
2
>>> myrange5.action()
1
>>> myrange5.action()
0
>>> myrange5.action()
>>>
    
```

我们看到从编码思路基本上没什么差异，可以说稍作修改就可以换成类的实现版本。推荐一般使用类的实现方法。但有的时候可能用类来实现有点不伦不类和大材小用了。这里就不做进一步讨论了，闭包思想是函数编程中很重要的一个思想，学习了解一下也好。

参数和默认参数

定义的函数圆括号那里就是接受的参数，如果参数后面跟个等号，来个赋值语句，那个这个赋的值就是这个参数的默认值。比如下面随便写个演示程序：

code:5-2

```

def test(x='hello'):
    print(x)
test()
test('world')
    
```

hello

world

不定参量函数

我们在前面谈到 `sum` 函数^{3.2.8}只接受一个列表，而不支持这样的形式：`sum(1,2,3,4,5)`。现在我们设计这样一个可以接受不定任意数目参量的函数。首先让我们看看一种奇怪的赋值方式。

序列解包赋值

```
>>> a,b,*c=1,2,3,4,5,6,7,8,9
>>> print(a,b,c,sep=' | ')
1 | 2 | [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> a,*b,c=1,2,3,4,5,6,7,8,9
>>> print(a,b,c,sep=' | ')
1 | [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] | 9
>>> *a,b,c=1,2,3,4,5,6,7,8,9
>>> print(a,b,c,sep=' | ')
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] | 8 | 9
```

带上一个星号 `*` 的变量变得有点类似通配符的味道了，针对后面的序列^①（数组，列表，字符串），它都会将遇到的元素收集在一个列表里面，然后说是它的。

`for` 语句也支持序列解包赋值，也是将通配到的元素收集到了一个列表里面，如：

code:5-3

^① 似乎序列赋值内置迭代操作

```
for (a,*b,c) in [(1,2,3,4,5,6),(1,2,3,4,5),(1,2,3,4)]:
    print(b)
```

```
[2, 3, 4, 5]
```

```
[2, 3, 4]
```

```
[2, 3]
```

函数中的通配符

```
>>> def test(*args):
...     print(args)
...
>>> test(1,2,3,'a')
(1, 2, 3, 'a')
```

我们看到类似上面序列解包赋值中的带星号表通配的概念，在定义函数的时候写上一个带星号的参量（我们可以想象在函数传递参数的时候有一个类似的序列解包赋值过程），在函数定义里面，这个 `args` 就是接受到的参量组成的元组或称之为数组。

mysum 函数

code:5-4

```
def mysum(*args):
    return sum(args[:])

print(mysum(1,2,3,4,5,6))
```

21

这样我们定义的可以接受任意参数的 `mysum` 函数，如上所示。具体过程就是将接受到的 `args`（已成一个元组了），然后用 `sum` 函数处理了一下即可。

任意数目的可选参数

在函数定义的写上带上两个星号的变量 `**args`，那么 `args` 在函数里面的意思就是接受到的可选参数组成的一个字典值。

```
>>> def test(**args):  
...     return args  
...  
>>> test(a=1,b=2)  
{'b': 2, 'a': 1}
```

我们看到利用这个可以构建出一个简单的词典对象生成器。

解包可迭代对象传递参数

之前 `*args` 是在函数定义中，然后通配一些参数放入元组中。这里是在函数调用中，针对可迭代对象，可以用一个 `*` 星号将其所包含的元素迭代出来，然后和参数一一对应赋值。

```
>>> def f(a,b,c=3):  
...     print(a,b,c)  
>>> map=map(lambda x : x+2 , [1,2,3])  
>>> f(*map)
```

```
3 4 5
>>> f(*[1,2,3])
1 2 3
```

解包字典成为关键字参数

和上面的类似，通过 ****args** 语法可以将某个字典对象解包成为某个函数的关键字参数。还是以上面那个函数 **f** 为例子：

```
>>> f(**{'c':6,'b':4,'a':2})
2 4 6
```

参数的顺序

老实说一般参数，可选参数（关键字参数），任意（通配）参数，任意（通配）关键字参数所有这些概念混在一起非常的让人困惑。就一般的顺序是：

1. 一般参数，这个如果有一定要在第一位，然后通过位置一一对应分配参数。
2. 关键字参数，关键字参数跟在一般参数后面，通过匹配变量名来分配。
3. 通配一般参数，其他额外的非关键字的参数分配到 ***args** 元组里面。
4. 通配关键字参数，其他额外的关键字参数分配到 ****args** 字典里面，这个必须最后面。

一般的情况就是这些吧，可能你会遇到更加困难的情况，到时候再说吧。

递归函数

虽然递归函数能够在某种程度上取代前面的一些循环或者迭代程序结构，不过不推荐这么做。这里谈及递归函数是把某些问题归结为数学函数问题，而这些问题常常用递归算法更加直观（不一定高效）。比如下面的菲波那奇函数：

code:5-5

```
def fib(n):  
    if n==0:  
        return 1  
    if n==1:  
        return 1  
    else:  
        return fib(n-1)+fib(n-2)  
  
for x in range(5):  
    print(fib(x))
```

1
1
2
3
5

我们可以看到，对于这样专门的数学问题来说，用这样的递归算法来表述是非常简洁易懂的。至于其内部细节，我们可以将上面定义的 `fib` 称之为函数，函数是一种操作的模式，然后具体操作就是复制出这个函数（函数或者操作都是数据），然后按照这个函数来扩展生成具体的函数或者操作。

下面看通过递归函数来写阶乘函数，非常的简洁，我以为这就是最好最美的方法了。

code:5-6

```
def fact(n):
    if n == 0:
        return 1
    else:
        return n*fact(n-1)

print(fact(0),fact(10))
```

1 3628800

什么时候用递归？

最推荐使用递归的情况是这样的情况，那就是一份工作（或函数）执行一遍之后你能够感觉到虽然所有的工作没有做完，但是已经做了一小部分了，有了一定的进展了，就好比是蚂蚁吞大象一样，那么这个时候你就可以使用递归思想了。其次有的时候有那么一种情况虽然表面上看似乎并没有什么进展，但事情在发展，你能感受到有一个条件最终将会终止程序从而得到一个输出，那么这个时候就可以用递归。

递归思想最核心的两个概念就是一做了一小部分工作，你能感觉到做着做着事情就会做完了；二有一个终止判断最终将会起作用。

其实通过递归函数也可以实现类似 **for** 的迭代结构，不过我觉得递归函数还是不应该滥用。比如下面通过递归函数生成一种执行某个操作 **n** 次的结构：

这种情况不推荐使用递归

code:5-7

```
def dosomething(n):
    if n==0:
```

```

    pass
elif n==1:
    print('do!')
else:
    print('do!')
    return dosomething(n-1)

print(dosomething(5))

```

do!

do!

do!

do!

do!

None

可以看到，如果把上面的 `print` 语句换成其他的某个操作，比如机器人向前走一步，那么这里 `dosomething` 换个名字向前走 (5) 就成了向前走 5 步了。

lambda 函数

`lambda` λ 表达式这个在刚开始介绍 `lisp` 语言的时候已有所说明，简单来说就是函数只是一个映射规则，变量名，函数名都无所谓。这里就是没有名字的函数的意思。

具体的样子如下面所示：

code:5-8

```
f=lambda x,y,z:x+y+z
```

```
print(f(1,2,3))
```

6

`lambda` 函数在有些情况下要用到，比如 `pyqt` 里面的信号—槽机制用 `connect` 方法的时候，槽比如是函数名或者无参函数，如果用户想加入参量的话，可以使用 `lambda` 函数引入，具体这里我还不够清晰。

读者如果对 `lambda` 函数表达不太熟悉强烈建议先简单学一学 **scheme** 语言。

print 函数

`print` 函数因为很常用和基础，就放在这里了。

`print` 函数接受任意的参量，逐个打印出来。然后它还有一些关键字参数，**sep**: 默认值是 ' '，也就是一个空格，如果修改为空字符串，那么逐个打印出来的字符之间就没有间隔了。**end**: 默认值是 '\n'，**file** 默认值是 `sys.stdout`，也就是在终端显示，你可以修改为某个文件变量，这样直接往某个文件里面输出内容。

宏包

现在让我们进入宏包基础知识的学习吧，建立编写自己的宏包，这样不断积累自己的知识，不断变得更强。

实际上之前我们已经接触过很多 `python` 自身的标准宏包或者其他作者写的第三方宏包，而 `import` 和 `from` 语句就是加载宏包用的。这里我们主要讨论如何自己编写自己的宏包。

`from` 语句和 `import` 语句内部作用机制很类似，只是在变量名的处理方式上有点差异（`from` 会把变量名复制过来）。这里重点就 `import` 的工作方式说明如下：

1. 首先需要找到宏包文件。
2. 然后将宏包文件编译成位码（需要时，根据文件的时间戳。），你会看到新多出来一个 `__pycache__` 文件夹。
3. 执行编译出来的位码，创建该 `py` 文件定义的对象。

这三个步骤是第一次 `import` 的时候会执行的，第二次 `import` 的时候会跳过去，而直接引用内存中已加载的对象。

找到宏包文件

`python` 宏包的搜索路径会搜索几个地方，这些地方最后都会放在 `sys.path` 这个列表里面，所以在你的 `py` 文件刚开始修改这个 `sys.path`，`append` 上你想

要的地址也是可以的。我在这里选择了这种方法，除此之外还有很多方法这里先不涉及。

比如主文件一般如下：

```
import os,sys
sys.path.append(os.environ['HOME']+'/pymf')
from pyconfig import *
```

这里为什么使用 `from pyconfig import *` 这样的语句而不是 `import` 语句呢？因为我决定整个项目的主 `py` 文件除了这一个 `from` 语句之外不会再 `import` 或者 `from` 其他宏包了，其他所有宏包的引用都放在 `pyconfig.py` 这个主配置文件里面。

`pyconfig.py` 任务就是加载最常用最通用的一些宏包，如果你实际编写的另外一个项目通用 `pyconfig` 文件满足不了你的要求了，那么你可以把那个 `pyconfig` 文件复制过来，然后放在你的项目文件夹里面，然后继续衍化修改。这个经验是我从 \LaTeX 文档的编写中总结出来的，既满足了共性又满足了个性。

那么为什么要用 `from` 语句，很简单。如果用 `import` 语句，那么 `pyconfig.py` 文件里面 `import math` 宏包，在主 `py` 文件里面引用就要使用这样的格式 `pyconfig.math.pi`，这既不方便而且违背大家平时惯用的那种 `math.pi` 格式。

现在我们让可以开始编写自己的宏包吧。

编写宏包

well，编写宏包就是一些 `py` 文件，然后宏包的名字和 `py` 文件里面的内容编写好就是了。

我现在编写了一个 `pyconfig.py` 文件，放在主文件夹（ubuntu 系统）的 `pymf` 文件里面的。里面定义了一个斐波拉契函数，如下所示：

```
# 菲波那奇数列
def fib(n):
    if n==0:
        return 1
    if n==1:
        return 1
    else:
        return fib(n-1)+fib(n-2)
```

然后我们的测试小脚本如下：

code:6-1

```
import os,sys
sys.path.append(os.environ['HOME']+'/pymf')
from pyconfig import *

print([fib(n) for n in range(10)])
```

[1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55]

一些你觉得常用的类和函数就直接放在 `pyconfig.py` 文件里面吧，然后一些不太常用的你可以分类出来放在其他 `py` 文件里面，然后 `pyconfig.py` 文件用 `import` 或者 `from` 语句来加载那个宏包即可，这里就不多说了。

import 语句

`import` 语句的一般使用方法之前已有接触，比如 `import math`，然后要使用 `math` 宏包里面的函数或者类等需要使用这样的带点的变量名结构：`math.pi`。

此外 `import` 语句还有一个常见的缩写名使用技巧，比如 `import numpy as np`，那么后面就可以这样写了，`np.array`，而不是 `numpy.array`。

from 语句

`from` 语句的使用有以下两种情况：

```
from this import this
from what import *
```

第一种形式是点名只导入某个变量，第二种形式是都导入进来。我想读者肯定知道这点，使用第二种导入形式的时候要小心变量名覆盖问题，这个自己心里有数即可。

reload 函数

`reload` 函数可以重新载入某个宏包，这个重载和程序重新运行第一次载入宏包又有点区别。

python3 高级篇

类的高级知识

静态方法

```
class Test:
#     @staticmethod
    def hello():
        print('aaa')

test=Test()
test.hello()
```

在上面的例子中，我们希望创建一个函数，这个函数和 **self** 或者其他类都没有关系（这里的其他类一般指继承来的）。如上所示，**hello** 函数只是希望简单打印一小段字符，如上面这样的代码是错误的，如果我们在这个函数上面加上 **@staticmethod**，那么上面这段代码就不会出错了，

```
class Test:
    @staticmethod
    def hello():
        print('aaa')
```

```
test=Test()  
test.hello()
```

这样在类里面定义出来的函数叫做这个类的静态方法，静态方法同样可以继承等等，而静态方法通常使用最大的特色就是不需要建立实例，即可以直接从类来调用，如下所示：

```
class Test:  
    @staticmethod  
    def hello():  
        print('aaa')
```

```
Test.hello()
```

类的高级内置方法

和迭代操作有关

比如文件对象本身就是可迭代的，调用 `__next__` 方法就返回文件中下一行的内容，到达文件尾也就是迭代越界了返回：**StopIteration** 异常。

next 函数

`next` 函数比如 `next(f)` 等价于 `f.__next__()`，其中 `f` 是一个文件对象。

```
>>> for line in open('removeduplicate.py'):
...     print(line,end='')
...
#!/usr/bin/env python3
#-*-coding:utf-8-*-
# 此处一些内容省略。
```

```
>>> f=open('removeduplicate.py')
>>> next(f)
'#!/usr/bin/env python3\n'
```

iter 函数

`iter` 函数接受一个不可迭代对象（比如列表）然后生成一个可迭代对象。这样的可迭代对象就可以使用 `next` 函数和 `__next__` 方法了。

```
>>> list=[1,2,3]
>>> next(list)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'list' object is not an iterator
>>> i=iter(list)
>>> next(i)
1
>>> i.__next__()
2
```

下面是 `for` 语句的 `while` 实现版本：

```
>>> list=[1,2,3]
>>> iter=iter(list)
>>> while True:
...     try:
...         x=next(iter)
...     except StopIteration:
...         break
...     print(x)
...
1
2
3
```

`range` 对象也可以通过 `iter` 函数来生成一个可迭代对象。

enumerate 函数

`enumerate` 函数返回一个 `enumerate` 对象，这个对象将偏移值和元素组合起来，成为一个可迭代对象了，也就是 `next` 函数也可以使用了。

```
>>> for (offset,item) in enumerate('abcdefg'):  
...     print(offset,item)  
...  
0 a  
1 b  
2 c  
3 d  
4 e  
5 f  
6 g
```

深入理解 python3 的迭代

在 `python` 中一般复杂的代码运算效率就会低一点，如果完成类似的工作但你可以更简单的语句那么运算效率就会高一点。当然这只是 `python` 的一个设计理念，并不尽然，但确实很有意思。

程序结构中最有用的就是多个操作的重复，其中有迭代和递归还有一般的循环语句。递归函数感觉对于某些特殊的问题很有用，然后一般基于数据结构的不是特别复杂的操作重复用迭代语句即可，最后才考虑一般循环语句。

迭代语句中 `for` 语句运算效率最低，然后是 `map` 函数（不尽然），然后是列表解析。所以我们在处理问题的时候最 `pythonic` 的风格，运算效率最高的就是列表解析了，如果一个问题能够用列表解析解决那么就用列表解析解决，因为 `python` 的设计者的很多优化工作都是针对迭代操作进行的，然后 `python3` 进一步深化了迭代思想，最后 `python` 中的迭代是用 `c` 语言来实现的（你懂的）。

可是让我们反思一下为什么列表解析在问题处理的时候如此通用？比如说 `range` 函数或者文件对象或者列表字符串等等，他们都可以称之为可迭代对象。可迭代对象有内置方法 `__next__` 这个我们之前有所谈及，可迭代对象最大的特色就是有一系列的元素，然后这一系列的元素可以通过上面的内置方法逐个调出来，而列表解析就是对这些调出来的元素进行了某个表达式操作，然后将其收集起来。这是什么？我们看下面这张图片：

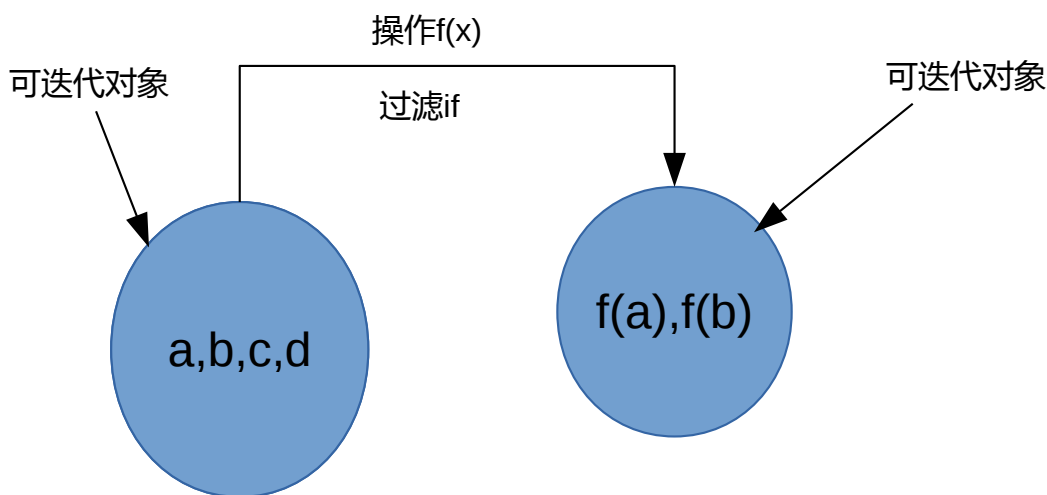


图 9-1: 列表解析

这张图片告诉我们列表解析和数学上所谓的集合还有函数的定义非常的类似，可迭代对象就好像是一个集合（有顺序或者没顺序都行），然后这些集合中的所有元素经过了某个操作，这个操作似乎就是我们数学中定义的函数，然后加上过滤条件，某些元素不参加运算，这样就生成了第二个可迭代对象（一般是列表也可以是字典什么的。）

有一个哲学上的假定，那就是我们的世界一切问题都可以用数学来描述，而一些数学问题都可以用函数即如上的信息操作过滤流来描述之。当然这不尽然，但我们可以看到列表解析在一般问题处理上是很通用的思想。

不过我们看到有限的元素的集合问题适合用迭代，但无限元素的集合问题也许用递归或者循环更适合一些。然后我们又想到集合的描述分为列举描述（有限个元素的列举）和定义描述。比如说 $1 < x < 10$ ， x 属于整数，这就定义了一个集合。那么我们就想到 **python** 存在这样的通过描述而不是列举（如列表一样）的集合吗？**range** 函数似乎就是为了这样的目的而生的，比如说 **range(10)** 就定义了 $[0,10)$ 这一系列的整数集合，**range** 函数生成一个 **range** 对象，**range** 对象是一个可迭代对象，我们可以把它看作可迭代对象中的描述集合类型吧。这时我们就问了，既然 $0 \leq x < 10$ 这样的整数集合可以通过描述来实现，那么更加复杂的函数描述可不可以实现呢？我们可不可以建立更加复杂的类似 **range** 对象的描述性可迭代对象呢？

yield 语句

一般函数的定义使用 `return` 语句，如果使用 `yield` 语句，我们可以构建出一个生成器函数，

```
>>> def test(x):
...     for i in range(x):
...         yield 2*i+ 1
...
>>> test(3)
<generator object test at 0xb704348c>
>>> [x for x in test(3)]
[1, 3, 5]
>>> [x for x in test(5)]
[1, 3, 5, 7, 9]
```

这个 `test` 函数叫做什么生成器函数，返回的是什么 `generator object`，生成器对象？**anyway**，通过 `yield` 这样的形式定义出来的生成器函数返回了一个生成器对象和 `range` 对象类似，都是描述性可迭代对象，里面的元素并不立即展开，而是请求一次运算一次，所以这种编程风格对内存压力很小，主要适合那些迭代元素特别多的时候的情况吧。

上面的 `test` 函数我们就可以简单理解为 $2x+1$ ，其中 $0 \leq x < n$ （赋的值）。

下面给出一个问题作为练习：描述素数的生成器函数。这是网上流行的素数检验函数，效率还是比较高的了。

```
def isprime(n):
    if n == 2:
        return True

    # 按位与 1, 前面一定都是 0 个位数如果是 1 则
    # 是奇数则返回 1 则真则假, 如果是偶数则返回
    # 0 则假则真

    elif n < 2 or not n & 1:
        return False

    # 埃拉托斯特尼筛法...

    # 查一个正整数 N 是否为素数, 最简单的方法就是试除法,
    # 将该数 N 用小于等于  $N^{*}0.5$  的所有素数去试除,
    # 若均无法整除, 则 N 为素数

    for x in range(3, int(n**0.5)+1, 2):
        if n % x == 0:
            return False

    return True
```

然后我们给出两种形式的素数生成器函数, 其中 `prime2` 的意思是范围到 (to) 那里。而 `prime(n)` 的意思是到第几个素数。我们知道生成器函数是一种惰性求值运算, 然后 `yield` 每迭代一次函数运算一次 (即产生一次 `yield`) , 但这种机制还是让我觉得好神奇。

```
def prime2(n):
    for x in range(n):
        if isprime(x):
            yield x

def prime(n):
    i=0
    x=1
```



```

while i<n:
    if isprime(x):
        i +=1
    yield x
    x +=1

```

在加载这些函数之后我们可以做一些检验：

```

>>> isprime(479)
True
>>> [x for x in prime2(100)]
[2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83,
>>> [x for x in prime2(1000) if 100< x < 200]
[101, 103, 107, 109, 113, 127, 131, 137, 139, 149, 151, 157, 163, 167, 173, 179, 181, 191,
>>> len([x for x in prime2(10000) if -1 < x < 3572])
500
>>> [x for x in prime(1)]
[2]
>>> [x for x in prime(2)]
[2, 3]

```

实数集合表示

`range` 函数只能近似表示某部分的整数集合，那么实数集合的表示呢？我估计目前有那个 `python` 宏包已经实现这个功能呢？是什么呢？

map 和 filter 函数

按照之前的迭代模式的描述，虽然使用常见的列表解析格式 (`for` 语句) 就可以完成对某个集合中各个元素的操作或者过滤，不过 `python` 中还有另外两个函数来实现类似的功能，`map` 对应对集合中各个元素进行某个函数操作（可以接受 `lambda` 函式），而 `filter` 则实现如上所述的过滤功能。然后值得一提的是 `python3` 之后 `map` 函数和 `filter` 函数返回都是一个可迭代对象而不是列表，和 `range` 函数等其他可迭代对象一样可用于列表解析结构。

map 函数

这里列出一些例子，具体编程还是先考虑列表解析模式，可能会在某些情况下需要用到 `map` 函数？

```
>>> map(abs, [-2, -1, 0, 1, 2])
<map object at 0xb707dccc>
>>> [x for x in map(abs, [-2, -1, 0, 1, 2])]
[2, 1, 0, 1, 2]
>>> [x for x in map(lambda x : x+2, [-2, -1, 0, 1, 2])]
[0, 1, 2, 3, 4]
```

`map` 函数还可以接受两个可迭代对象的协作参数模式，这个学过 `lisp` 语言的会觉得很眼熟，不过这里按照我们的理解也是很便捷的。具体就是第一个可迭代对象取出一个元素作为 `map` 的函数的第一个参数，然后第二个可迭代对象取出第二个参数，然后经过函数运算，得到一个结果，这个结果如果不列表解析的话就是一个 `map` 对象（可迭代对象），然后展开以此类推。值得一提的是两个可迭代对象的深度由最短的那个决定，请看下面的例子：

```
>>> [x for x in map(lambda x,y : x+y, [-2,-1,0,1,2],[-2,-1,0,1,2])]
[-4, -2, 0, 2, 4]
>>> [x for x in map(lambda x,y : x+y, [-2,-1,0,1,2],[-2,-1,0,1])]
[-4, -2, 0, 2]
```

filter 函数

同样和上面的谈及的类似，**filter** 函数过滤一个可迭代对象然后产生一个可迭代对象。类似的功能可以用列表解析的后的 **if** 语句来实现。前面谈到 **map** 函数的时候提及一般还是优先使用列表解析模式，但 **filter** 函数这里有点不同，因为列表解析后面跟个 **if** 可能有时会让人困惑，所有推荐还是用 **filter** 函数来进行可迭代对象的过滤操作，当然你喜欢用 **if** 也没什么问题喽。

filter 函数的基本逻辑是只有 **return True**（用 **lambda** 表达式就是这个表达式的值为真，具体请参看 **python** 的逻辑小知识和布尔值的一些规则[2.1](#)）的时候元素才被收集起来，或者说是过滤出来。这里强调 **True** 是因为如果你的函数没有 **return** 值那么默认的是 **return None**，这个时候元素也是不会过滤出来的。

请参看下面的例子来理解：

```
>>> [x for x in filter(lambda x:x&1,[1,2,3,5,9,10,155,-20,-25])]
[1, 3, 5, 9, 155, -25]
>>> [x for x in filter(lambda x:not x&1,[1,2,3,5,9,10,155,-20,-25])]
[2, 10, -20]
```

这里位运算与就是控制个位数是 1 那么就是奇数，这种方式更加的节省计算。

当然你也可以传统的编写函数：

```
>>> def even(n):
...     if n % 2 ==0:
```

```
...         return True
```

```
>>> [x for x in filter(even,[1,2,3,5,9,10,155,-25])]
[2, 10]
```

zip 函数

这里就顺便把 **zip** 函数也一起提了，**zip** 函数同样返回一个可迭代对象，他接受两个可迭代对象，然后将其拼接起来。和 **map** 函数类似迭代深度由最短的那个可迭代对象决定。

```
>>> zip(['a','b','c'],[1,2,3,4])
<zip object at 0xb7055e6c>
>>> [x for x in zip(['a','b','c'],[1,2,3,4])]
[('a', 1), ('b', 2), ('c', 3)]
>>> list(zip(['a','b','c'],[1,2,3,4]))
[('a', 1), ('b', 2), ('c', 3)]
>>> dict(zip(['a','b','c'],[1,2,3,4]))
{'c': 3, 'b': 2, 'a': 1}
```

完整的列表解析结构

下面给出一个完整的列表解析结构，最常见的情况一般就一两个 **for** 语句吧，这里 **if** 外加个括号是可选项的意思。

```
[ expression for var1 in iterable1 [if condition1 ]
    for var2 in iterable2 [if condition2 ]
    .....
]
```

这里的 `iterable1` 是指某个可迭代对象，也就是说那些能够返回可迭代对象的函数比如 `map`, `filter`, `zip`, `range` 等函数都可以放进去。不过我们要克制自己在这里别写出太过于晦涩的程序了。还有 `for` 循环语句也别嵌套太多了，这样就极容易出错的。

下面这个程序大家看看：

```
>>> [x+str(y) for x in ['a','b','c'] for y in [1,2,3,4,5,6] if y & 1]
['a1', 'a3', 'a5', 'b1', 'b3', 'b5', 'c1', 'c3', 'c5']
>>> [x+str(y) for x in ['a','b','c'] for y in [1,2,3,4,5,6] if not y & 1]
['a2', 'a4', 'a6', 'b2', 'b4', 'b6', 'c2', 'c4', 'c6']
```

列表解析的好处

在熟悉列表解析的语句结构之后，一两个 `for` 语句不太复杂的情况下，还是很简单明了的。同时语法也更加精炼，同时运行速度较 `for` 循环要至少快上一倍。最后 `python` 的迭代思想深入骨髓，以后 `python` 的优化工作很多都围绕迭代展开，也就是多用列表解析会让你的代码以后可能运行的更快。

有这么多的好处，加上这么 `cool` 的 `pythonic` 风格，推荐大家多用列表解析风格解决问题。

模块

多个宏包 `py` 文件组成一个多文件夹目录的整体就是一个模块（我喜欢将单个 `py` 文件叫做宏包，然后多个 `py` 文件组成的文件夹甚至多个文件夹的内容整体叫做模块。）

模块这部分知识是我们理解前人编写的各个有用的模块的基础，同时以后我们自己要编写大型的项目也是以个人编写一个模块，一个模块对应一个任务或者一个功能的形式展开的。以前我们都是编写的不超过一百行的小 `python` 代码，但就是要编写大型的项目也不意味着我们要找一个大型的编辑器，然后一写就是上万行，在模块的合理布局下，我们完全还可以轻松的一次编写也就那么一两百行的小代码，最后各个模块组合起来，就是一个宏大的系统了。

所以读者已经也体会到了模块的布局思想是很重要的，这个似乎还有专门的课程，叫什么软件的设计模式之类的。

模块中的帮助信息

`__doc__` 方法

`dir` 函数

其他注释当然

文件处理高级知识

接下来的例子如果涉及到文件的请自己随便创建一个对应文件名的文件，内容随意了。

一行行的操作

因为文件对象本身是可迭代的，我们简单迭代文件对象就可以对文件的一行内容进行一些操作。比如：

```
f = open('removeduplicate.py')

for line in f:
    print(line,end='')
```

这个代码就将打印这个文件，其中 `end=""` 的意思是取消 `\n`，因为原来的行里面已经有 `\n` 了。

然后代码稍作修改就可以在每一行之前加上 `>>>` 这个符号了。

```
f = open('removeduplicate.py')

for line in f:
    print('>>>',line,end='')
```

什么？这个输出只是在终端，没有到某个文件里面去，行，加上 `file` 参数。

然后代码变成如下：

```
import sys

f = open('removeduplicate.py')
pyout=open(sys.argv[1] ,"w")

for line in f:
    print('>>>',line,end='',file=pyout)

pyout.close()
f.close()
```

这样我们就制作了一个小 **python** 脚本，接受一个文件名然后输出这个文件，这个文件的内容就是之前我们在终端中看到的。

整个文件的列表解析

python 的列表解析（迭代）效率是很高的，我们应该多用列表解析模式。

readlines 方法

文件对象有一个 **readlines** 方法，能够一次性把整个文件的所有行字符串装入到一个列表中。然后我们再对这个列表进行解析操作就可以直接对整个文件的内容做出一些修改了。不过不推荐使用 **readlines** 方法了，这样将整个文件装入内存的方法具有内存爆炸风险，而迭代版本更好一点。

文本所有某个单词的替换

这里举一个例子，将 `removeduplicate.py` 文件接受进来，然后进行列表解析，将文本中的 `newlist` 全部都替换为 `list2`。

```
import sys

pyout=open(sys.argv[1] ,"w")

print(''.join([line.replace('newlist','list2')
for line in open('removeduplicate.py')]),file=pyout)

pyout.close()
```

我们可以看到这种列表解析风格代码更加具有 `python` 风格和更加的简洁同时功能是异常的强大的。

从这里起我们看到如果需要更加复杂的文本处理技巧就需要学习正则表达式和 `re` 宏包了，请参见 `re` 宏包这一小节[19](#)。

常用的宏包

pickle 宏包

`pickle` 宏包可以将某一个复杂的对象永久存入一个文件中，以后再导入这个文件，这样自动将这个复杂的对象导入进来了。

将对象存入文件

```
import pickle

class Test:
    def __init__(self):
        self.a=0
        self.b=0
        self.c=1
        self.d=1

    def __str__(self):
        return str(self.__dict__)

if __name__ == '__main__':
    test001=Test()
    print(test001)
    testfile=open('data.pkl','wb')
```

```
pickle.dump(test001,testfile)
testfile.close()
```

从文件中取出对象

值得一提的是从文件中取出对象，原来的类的定义还是必须存在，也就是声明一次在内存中的，否则会出错。

```
import pickle

class Test:
    def __init__(self):
        self.a=0
        self.b=0
        self.c=1
        self.d=1

    def __str__(self):
        return str(self.__dict__)

if __name__ == '__main__':
    testfile=open('data.pkl','rb')
    test001=pickle.load(testfile)
    print(test001)
    testfile.close()
```

pickle 宏包的基本使用就是用 **dump** 函数将某个对象存入某个文件中，然后这个文件以后可以用 **load** 函数来加载，然后之前的那个对象会自动返回出来。

shelve 宏包

`shelve` 宏包是基于 `pickle` 宏包的，也就是只有 `pickle` 宏包支持的对象它才支持。之前提及 `pickle` 宏包只能针对一个对象，如果你有多个对象要处理，可以考虑使用 `shelve` 宏包，而 `shelve` 宏包就好像是自动将这些对象用字典的形式包装起来了。除此之外 `shelve` 宏包的使用更加简便了。

存入多个对象

我们根据类的操作第三版中定义的类（4.5）建立了一个 `Hero.py` 文件，就是将那些类的定义复制进去。然后我们新建了几个实例来存入 `test.db` 文件中。

```
import shelve
from Hero import Garen

if __name__ == '__main__':
    garen1=Garen()
    garen2=Garen('red')
    garen3=Garen('yellow')
    db=shelve.open('test.db')
    for (key,item) in [('garen1',garen1),('garen2',garen2),('garen3',garen3)]:
        db[key]=item
    db.close()
```

我们看到整个过程的代码变得非常的简洁了，然后一个个对象是以字典的形

式存入进去的。

读取这些对象

读取这些对象的代码也很简洁，就是用 `shelve` 宏包的 `open` 函数打开数据库文件，`open` 函数会自动返回一个字典对象，这个字典对象里面的数据就对应着之前存入的键值和对象。

同时通过这个例子我发现，如果自己定义的类，将他们提取出来放入另外一个文件，那么 `shelve` 宏包读取文件时候是不需要再引入之前的定义。这一点值得我们注意，因为 `shelve` 宏包内部也采用的是 `pickle` 的机制，所以可以猜测之前 `pickle` 的那个例子类的定义写在写入文件代码的里面，所以不能载入数据库；而如果将这些类的定义放入一个文件，然后这些类以模块或说宏包载入的形式引入，那么读取这些对象就可以以一种更优雅的形式实现。如下所示：

```
import shelve

if __name__ == '__main__':
    db=shelve.open('test.db')
    for key in sorted(db):
        print(db[key])
    db.close()
```

我们看到就作为简单的程序或者原型程序的数据库，`shelve` 宏包已经很好用而且够用了。

zodb 宏包

time 宏包

`time` 宏包提供了一些和时间相关的函数，更加的底层，不过有些函数可能在某些平台并不适用。类似的宏包还有 `datetime` 宏包，`datetime` 是以类的框架来解决一些时间问题的。所以如果只是需要简单的调用一下时间，那么用 `time` 宏包，如果是大量和时间相关的问题，推荐使用 `datetime` 宏包。

time 函数

```
>>> import time
>>> time.time()
1404348227.07554
```

`time` 函数返回一个数值，这个数值表示从 1970 年 1 月 1 号 0 时 0 分 0 秒到现在的时间过了多少秒。

gmtime 函数

这个函数可以接受一个参数，这个参数是多少秒，然后返回一个特定格式的时间数组 `struct_time`。如果不接受参数，那么默认接受的秒数由 `time` 函数返回，也就是从那个特定时间到现在过了多少秒，这样这个特定格式的时间数组对应的就是当前时间。

```
>>> time.gmtime()
time.struct_time(tm_year=2014, tm_mon=7, tm_mday=3, tm_hour=0,
tm_min=53, tm_sec=0, tm_wday=3, tm_yday=184, tm_isdst=0)
>>> time.gmtime(0)
time.struct_time(tm_year=1970, tm_mon=1, tm_mday=1, tm_hour=0,
tm_min=0, tm_sec=0, tm_wday=3, tm_yday=1, tm_isdst=0)
```

localtime 函数

此外类似的还有 **localtime** 函数，和 **gmtime** 用法和返回完全一模一样，唯一的区别就是返回的是当地的时间。

```
>>> time.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S',time.localtime())
'2014-07-03 09:19:40'
>>> time.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S',time.gmtime())
'2014-07-03 01:19:49'
```

ctime 函数

```
>>> time.ctime()
'Thu Jul 3 08:54:54 2014'
>>> time.ctime(0)
'Thu Jan 1 07:00:00 1970'
```

和 **gmtime** 类似，不过返回的是字符串格式的时间。我们看到 **ctime** 默认设置的时间是根据 **localtime** 函数来的。

strftime 函数

接受那个特定格式的时间数组 `struct_time` 作为参数，然后返回一定字符串格式的时间。最常用的格式符有：

`%Y`, 多少年；`%m`, 多少月；`%d`, 多少日；
`%H`, 多少小时；`%M`, 多少分；`%S`, 多少秒。

`%X` 直接输出 `09:27:19` 这样的格式，也就是前面的多少小时多少分多少秒可以用一个 `%X` 表示即可。

还有一些，比如：`%I` 表示多少小时，不过是 `[0-12]` 的形式；`%y` 表示多少年，不过是 `[00-99]` 的格式，比如 `2014` 年就输出 `14` 等等。

sleep 函数

`sleep` 函数有时需要用到，将程序休眠个几秒的意思。需要接受一个数值参数，单位是秒，可以是零点几秒。但 `sleep` 函数只是大概休眠几秒的意思，最好不去用来计时，因为它不大精确。

sys 宏包

sys 宏包有一些功能很常用，其实在前面我们就看到过一些了。

sys.argv

在刚开始说明 python 执行脚本参数传递的问题时就已经讲了 sys.argv 这个变量。这是一个由字符串组成的列表。

```
import sys

print(sys.argv)

for i in range(len(sys.argv)):
    print(sys.argv[i])
```

比如新建上面的一个 test.py 文件，然后执行：

```
python3 test.py test1 test2
['test.py', 'test1', 'test2']
test.py
test1
test2
```

我们可以看到 sys.argv[0] 就是这个脚本的文件名，然后后面依次是各个参数。

exit 函数

这个我们在编写 GUI 程序的时候经常看到，在其他脚本程序中也很常用。如果不带参数的话那么直接退出程序，还可以带一个字符串参数，返回错误提示信息，或者带一个数字，这里的详细讨论略过。

```
>>> import sys
>>> sys.exit(' 出错了')
出错了
wanze@wanze-ubuntu:~$
```

sys.platform

返回当前脚本执行的操作系统环境。

Linux 返回字符串值: linux; Windows 返回 win32; Mac OS X 返回 darwin。

sys.path

一连串字符串列表，是 python 脚本宏包的搜索路径，所以我们自定义的 python 宏包，只需要在 sys.path 这个列表上新加一个字符串路径即可。

标准输入输出错误输出文件

sys.stdin, sys.stdout, sys.stderr 这三个文件对象对应的就是 linux 系统所谓的标准输入标准输出和错误输出文件流对象。

判断 python 的版本

`sys.version` 输出当前 `python` 的版本信息和编译环境的详细信息。

```
sys.version_info[0]
```

返回当前 `python` 主版本的标识，比如 `python3` 就返回数字 3。

os.path 宏包

前面提到 `sys.argv` 只能返回当前 `python` 脚本的文件名，而我们常常需要这个 `python` 脚本的绝对路径，这可以通过 `os.path` 宏包的 `abspath` 函数来达到目的。

abspath 函数

`abspath` 函数最常用的用法如下：

```
import os

print(os.path.abspath('.'))
```

/home/wanze/桌面

也就是根据当前脚本所在的路径做修改从而生成一个绝对路径，大部分系统都兼容。

expanduser 函数

```
import os

print(os.path.expanduser('~'))
```

```
/home/wanze/test
```

~ 这个符号可以在这里使用，从而展开为以/home/wanze 为基础的绝对路径，兼容大部分系统。

判断是否是文件或路径等

`os.path.isfile(path)`: 接受一个字符串路径变量，如果是文件那么返回 True，否则返回 False。

类似的有 `isdir` 和 `islink` 函数。

判断文件或路径是否相同

`os.path.samefile(path1,path2)`: 如果两个文件或路径相同则返回 True，否则返回 False。

subprocess 宏包

我想大家都注意到了现在的计算机都是多任务的，这种多任务的实现机制就是所谓的多个进程同时运行，因为计算机只有一个 CPU（现在多核的越来越普及了，它们内部的工作原理我没了解过。）所有计算机一次只能处理一个进程，而这种多进程的实现有点类似你人脑（当然不排除某些极个别现象），你不能一边看电影一边写作业，但是可以写一会作业然后再看一会电影（当然不推荐这么做、），计算机的多进程实现机制也和这个类似，就是一会干这个进程，一会儿做那个进程。

计算机的一个进程里面还可以分为很多个线程，这个较为复杂，就不谈了。比如你编写的一个脚本程序，系统就会给它分配一个进程号之类的，然后 `cpu` 有时就会转过头来执行它一下（计算机各个进程之间的切换很快的，所以才会给我们一种多任务的错觉。）而你的脚本程序里面还可以再开出其他的子进程出来，`python` 的 `subprocess` 宏包主要负责这方面的工作。

call 函数

```
import subprocess

# Command with shell expansion
subprocess.call(["echo", "hello world"])
subprocess.call(["echo", "$HOME"])
```

```
subprocess.call('echo $HOME', shell=True)
```

```
hello world
```

```
$HOME
```

```
/home/wanze
```

其中使用 `shell=True` 选项后用法较简单较直观，但网上提及安全性和兼容性可能有问题，他们推荐一般不适用 `shell=True` 这个选项。

[参考网站](#)

如果不使用 `shell=True` 这个选项的，比如这里 `$HOME` 这个系统变量就无法正确翻译过来，如果实在需要 `home` 路径，需要使用 `os.path` 的 `expanduser` 函数。

getoutput 函数

取出某个进程命令的输出，返回的是字符串形式。

```
import subprocess
```

```
name=subprocess.getoutput('whoami')
```

```
print(name)
```

getstatusoutput 函数

某个进程执行的状态。

Popen 类

根据 **Popen** 类创建一个进程管理实例，可以进行进程的沟通，暂停，关闭等等操作。前面的函数的实现是基于 **Popen** 类的，这是较高级的课题，这里暂时略过。

collections 宏包

namedtuple 函数

`collections` 宏包里面的 `namedtuple` 函数将会产生一个有名字的数组的类，通过这个类可以新建类似的实例。比如：

code:18-1

```
from collections import namedtuple
```

```
Point3d=namedtuple('Point3d',['x','y','z'])
```

```
p1=Point3d(0,1,2)
```

```
print(p1)
```

```
print(p1[0],p1.z)
```

```
Point3d(x=0, y=1, z=2)
```

```
0 2
```

re 宏包

datetime 宏包

calendar 宏包

加上 GUI

具体内容请参看文件夹 **pyqt4** 指南。

常用的第三方宏包

setuptools 宏包

setuptools 宏包方便 python 用户快速分发自己写的 python 宏包，特别是对于那些对其他宏包有依存关系的宏包。

安装就是先安装 pip3:

```
sudo apt-get install python3-pip
```

然后通过 pip3 来安装 setuptools:

```
sudo pip3 install setuptools
```

sql 数据库技术

一个程序没有数据库哪有什么用处啊。

数据库有很多类型，比如 **sql** 为代表的关系数据库，在 **python** 中推荐 **sqlite3** 宏包，这个 **python3** 里面自带的标准模块，不过你的 **linux** 系统还是需要安装 **sqlite3** 命令行工具。也就是：

```
sudo apt-get install sqlite3
```

而在 **python** 中既要有 **sql** 的底层又要有良好的 **python** 语法接口，推荐使用 **sqlalchemy** 宏包。

numpy 宏包

安装

安装使用类似的语法：

```
sudo apt-get install python3-numpy
```

ndarray 对象

```
import numpy as np
x = np.array([1,2,3,4,5,6])
print(x)
type(x)
```

ndarray 元素的引用

语法和 `list` 对象中元素的引用类似。

多维 ndarray

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

shape 属性

ndarray 对象有一个 **shape** 属性，表示几行几列。

```
y.shape
```

dtype 属性

ndarray 对象有一个 **dtype** 属性，表示存储相同单元的数据类型。

dtype 属性还有小属性 **itemsizes**

```
In [1]: import numpy as np  
In [2]: a=np.arange(5)  
In [3]: a  
Out[3]: array([0, 1, 2, 3, 4])  
In [4]: a.dtype  
Out[4]: dtype('int32')  
In [5]: a.dtype.itemsize  
Out[5]: 4
```

in 语句

in 语句测量某元素是不是在这个 ndarray 对象中。

```
8 in y, 11 in y
```

reshape 方法

```
In [8]: ndarray001=np.arange(1,10).reshape(3,3)
```

```
In [9]: ndarray001
```

```
Out[9]:
```

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

copy 方法

ndarray 变成 list

类似 range 的 arange 函数

flatten 方法

resize 方法

transpose 方法

eye 方法

创造单位矩阵

```
In [10]: ndarray001=np.eye(3)
```

```
In [11]: ndarray001
```

```
Out[11]:
```

```
array([[ 1.,  0.,  0.],
       [ 0.,  1.,  0.],
       [ 0.,  0.,  1.]])
```

读写文件

```
In [10]: ndarray001=np.eye(3)
In [12]: np.savetxt("ndarray001.txt",ndarray001)
In [13]: x=np.loadtxt("ndarray001.txt")
In [14]: x
Out[14]:
array([[ 1.,  0.,  0.],
       [ 0.,  1.,  0.],
       [ 0.,  0.,  1.]])
```

其他

暂时还不知道分类的东东

matplotlib 加入中文

[参考网站](#)

matplotlib 棒状图上加上说明文字

[参考网站](#)

从 excel 中读取数据

xlrd 宏包

中文排序

[参考网站](#)

字典按值排序

字典按值排序: [参考网站](#)

for 语句的进阶

在 lisp 语言的 loop 宏中，还有很多高级应用，比如

collect 将迭代产生的所有信息收集到列表中。

summing 将迭代产生的所有信息加到一起。

count 跟着一个判断函数，每次迭代运行一次，然后记录得到的 True 即真值的情况的总数。

minimize 将每次迭代的结果进行比较，然后返回最小值。

maximize 同 minimize，返回最大值。

append 将每次迭代产生的列表 append 在一起。

那么在 python 中如何实现以上功能呢？

在这里最基本的是通过迭代语句产生一个列表，然后通过某些函数比如 minimize 对应 min 函数，maximize 对应 max 函数等对这个列表进行一些操作即可。

code:25-1

```
from random import *
def random_list_max(n):
    y=[randint(1,n) for x in range(1000)]
    list_count=[y.count(x) for x in range(1,n+1)]
    return list_count.index(max(list_count))+1

print(random_list_max(40))
```

1

原处修改对象的函数没有返回值

这个问题我就遇到过，这个原则一定要牢记在心！

```
>>> lst=[1,2,3]
>>> lst=lst.append(4)
>>> print(lst)
None
```
