数据容器

在 Python 中，有个**数据容器**（Container）的概念。

其中包括**字符串**、由 range() 函数生成的**等差数列**、**列表**（List）、**元组**（Tuple）、**集合**（Set）、**字典**（Dictionary）。

这些容器，各有各的用处。其中又分为*可变*容器（Mutable）和*不可变*容器（Immutable）。可变的有列表、集合、字典；不可变的有字符串、 range() 生成的等差数列、元组。集合，又分为 *Set* 和 *Frozen Set*；其中，Set 是*可变的*，Frozen Set 是*不可变的*。

字符串、由 range() 函数生成的等差数列、列表、元组是**有序类型**（Sequence Type），而集合与字典是*无序*的。

Containers in Python		
Sequence Type	Set	Map
String	*Set*	*Dictionary*
range()	*Frozen Set*	
List		
Tuple		
Bytes		
Immutable: background color, gray **Ordered**: font color, red		

另外，集合没有*重合*元素。

迭代（Iterate）

数据容器里的元素是可以被**迭代的**（Iterable），它们其中包含的元素，可以被逐个访问，以便被处理。

对于数据容器，有一个操作符， in ，用来判断某个元素是否属于某个容器。

由于数据容器的可迭代性，再加上这个操作符 in ，在 Python 语言里写循环格外容易且方便（以字符串这个字符的容器作为例子）：

In [1]:

```
for c in 'Python':
  print(c)
```

```
P
y
t
h
o
n
```

在 Python 出现之前，想要完成这样一个访问字符串中的每一个字符的循环，大抵上应该是这样的（比如 C 语言）：

```
# Written in C
char *string;

scanf("%s",string);
int i=strlen(string);
int k = 0;
while(k<i){
      printf("%c", string[k]);
      k++;
  }
```

在 Python 中，简单的 for 循环，只需要指定一个次数就可以了，因为有 range() 这个函数：

In [2]:

```
for i in range(10):
  print(i)
```

```
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
```

即便是用比 C 更为"现代"一点的 JavaScript，也大抵上应该是这样的：

```
var i;
for (i = 0; i < 10; i++) {
  console.log(i)
}
```

当然，有时候我们也需要比较复杂的计数器，不过，Python 也不只有 for 循环，还有 while 循环，在必要的时候可以写复杂的计数器。

列表（List）

列表和字符串一样，是个*有序类型*（Sequence Type）的容器，其中包含着有索引编号的元素。

列表中的元素可以是不同类型。不过，在解决现实问题的时候，我们总是倾向于创建由同一个类型的数据构成的列表。遇到由不同类型数据构成的列表，我们更可能做的是想办法把不同类型的数据分门别类地拆分出来，整理清楚 —— 这种工作甚至有个专门的名称与之关联：*数据清洗*。

列表的生成

生成一个列表，有以下几种方法：

```
a_list = []
b_list = [1, 2, 3]
list(), or list(literable)              # 这是 Type Casting
(expression with x) for x in iterable
```

In [3]:

```
a_list = []
a_list.append(1)
a_list.append(2)
print(a_list, f'has a length of {len(a_list)}.')

#range() 返回的不是 list，需要用 list() 转换，否则也没办法调用 .append()
b_list = list(range(1, 9))
b_list.append(11)
print(b_list, f'has a length of {len(b_list)}.')


c_list = [2**x for x in range(8)]
print(c_list, f'has a length of {len(c_list)}.')
```

```
[1, 2] has a length of 2.
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11] has a length of 9.
[1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128] has a length of 8.
```

这最后一种方法颇为神奇：

```
[2**x for x in range(8)]
```

这种做法，叫做 **List Comprehension (https://docs.python.org/3.7/tutorial/datastructures.html#tut-listcomps)**。

Comprehend 这个词的意思除了"理解"之外，还有另外一个意思，就是"包括、囊括" —— 这样的话，你就大概能理解这种做法为什么被称作 *List Comprehension* 了。中文翻译中，怎么翻译的都有，"列表生成器"、"列表生成式"等等，都挺好。但是，被翻译成"列表解析器"，就不太好了，给人的感觉是操作反了……

List comprehension 可以嵌套使用 for ，甚至可以加上条件 if 。官方文档里有个例子，是用来把两个元素并不完全相同的两个列表去同后拼成一个列表（下面稍作了改写）：

In [4]:

```
import random

n = 10

# 生成一个 n 个元素的序列，每个元素是 1~100 之间的随机数
a_list = [random.randrange(1, 100) for i in range(n)]
print(f'a_list comprehends {len(a_list)} random numbers: {a_list}')

# 从 a_list 里把偶数都挑出来
b_list = [x for x in a_list if x % 2 == 0]
print(f'... and it has {len(b_list)} even numbers: {b_list}')
```

```
a_list comprehends 10 random numbers: [98, 93, 84, 66, 58, 66, 9, 75,
11, 21]
... and it has 5 even numbers: [98, 84, 66, 58, 66]
```

列表的操作符

列表的操作符和字符串一样，因为它们都是有序容器。列表的操作符有：

> - 拼接： + （与字符串不一样的地方是，不能用空格了 ' '；
> - 复制： *
> - 逻辑运算： in 和 not in ， < 、 <= 、 > 、 >= 、 != 、 ==

而后两个列表也和两个字符串一样，可以被比较，即，可以进行逻辑运算；比较方法也跟字符串一样，从两个列表各自的第一个元素开始逐个比较，“一旦决出胜负马上停止”：

In [5]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

a_list = [1, 2, 3]
b_list = [4, 5, 6]
c_list = a_list + b_list * 3
c_list
7 not in c_list
a_list > b_list
```

Out[5]:

```
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 4, 5, 6, 4, 5, 6]
True
False
```

根据索引提取列表元素

列表当然也可以根据索引操作，但，由于列表是可变序列，所以，不仅可以提取，还可以删除，甚至替换。

In [1]:

```
import random
n = 3
a_list = [random.randrange(65, 91) for i in range(n)]
b_list = [chr(random.randrange(65, 91)) for i in range(n)]
print(a_list)
c_list = a_list + b_list + a_list * 2
print(c_list)

print()
# 根据索引提取（Slicing）
print(c_list[3])          # 返回索引值为 3 的元素值
print(c_list[:])          # 相当于 c_list，返回整个列表
print(c_list[5:])         # 从索引为 5 的值开始直到末尾
print(c_list[:3])         # 从索引 0 开始，直到索引 3 之前（不包括 3）
print(c_list[2:6])        # 从索引 2 开始，直到索引 6 之前（不包括 6）

print()
# 根据索引删除
del c_list[3]
print(c_list)             # del 是个命令，del c_list[3] 是一个语句；不能这么写： print(del
del c_list[5:8]
print(c_list)

print()
# 根据索引替换
c_list[1:5:2] = ['a', 2]  # s[start:stop:step] = t，跟 range 的三个参数类似；
                          # len(t) = len([start:stop:step]) 必须为真
print(c_list)
```

```
[77, 80, 86]
[77, 80, 86, 'E', 'U', 'J', 77, 80, 86, 77, 80, 86]

E
[77, 80, 86, 'E', 'U', 'J', 77, 80, 86, 77, 80, 86]
['J', 77, 80, 86, 77, 80, 86]
[77, 80, 86]
[86, 'E', 'U', 'J']

[77, 80, 86, 'U', 'J', 77, 80, 86, 77, 80, 86]
[77, 80, 86, 'U', 'J', 77, 80, 86]

[77, 'a', 86, 2, 'J', 77, 80, 86]
```

需要注意的地方是：**列表**（List）是可变序列，而**字符串**（str）是不可变序列，所以，对字符串来说，虽然也可以根据索引提取，但没办法根据索引删除或者替换。

In [4]:

```
s = 'Python'[2:5]
print(s)
del s[3]   # 这一句会报错
```

```
tho
```

```
---------------------------------------------------------------------------
-----
TypeError                                 Traceback (most recent call
 last)
<ipython-input-4-c9c999709965> in <module>
      1 s = 'Python'[2:5]
      2 print(s)
----> 3 del s[3]   # 这一句会报错

TypeError: 'str' object doesn't support item deletion
```

之前提到过：

> 字符串常量（String Literal）是不可变有序容器，所以，虽然字符串也有一些 Methods 可用，但，那些 Methods 都不改变它们自身，而是在操作后返回一个值给另外一个变量。

而对于列表这种*可变容器*，我们可以对它进行操作，结果是*它本身被改变了*。

In [1]:

```
s = 'Python'
L = list(s)
print(s)
print(L)
del L[2]
print(L) # 用 del 对 L 操作之后，L 本身少了 1 个元素
```

```
Python
['P', 'y', 't', 'h', 'o', 'n']
['P', 'y', 'h', 'o', 'n']
```

列表可用的内建函数

列表和字符串都是容器，它们可使用的内建函数也其实都是一样的：

> - len()
> - max()
> - min()

In [9]:

```
import random
n = 3

# 生成 3 个随机数，构成一个列表"
a_list = [random.randrange(65, 91) for i in range(n)]
b_list = [chr(random.randrange(65, 91)) for i in range(n)]
print(a_list)
print(b_list)

# 列表可以使用操作符 + 和 *
c_list = a_list + b_list + a_list * 2
print(c_list)

a_list *= 3
print(a_list)

# 内建函数操作 len()、max()、min()
print(len(c_list))
print(max(b_list)) # 内建函数内部做了异常处理，可以比较字符和数字 -- 初学者最讨厌这种事情了……
print(min(b_list))

print('X' not in b_list)
```

```
[66, 70, 72]
['Q', 'W', 'G']
[66, 70, 72, 'Q', 'W', 'G', 66, 70, 72, 66, 70, 72]
[66, 70, 72, 66, 70, 72, 66, 70, 72]
12
W
G
True
```

Methods

字符串常量和 range() 都是不可变的（Imutable）；而列表则是**可变类型**（Mutable type），所以，它最起码可以被排序 —— 使用 sort() Method：

In [10]:

```
import random
n = 10
a_list = [random.randrange(1, 100) for i in range(n)]
print(f'a_list comprehends {len(a_list)} random numbers:\n', a_list)

a_list.sort()
print('the list sorted:\n', a_list)

a_list.sort(reverse=True) #reverse 参数，默认是 False
print('the list sorted reversely:\n', a_list)
```

```
a_list comprehends 10 random numbers:
 [78, 49, 36, 68, 99, 99, 47, 56, 73, 21]
the list sorted:
 [21, 36, 47, 49, 56, 68, 73, 78, 99, 99]
the list sorted reversely:
 [99, 99, 78, 73, 68, 56, 49, 47, 36, 21]
```

如果列表中的元素全都是由字符串构成的，当然也可以排序：

In [11]:

```
import random
n = 10

a_list = [chr(random.randrange(65, 91)) for i in range(n)]
# chr() 函数会返回指定 ascii 码的字符，ord('A') 是 65
print(f'a_list comprehends {len(a_list)} random string elements:\n', a_list)

a_list.sort()
print('the list sorted:\n', a_list)

a_list.sort(reverse=True) #reverse 参数，默认是 False
print('the list sorted reversely:\n', a_list)

print()

b_list = [chr(random.randrange(65, 91)) +\
            chr(random.randrange(97, 123))\
            for i in range(n)]
# 可以在行末加上 \ 符号，表示“该行未完待续……”

print(f'b_list comprehends {len(b_list)} random string elements:\n', b_list)

b_list.sort()
print('the sorted:\n', b_list)

b_list.sort(key=str.lower, reverse=True)
# key 参数，默认是 None
# key=str.lower 的意思是，在比较的时候，先全都转换成小写再比较……
# —— 但并不改变原有值
print('the sorted reversely:\n', b_list)
```

```
a_list comprehends 10 random string elements:
 ['O', 'W', 'Z', 'I', 'R', 'H', 'G', 'L', 'W', 'L']
the list sorted:
 ['G', 'H', 'I', 'L', 'L', 'O', 'R', 'W', 'W', 'Z']
the list sorted reversely:
 ['Z', 'W', 'W', 'R', 'O', 'L', 'L', 'I', 'H', 'G']

b_list comprehends 10 random string elements:
 ['Ax', 'Uh', 'Gg', 'Co', 'Zh', 'Wi', 'Di', 'Is', 'Hu', 'Br']
the sorted:
 ['Ax', 'Br', 'Co', 'Di', 'Gg', 'Hu', 'Is', 'Uh', 'Wi', 'Zh']
the sorted reversely:
 ['Zh', 'Wi', 'Uh', 'Is', 'Hu', 'Gg', 'Di', 'Co', 'Br', 'Ax']
```

注意：不能乱比较…… 被比较的元素应该是同一类型 —— 所以，不是由同一种数据类型元素构成的列表，不能使用 sort() Method。下面的代码会报错：

In [12]:

```
a_list = [1, 'a', 'c']
a_list = a_list.sort() # 这一句会报错
```

```
---------------------------------------------------------------------
-----
TypeError                                 Traceback (most recent call
 last)
<ipython-input-12-acb9480a455d> in <module>
      1 a_list = [1, 'a', 'c']
----> 2 a_list = a_list.sort() # 这一句会报错

TypeError: '<' not supported between instances of 'str' and 'int'
```

可变序列还有一系列可用的 **Methods**： a.append() ， a.clear() ， a.copy() ， a.extend(t) ， a.insert(i ， x) ， a.pop([i]) ， a.remove(x) ， a.reverse() ……

In [7]:

```
import random
n = 3
a_list = [random.randrange(65, 91) for i in range(n)]
b_list = [chr(random.randrange(65, 91)) for i in range(n)]
print(a_list)
c_list = a_list + b_list + a_list * 2
print(c_list)

# 在末尾追加一个元素
c_list.append('100')
print(c_list)

# 清空序列
print()
print(a_list)
a_list.clear()
print(a_list)

print()
# 拷贝一个列表
d_list = c_list.copy()
print(d_list)
del d_list[6:8]
print(d_list)
print(c_list)               # 对一个拷贝操作，不会更改“原件”

print()
# 演示拷贝 .copy() 与赋值 = 的不同
e_list = d_list
del e_list[6:8]
print(e_list)
print(d_list)               # 对 e_list 操作，相等于对 d_list 操作

# 在末尾追加一个列表
print()
print(a_list)
a_list.extend(c_list)       # 相当于 a_list += c_list
print(a_list)

# 在某索引位置插入一个元素
print()
print(a_list)
a_list.insert(1, 'example')    # 在索引 1 的位置插入 'example'
a_list.insert(3, 'example')    # 在索引 3 的位置插入 'example';
print(a_list)

# 排序

# a_list.sort() 这一句会出错，因为当前列表中的元素，是 int 和 str 混合的。

print()
```

```
print(a_list)
a_list.reverse()
print(a_list)
x = a_list.reverse() # reverse() 只对当前序列操作，并不返回一个逆序列表；返回值是 None
print(x)
```

```
[88, 83, 78]
[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 88, 83, 78, 88, 83, 78]
[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 88, 83, 78, 88, 83, 78, '100']

[88, 83, 78]
[]

[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 88, 83, 78, 88, 83, 78, '100']
[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 78, 88, 83, 78, '100']
[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 88, 83, 78, 88, 83, 78, '100']

[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 83, 78, '100']
[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 83, 78, '100']

[]
[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 88, 83, 78, 88, 83, 78, '100']

[88, 83, 78, 'A', 'C', 'L', 88, 83, 78, 88, 83, 78, '100']
[88, 'example', 83, 'example', 78, 'A', 'C', 'L', 88, 83, 78, 88, 83,
78, '100']

[88, 'example', 83, 'example', 78, 'A', 'C', 'L', 88, 83, 78, 88, 83,
78, '100']
['100', 78, 83, 88, 78, 83, 88, 'L', 'C', 'A', 78, 'example', 83, 'exa
mple', 88]
None
```

有一个命令、两个 Methods 与删除单个元素相关联， del ， a.pop[i] ， a.remove(x) ，请注意它们之间的区别。

In [14]:

```
import random
n = 3
a_list = [random.randrange(65, 91) for i in range(n)]
print(a_list)

# 插入
print()
a_list.insert(1, 'example')    # 在索引 1 的位置插入 'example'

# 删除
print()
print(a_list)
a_list.remove('example')       # 去除 'example' 这个元素，如果有多个 'example'，只删除第一
print(a_list)

# pop() 删除并返回被删除的值

print()
print(a_list)
p = a_list.pop(2)       # 去除索引为 2 的元素，且返回元素的值，赋值给 p
print(a_list)
print(p)

# pop() 与 del，或者 remove() 的区别
print()
a_list.insert(2, 'example')
a_list.insert(2, 'example')
print(a_list)
del a_list[2]
print(a_list)

print()
print(a_list.remove('example')) # a_list.remove() 这个方法的返回值是 None
print(a_list)
```

```
[86, 69, 81]


[86, 'example', 69, 81]
[86, 69, 81]

[86, 69, 81]
[86, 69]
81

[86, 69, 'example', 'example']
[86, 69, 'example']

None
[86, 69]
```

小结

看起来是个新概念，例子全部读完也很是要花上一段时间，然而，从操作上来看，操作列表和操作字符串的差异并不大，重点在于一个是 Immutable，另外一个是 Mutable，所以，例如像 a.sort() ， a.remove() 这样的事儿，列表能做，字符串不能做 —— 字符串也可以排序，但，那是排序之后返回给另外一个变量；而列表可以直接改变自身……

而整理成表格之后呢，理解与记忆真的是零压力：

列表的操作符、函数、与 Methods

生成	a = []	a = [1, 2, 3]	(expression with x) for x in iterable			
操作	+	*	in	not in	>、>=、<、<=、==、!=	
提取	a[index]	a[start:]	a[:stop]	a[start:stop]		
可使用的内建函数	len()	min()	max()	del()		
将其他类型转换为列表	list()					
排序	a.sort()	a.reverse()				
删除	del()	a.remove()	a.pop()			
加入	a.insert(i, x)	a.append()	a.extend(t)			
复制	a.copy()					
清除	a = []	a.clear()				

元组（Tuple）

在完整掌握列表的创建与操作之后，再理解元组（Tuple）就容易了，因为它们之间的主要区别只有两个：

> - List 是*可变*有序容器，Tuple 是*不可变*有序容器。
> - List 用*方括号*标识 [] ，Tuple 用*圆括号* 标识 () 。

创建一个元组的时候，用圆括号：

```
a = ()
```

这样就创建了一个空元组。

多个元素之间，用 ， 分离。

创建一个含多个元素的元组，可以省略这个括号。

In [15]:

```
a = 1, 2, 3    # 不建议这种写法
b = (1, 2, 3) # 在创建元组的时候建议永远不省略圆括号.....
print(a)
print(b)
a == b
```

```
(1, 2, 3)
(1, 2, 3)
```

Out[15]:

```
True
```

注意：创建单个元素的元组，无论是否使用圆括号，在那唯一的元素后面一定要*补上一个逗号* ，：

In [16]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

a = 2, # 注意这个末尾的逗号 ， 它使得 a 变量被定义为一个元组，而不是数字
a

b = 2  # 整数，赋值
b

c = (2) # 不是元组
c
type(c) # 还是 int

d = (2,) # 这才是元组
d
a == d
```

Out[16]:

```
(2,)
```

Out[16]:

```
2
```

Out[16]:

```
2
```

Out[16]:

```
int
```

Out[16]:

```
(2,)
```

Out[16]:

```
True
```

元组是不可变序列，所以，你没办法从里面删除元素。

但是，你可以在末尾追加元素。所以，严格意义上，对元组来讲，“不可变”的意思是说，“**当前已有部分不可变**”.....

In [17]:

```
a = 1,
print(a)
print(id(a))
a += 3, 5
print(a)
print(id(a)) # id 并不相同 —— 实际上是在内存中另外新创建了一个元组.....
```

```
(1,)
4339120112
(1, 3, 5)
4338763312
```

初学者总是很好奇 List 和 Tuple 的区别。首先是使用场景，在将来需要更改的时候，创建 List ；在将来不需要更改的时候，创建 Tuple。其次，从计算机的角度来看，Tuple 相对于 List 占用更小的内存。

In [18]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

n = 10000 #@param {type:"number"}
a = range(n)
b = tuple(a) # 把 a 转换成元组
c = list(a) # 把 a 转换成列表
a.__sizeof__()
b.__sizeof__()
c.__sizeof__()
```

Out[18]:

```
48
```

Out[18]:

```
80024
```

Out[18]:

```
90088
```

等你了解了 Tuple 的标注方法，你就会发现， range() 函数返回的等差数列就是一个 Tuple —— range(6) 就相当于 (0, 1, 2, 3, 4, 5) 。

集合（Set）

集合（Set）这个容器类型与列表不同的地方在于，首先它*不包含重合元素*，其次它是*无序*的；进而，集合又分为两种，Set，*可变的*，Frozen Set，*不可变的*。

创建一个集合，用**花括号** {} 把元素括起来，用 ， 把元素隔开：

In [19]:

```
primes = {2, 3, 5, 7, 11, 13, 17}
primes
```

Out[19]:

```
{2, 3, 5, 7, 11, 13, 17}
```

创建

注意：创建空集合的时候，必须用 set() ，而不能用 {}：

In [20]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

a = {} # 注意这样创建的是一个 dict（字典），而不是 set 集合
b = set() # 这样创建的才是空集合
type(a)
type(b)
```

Out[20]:

```
dict
```

Out[20]:

```
set
```

也可以将序列数据转换（Casting）为集合。转换后，返回的是一个已**去重**的集合。

In [21]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

a = "abcabcdeabcdbcdef"
b = range(10)
c = [1, 2, 2, 3, 3, 1]
d = ('a', 'b', 'e', 'b', 'a')
set(a)
set(b)
set(c)
set(d)
```

Out[21]:

```
{'a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f'}
```

Out[21]:

```
{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}
```

Out[21]:

```
{1, 2, 3}
```

Out[21]:

```
{'a', 'b', 'e'}
```

Set 当然也可以进行 *Comprehension* :

In [22]:

```
a = "abcabcdeabcdbcdef"
b = {x for x in a if x not in 'abc'}
b
```

Out[22]:

```
{'d', 'e', 'f'}
```

操作

将序列类型数据转换成 Set，就等于**去重**。当然，也可以用 in 来判断某个元素是否属于这个集合。 copy() 、 len() 、 max() 、 min() ，也都可以用来操作 Set，但 del 却不行 —— 因为 Set 中的元素没有索引（它不是有序容器）。从 Set 里删除元素，得用 set.remove(elem) 方法；而 Frozen Set 是不可变的，所以不能用 set.remove(elem) 方法操作。

对于集合，有相应的操作符对它们可以进行集合运算：

> - 并集： |
> - 交集： &
> - 差集： -
> - 对称差集： ^

之前用 set('abcabcdeabcdbcdef') 作为简单例子还凑合能用；但，这样对读者无意义的集合，无助于进一步的理解。

事实上，每种数据结构（Data Structures —— 在这一章里，我们一直用的概念是"容器"，其实是指同一事物的两种称呼）都有自己的应用场景。比如，当我们需要管理很多用户时，集合就可以派上很大用场。

假定两个集合中有些人是 admins，所有人都是 moderators：

```
admins = {'Moose', 'Joker', 'Joker'}
moderators = {'Ann', 'Chris', 'Jane', 'Moose', 'Zero'}
```

那么：

In [23]:

```
admins = {'Moose', 'Joker', 'Joker'}
moderators = {'Ann', 'Chris', 'Jane', 'Moose', 'Zero'}

admins                  # 去重自动完成
'Joker' in admins       # Joker 是否是 admins？
'Joker' in moderators   # Joker 是否是 moderator？
admins | moderators     # admins、 moderator，或者身兼两职的，即，两个角色中的所有人 in adm
admins & moderators     # 既是 admins 又是 moderator 的都有谁？ in both admins and model
admins - moderators     # 是 admins 但不是 moderator 的都有谁？ in admins but not in mod
admins ^ moderators     # admins 和 moderator 中不是身兼两职的都有谁？in admins or users
```

Out[23]:

```
{'Joker', 'Moose'}
```

Out[23]:

```
True
```

Out[23]:

```
False
```

Out[23]:

```
{'Ann', 'Chris', 'Jane', 'Joker', 'Moose', 'Zero'}
```

Out[23]:

```
{'Moose'}
```

Out[23]:

```
{'Joker'}
```

Out[23]:

```
{'Ann', 'Chris', 'Jane', 'Joker', 'Zero'}
```

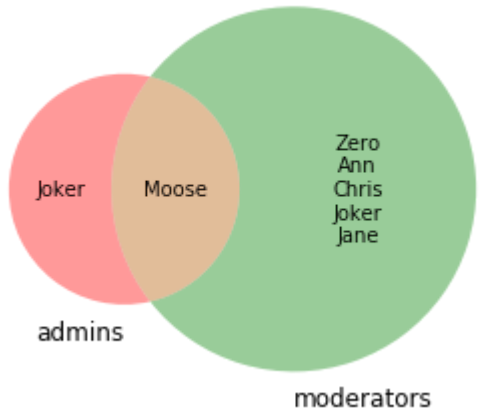
In [2]:

```
# 这个 cell 集合运算图示需要安装 matplotlib 和 matplotlib-venn
# !pip install matplotlib
# !pip install matplotlib-venn
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib_venn import venn2

admins = {'Moose', 'Joker', 'Joker'}
moderators = {'Ann', 'Chris', 'Jane', 'Moose', 'Zero'}

v = venn2(subsets=(admins, moderators), set_labels=('admins', 'moderators'))
v.get_label_by_id('11').set_text('\n'.join(admins & moderators))
v.get_label_by_id('10').set_text('\n'.join(admins - moderators))
v.get_label_by_id('01').set_text('\n'.join(admins ^ moderators))

plt.show()
```



以上的操作符，都有另外一个版本，即，用 Set 这个类的方法完成。

意义	操作符	方法	方法相当于
并集	|	set.union(*others)	set | other | ...
交集	&	set.intersection(*others)	set & other & ...
差集	-	set.difference(*others)	set - other - ...
对称差集	^	set.symmetric_difference(other)	set ^ other

注意，并集、交集、差集的方法，可以接收多个集合作为参数（*other），但对称差集方法只接收一个参数（other）。

对于集合，推荐更多使用方法而不是操作符的主要原因是：更易读 —— 对人来说，因为有意义、有用处的代码终将需要人去维护。

In [25]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

admins = {'Moose', 'Joker', 'Joker'}
moderators = {'Chris', 'Moose', 'Jane', 'Zero'}

admins.union(moderators)
admins.intersection(moderators)
admins.difference(moderators)
admins.symmetric_difference(moderators)
```

Out[25]:

```
{'Chris', 'Jane', 'Joker', 'Moose', 'Zero'}
```

Out[25]:

```
{'Moose'}
```

Out[25]:

```
{'Joker'}
```

Out[25]:

```
{'Chris', 'Jane', 'Joker', 'Zero'}
```

逻辑运算

两个集合之间可以进行逻辑比较，返回布尔值。

set == **other**

> True : set 与 other 相同

set != **other**

> True : set 与 other 不同

isdisjoint(*other*)

> True : set 与 other 非重合；即， set & other == None

issubset(*other*)，**set** <= **other**

> True : set 是 other 的子集

set < **other**

> True : set 是 other 的真子集，相当于 set <= other && set != other

issuperset(*other*)，**set** >= **other**

> True : set 是 other 的超集

set > **other**

> True : set 是 other 的真超集，相当于 set >= other && set != other

更新

对于集合，有以下更新它自身的方法：

add(*elem*)

> 把 elem 加入集合

remove(*elem*)

> 从集合中删除 elem；如果集合中不包含该 elem，会产生 KeyError 错误。

discard(*elem*)

> 如果该元素存在于集合中，删除它。

pop(*elem*)

> 从集合中删除 elem，并返回 elem 的值，针对空集合做此操作会产生 KeyEroor 错误。

clear() 从集合中删除所有元素。

set.update(**others*) ，相当于 set |= other | ...

> 更新 set, 加入 others 中的所有元素；

set.intersection_update(**others*)，相当于 set &= other & ...

> 更新 set, 保留同时存在于 set 和所有 others 之中的元素；

set.difference_update(**others*)，相当于 set -= other | ...

> 更新 set, 删除所有在 others 中存在的元素；

set.symmetric_difference_update(*other*)，相当于 set ^= other

> 更新 set, 只保留存在于 set 或 other 中的元素，但不保留同时存在于 set 和 other 中的元素；**注意**，*该方法只接收一个参数*。

冻结集合

还有一种集合，叫做冻结集合（Frozen Set），Frozen Set 之于 Set，正如 Tuple 之于 List，前者是不可变容器（Immutable），后者是可变容器（Mutable），无非是为了节省内存使用而设计的类别。

有空去看看这个链接就可以了：

> https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#frozenset (https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#frozenset)

字典（Dictionary）

Map 是容器中的单独一类，**映射**（Map）容器。映射容器只有一种，叫做**字典**（Dictionary）。先看一个例子：

In [26]:

```
phonebook = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225}
phonebook
```

Out[26]:

```
{'ann': 6575, 'bob': 8982, 'joe': 2598, 'zoe': 1225}
```

字典里的每个元素，由两部分组成，*key*（键）和 *value*（值），二者由一个冒号连接。

比如，'ann':6575 这个字典元素，*key* 是 'ann'，*value* 是 6575。

字典直接使用 *key* 作为索引，并映射到与它匹配的 *value*：

In [27]:

```
phonebook = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225}
phonebook['bob']
```

Out[27]:

```
8982
```

在同一个字典里，*key* 都是唯一的。当创建字典的时候，如果其中有重复的 *key* 的话，就跟 Set 那样会"**自动去重**" —— 保留的是众多重复的 *key* 中的最后一个 *key:value*（或者说，最后一个 *key:value* "之前那个 *key* 的 *value* 被**更新**了"。字典这个数据类型之所以叫做 Map（映射），是因为字典里的 *key* 都映射且只映射一个对应的 *value*。

In [28]:

```
phonebook = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}
phonebook
```

Out[28]:

```
{'ann': 6585, 'bob': 8982, 'joe': 2598, 'zoe': 1225}
```

在已经了解如何操作列表之后，再去理解字典的操作，其实没什么难度，无非就是字典多了几个 Methods。

提蓄一下自己的耐心，把下面的若干行代码都仔细阅读一下，猜一猜输出结果都是什么？

字典的生成

In [29]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

aDict = {}
bDict = {'a':1, 'b':2, 'c':3}
aDict
bDict
```

Out[29]:

```
{}
```

Out[29]:

```
{'a': 1, 'b': 2, 'c': 3}
```

更新某个元素

In [30]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

phonebook1 = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}

phonebook1['joe']
phonebook1['joe'] = 5802
phonebook1
phonebook1['joe']
```

Out[30]:

```
2598
```

Out[30]:

```
{'ann': 6585, 'bob': 8982, 'joe': 5802, 'zoe': 1225}
```

Out[30]:

```
5802
```

添加元素

In [31]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

phonebook1 = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}
phonebook2 = {'john':9876, 'mike':5603, 'stan':6898, 'eric':7898}

phonebook1.update(phonebook2)
phonebook1
```

Out[31]:

```
{'ann': 6585,
 'bob': 8982,
 'joe': 2598,
 'zoe': 1225,
 'john': 9876,
 'mike': 5603,
 'stan': 6898,
 'eric': 7898}
```

删除某个元素

In [6]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

phonebook1 = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}

del phonebook1['ann']
phonebook1
```

Out[6]:

```
{'bob': 8982, 'joe': 2598, 'zoe': 1225}
```

逻辑操作符

In [33]:

```
phonebook1 = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}

'ann' in phonebook1

phonebook1.keys()
'stan' in phonebook1.keys()

phonebook1.values()
1225 in phonebook1.values()

phonebook1.items()
('stan', 6898) in phonebook1.items()
```

Out[33]:

```
True
```

Out[33]:

```
dict_keys(['ann', 'bob', 'joe', 'zoe'])
```

Out[33]:

```
False
```

Out[33]:

```
dict_values([6585, 8982, 2598, 1225])
```

Out[33]:

```
True
```

Out[33]:

```
dict_items([('ann', 6585), ('bob', 8982), ('joe', 2598), ('zoe', 122
5)])
```

Out[33]:

```
False
```

可用来操作的内建函数

In [34]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

phonebook1 = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}
phonebook2 = {'john':9876, 'mike':5603, 'stan':6898, 'eric':7898}
phonebook1.update(phonebook2)

len(phonebook1)
max(phonebook1)
min(phonebook1)
list(phonebook1)
tuple(phonebook1)
set(phonebook1)
sorted(phonebook1)
sorted(phonebook1, reverse=True)
```

Out[34]:

```
8
```

Out[34]:

```
'zoe'
```

Out[34]:

```
'ann'
```

Out[34]:

```
['ann', 'bob', 'joe', 'zoe', 'john', 'mike', 'stan', 'eric']
```

Out[34]:

```
('ann', 'bob', 'joe', 'zoe', 'john', 'mike', 'stan', 'eric')
```

Out[34]:

```
{'ann', 'bob', 'eric', 'joe', 'john', 'mike', 'stan', 'zoe'}
```

Out[34]:

```
['ann', 'bob', 'eric', 'joe', 'john', 'mike', 'stan', 'zoe']
```

Out[34]:

```
['zoe', 'stan', 'mike', 'john', 'joe', 'eric', 'bob', 'ann']
```

常用 Methods

In [35]:

```
from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell
InteractiveShell.ast_node_interactivity = "all"

phonebook1 = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}
phonebook2 = {'john':9876, 'mike':5603, 'stan':6898, 'eric':7898}

phonebook3 = phonebook2.copy()
phonebook3

phonebook3.clear()
phonebook3

phonebook2                          # .copy() 的“原件”不会发生变化

p = phonebook1.popitem()
p
phonebook1

p = phonebook1.pop('adam', 3538)
p
phonebook1

p = phonebook1.get('adam', 3538)
p
phonebook1

p = phonebook1.setdefault('adam', 3538)
p
phonebook1
```

Out[35]:

```
{'john': 9876, 'mike': 5603, 'stan': 6898, 'eric': 7898}
```

Out[35]:

```
{}
```

Out[35]:

```
{'john': 9876, 'mike': 5603, 'stan': 6898, 'eric': 7898}
```

Out[35]:

```
('zoe', 1225)
```

Out[35]:

```
{'ann': 6585, 'bob': 8982, 'joe': 2598}
```

Out[35]:

```
3538
```

Out[35]:

```
{'ann': 6585, 'bob': 8982, 'joe': 2598}
```

Out[35]:

```
3538
```

Out[35]:

```
{'ann': 6585, 'bob': 8982, 'joe': 2598}
```

Out[35]:

```
3538
```

Out[35]:

```
{'ann': 6585, 'bob': 8982, 'joe': 2598, 'adam': 3538}
```

迭代各种容器中元素

我们总是有这样的需求：对容器中的元素逐一进行处理（运算）。这样的时候，我们就用 for 循环去迭代它们。

对于迭代 range() 和 list 中的元素我们已经很习惯了：

In [36]:

```
for i in range(3):
    print(i)
```

```
0
1
2
```

In [37]:

```
for i in [1, 2, 3]:
    print(i)
```

```
1
2
3
```

迭代的同时获取索引

有时，我们想同时得到有序容器中的元素及其索引，那么可以调用 enumerate() 函数来帮我们：

In [38]:

```
s = 'Python'
for i, c in enumerate(s):
    print(i, c)
```

```
0 P
1 y
2 t
3 h
4 o
5 n
```

In [39]:

```
for i, v in enumerate(range(3)):
    print(i, v)
```

```
0 0
1 1
2 2
```

In [40]:

```
L = ['ann', 'bob', 'joe', 'john', 'mike']
for i, L in enumerate(L):
    print(i, L)
```

```
0 ann
1 bob
2 joe
3 john
4 mike
```

In [41]:

```
t = ('ann', 'bob', 'joe', 'john', 'mike')
for i, t in enumerate(t):
    print(i, t)
```

```
0 ann
1 bob
2 joe
3 john
4 mike
```

迭代前排序

可以用 sorted() 和 reversed() 在迭代前先排好序：

In [42]:

```
t = ('bob', 'ann', 'john', 'mike', 'joe')
for i, t in enumerate(sorted(t)):
    print(i, t)
```

```
0 ann
1 bob
2 joe
3 john
4 mike
```

In [43]:

```
t = ('bob', 'ann', 'john', 'mike', 'joe')
for i, t in enumerate(sorted(t, reverse=True)):
    print(i, t)
```

```
0 mike
1 john
2 joe
3 bob
4 ann
```

In [44]:

```
t = ('bob', 'ann', 'john', 'mike', 'joe')
for i, t in enumerate(reversed(t)):
    print(i, t)
```

```
0 joe
1 mike
2 john
3 ann
4 bob
```

同时迭代多个容器

可以在 zip() 这个函数的帮助下，同时迭代两个或者两个以上的容器中的元素（这样做的前提是，多个容器中的元素数量最好相同）：

In [1]:

```
chars='abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'
nums=range(1, 27)
for c, n in zip(chars, nums):
    print(f"Let's assume {c} represents {n}.")
```

```
Let's assume a represents 1.
Let's assume b represents 2.
Let's assume c represents 3.
Let's assume d represents 4.
Let's assume e represents 5.
Let's assume f represents 6.
Let's assume g represents 7.
Let's assume h represents 8.
Let's assume i represents 9.
Let's assume j represents 10.
Let's assume k represents 11.
Let's assume l represents 12.
Let's assume m represents 13.
Let's assume n represents 14.
Let's assume o represents 15.
Let's assume p represents 16.
Let's assume q represents 17.
Let's assume r represents 18.
Let's assume s represents 19.
Let's assume t represents 20.
Let's assume u represents 21.
Let's assume v represents 22.
Let's assume w represents 23.
Let's assume x represents 24.
Let's assume y represents 25.
Let's assume z represents 26.
```

迭代字典中的元素

In [46]:

```
phonebook1 = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}

for key in phonebook1:
    print(key, phonebook1[key])
```

```
ann 6585
bob 8982
joe 2598
zoe 1225
```

In [47]:

```
phonebook1 = {'ann':6575, 'bob':8982, 'joe':2598, 'zoe':1225, 'ann':6585}

for key, value in phonebook1.items():
    print(key, value)
```

```
ann 6585
bob 8982
joe 2598
zoe 1225
```

总结

这一章的内容，只不过是"多"而已，一旦逻辑关系理顺，就会觉得很简单。而这一章的开头，已经是最好的总结了。

最后需要补充的，只是两个参考链接，以后有什么搞不明白的地方，去那里翻翻就能找到答案：

> - https://docs.python.org/3/tutorial/datastructures.html#dictionaries (https://docs.python.org/3/tutorial/datastructures.html#dictionaries)
> - https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#typesmapping (https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#typesmapping)