人工智能实验

2022年春季

实验课程安排（暂定）

周次	课上	课下	重要时间节点
1	Python程序设计基础 I	实验1-1	
2	Python程序设计基础 II	实验1-2	
3	归结推理	实验2-1	实验1提交
4	知识图谱	实验2-2	
5	Prolog简介	实验2-3	
6	盲目搜索	实验3-1	实验2提交
7	启发式搜索	实验3-2	
8	博弈树搜索	实验4-1	实验3提交
9	高级搜索算法	实验4-2	
10	/		

6~7个实验板块，一般每个板块收一次实验代码，写一份实验报告

实验课程安排（暂定）

周次	课上	课下	重要时间节点
11	贝叶斯网络	实验5-1	实验4提交
12	机器学习 I	实验5-2	
13	机器学习 II	实验5-3	
14	机器学习 III	实验6-1	实验5提交
15	机器学习 IV	实验6-2	
16	智能规划	实验7	实验6提交
17	复习		实验7提交
18	操作考试		
19	期末验收		操作报告提交

实验成绩评定方法（暂定）：
实验成绩（100%） = 平时成绩（80%） + 操作考试（20%）
平时成绩（100%） = 考勤与课堂表现（15%） + 平时实验（85%）

参考资料与建议阅读

- 《Python编程：从入门到实践》
- 《人工智能（第3版）》附录A
- 超算习堂-在线实训
- https://www.python.org
- https://www.runoob.com/python3/python3-tutorial.html

目录

目录

什么是Python

Life is short, you need Python.
by Bruce Eckel

- 一种编程语言
  - 开发效率高：清晰简洁的语法结构，更贴近自然语言；开发生态好…
  - 运行效率慢：语句需实时解释；变量的数据类型是动态的…[1]

- 优越的AI生态：有很多可以在AI中使用的库
  - 数据分析与计算：numpy、scipy、pandas
  - 机器学习：scikit-learn
  - 深度学习：pytorch、tensorflow、keras
  - 特定应用领域（如文本挖掘）：gensim
  - …

[1] 为什么 Python 这么慢？https://zhuanlan.zhihu.com/p/47795989

Hello World程序与运行

- Hello World程序

```
print("Hello World!")
```

```
Hello World!
```

  - 注意：一行为一条语句，而不是分号分隔

- 由Python解释器运行
  - 命令行运行：直接运行语句
  - 命令行运行：运行.py文件
  - 文本编辑器或IDE运行.py文件

安装：Windows

- 1. 访问Python官网：https://www.python.org/，下载安装包；
- 2. 使用安装包进行安装，并在运行时勾选：Add Python to PATH；
  - 否则，你需要手动配置环境变量
- 3. 安装完成，打开终端输入如下命令，验证是否成功安装：
  - python --version

- ▲. 若无文本编辑器或IDE，建议安装。
  - 文本编辑器，如Geany、Sublime Text；
  - IDE，如Pycharm、VS Code；

Hello World程序：注释

1-1.py

- 井号（#）注释单行
- 三个单/双引号注释多行

```
# My first Python program

'''
a Hello World program
'''

"""
print a Hello World message
"""

print("Hello World!")
```

Hello World程序：变量

- 用一个变量存储字符串”Hello World!”

```
message = "Hello World!"
print(message)
```

- Python是动态类型语言，变量不需要声明类型
- 变量名
  - 变量名只能包括字母、数字和下划线;
  - 变量名不能以数字开头，不能包含空格;
  - Python关键字和函数名最好不要用作变量名。

Hello World程序：输出

1-2.py

- print函数
  - 输入参数为要打印的对象；
  - 可接收一个或多个参数；
  - sep参数，默认值为” ”（即多个输出内容之间，默认由空格分开）；
  - end参数，默认值为”\n”（即print后默认换行）。

- 多条消息的输出

```
message_1 = "Hello World!"
message_2 = 2022
print(message_1, message_2)
print(message_1, message_2, sep= "AI", end="SYSU")
```

```
Hello World! 2022
Hello World!AI2022SYSU
```

Hello World程序：用户输入

1-3.py

- 接收来自用户的输入

```
message_1 = “Hello!”
message_2 = input(“Please enter a message:\n”)
print(“Greeting:”, message_1, message_2)
```

```
Please enter a message:
SYSU
Greeting: Hello! SYSU
```

- input函数
  - 输入参数（可选）：提示字符串
  - 返回值：字符串

初识Python：小结

- Python基本概念、安装与配置
- Hello World程序与运行
- 注释
- 变量
- 输出函数print()
- 输入函数input()

练习：初识Python

- 在你的电脑上配置你的Python开发环境，并运行Hello World程序
- 编写一个程序，该程序打印用户输入的内容

目录

简单/基本数据类型

- 数字
  - 整数
  - 浮点数
  - 布尔值：True / False （注意大写）
    - int(True)返回1，int(False)返回0
- 字符串
- ※空值：

```
a = None
```

数字：整数

- 加（+）、减（-）、乘（*）、除（/）、整除（//）、幂（**）、模（%）

```
>>> 2 + 3
5
>>> 3 - 2
1
>>> 2 * 3
6
```

```
>>> 2 + 3 * 4
14
>>> (2 + 3) * 4
20
```

```
>>> 3 / 2
1.5
>>> 3 // 2
1
>>> 4 / 2
2.0
>>> 4 // 2
2
```

向下取整

```
>>> 3 ** 2
9
>>> 3 ** 3
27
>>> 10 ** 6
1000000
>>> 5 % 3
2
```

数字：浮点数

- 加（+）、减（-）、乘（*）、除（/）、整除（//）、幂（**）
- 但要注意的是，结果包含的小数位数可能是不确定的：

```
>>> 0.2 + 0.1
0.30000000000000004
>>> 3 * 0.1
0.30000000000000004
```

- 保留k位小数四舍五入：round(x, k)

```
>>> 5 / 3
1.6666666666666667
>>> 5 // 3
1
>>> round(5 / 3)
2
>>> round(5 / 3, 2)
1.67
```

数字：函数

- 绝对值
  - abs(a)
- 最大值、最小值
  - max(a, b)
  - min(a, b)
- math模块：用“import math”导入
  - math.floor(a)
  - math.ceil(a)
  - …

```
>>> a = -1.5
>>> b = 3.25
>>>
>>> abs(a)
1.5
>>> max(a, b)
3.25
>>> min(a, b)
-1.5
>>>
>>> import math
>>> math.floor(a)
-2
>>> math.ceil(a)
-1
```

i += 1

运算符	描述	实例
=	简单的赋值运算符	c = a + b 将 a + b 的运算结果赋值为 c
+=	加法赋值运算符	c += a 等效于 c = c + a
-=	减法赋值运算符	c -= a 等效于 c = c - a
*=	乘法赋值运算符	c *= a 等效于 c = c * a
/=	除法赋值运算符	c /= a 等效于 c = c / a
%=	取模赋值运算符	c %= a 等效于 c = c % a
**=	幂赋值运算符	c **= a 等效于 c = c ** a
//=	取整除赋值运算符	c //= a 等效于 c = c // a

注意： Python中没有类似于“++”的运算符!

https://www.runoob.com/python3/python3-basic-operators.html

字符串

2-1.py

- 字符串就是一系列字符。
- 在Python中，用引号括起的都是字符串，其中的引号可以是单引号也可以是双引号；
  - 这种灵活性能让你在字符串中包含引号或撇号，而无需使用转义字符。

```
s1 = "I told my friend, \"Python is my favorite language!\""
s2 = 'I told my friend, "Python is my favorite language!"'
print(s1 == s2)
```

```
True
```

字符串：拼接

2-2.py

- 用加号（+）实现两个字符串的拼接

```
first_name = "Zhiqi"
last_name = "Lei"
name = first_name + " " + last_name
print(name)
print("Hello, " + name + "!")
```

```
Zhiqi Lei
Hello, Zhiqi Lei!
```

- 用乘号（*）实现重复自拼接

```
s = "haha"
print(s * 5)
```

```
hahahahahahahahahaha
```

字符串：方法

2-2.py

- 大小写

```
name = "zhiQi lei"
print(name.title()) # 每个单词的首字母转化为大写
print(name.lower()) # 所有字母转化为小写
print(name.upper()) # 所有字母转化为大写
```

```
Zhiqi Lei
zhiqi lei
ZHIQI LEI
```

- 删除空白（空格、换行、制表符）

```
name = " \tzhiQi lei\n"
print(name.strip()) # 删除字符串前后的空白字符
print(name.rstrip()) # 删除字符串后面的空白字符
print(name.lstrip()) # 删除字符串前面的空白字符
```

```
zhiQi lei
        zhiQi lei
zhiQi lei
```

字符串：方法

2-2.py

- 分割

```
sentence = "Life is short, you need Python."
print(sentence.split())
print(sentence.split(","))
```

```
['Life', 'is', 'short,', 'you', 'need', 'Python.']
['Life is short', ' you need Python.']
```

  - 以输入的符号为界，分割字符串，得到“列表”

- 替换

```
sentence = "Life is short, you need Python."
print(sentence.replace("h", "XD"))
print(sentence.replace("short", "long").replace("Python", "C++"))
```

```
Life is sXDort, you need PytXDon.
Life is long, you need C++.
```

类型转换

- 格式：datatype()
  - int()、float()、str()…
- 例：

```
print(5 // 3)  # 1
print(int(5 / 3))  # 1
```

```
import random

num = random.random()
message = "random number: " + str(num)
print(message)
```

▲通过import导入其它模块/库
▲如果直接将数值和字符串相加会导致出错！

简单数据类型：小结

- 数字
  - 包括：整数、浮点数
  - 运算：加（+）、减（-）、乘（*）、除（/）、整除（//）、幂（**）…
- 字符串
  - 拼接（+）
  - 方法：大小写、删除空白、分割、替换…
- 类型转换
- 模块的导入（import）
- 布尔值、空值

练习：简单数据类型

1. 编写5个表达式，它们分别使用加法、减法、乘法、除法和幂运算，但结果都是数字8。你应使用print语句输出，例如：

```
print(5 + 3)
```

2. 找一句你喜欢的名人名言，将这个名人的姓名和他的名言打印出来。其中，名人的姓名存储在变量famous_person中，消息存储在变量message中。输出应类似于下面这样（包括引号）：

```
Albert Einstein once said, "A person who never made a mistake never tried anything new."
```

3. 先用lstrip()、rstrip()和strip()分别处理s中存储的机构名，观察输出结果；之后，用变量保存strip()处理后的名称，并分别以小写、大写和首字母大写的方式显示：

```
s = "\n\tSchool of Computer Science and Engineering \n"
```

目录

控制结构

- 分支结构：if
- 循环结构：while
- 循环结构：for

控制结构：分支结构

```
if condition_A:
    do something
elif condition_B:
    do something
elif condition_C:
    do something
else:
    do something
```

注意：

- 是elif，而不是else if；
- if和elif后的条件不用括号包裹，if、elif和else最后加冒号；
- 每个分支内部的代码缩进，不加花括号包裹。

- if

```
age = 19
if age >= 18:
    print("You are old enough to vote!")
    print("Have you registered to vote yet?")
```

- if-else

```
age = 17
if age >= 18:
    print("You are old enough to vote!")
    print("Have you registered to vote yet?")
else:
    print("Sorry, you are too young to vote.")
    print("Please register to vote when 18!")
```

- if-elif-else

```
age = 12
if age < 4:
    price = 0
elif age < 18:
    price = 5
elif age < 65:
    price = 10
else:  # elif age >= 65:
    price = 5
print("Your admission cost is $" + str(price) + ".")
```

3-1.py

- 为了清晰和明确，最后的 else 也可改为 elif age >= 65
- 变量price虽然在缩进块内定义，但走出分支后依然可用

代码块与缩进

- 在C++中，代码块由花括号（{…}）包裹；
- 在Python中，代码块由缩进控制，Python根据缩进来判断代码行与前一个代码行的关系；

- 编写Python代码时要小心严谨地进行缩进，避免发生缩进错误：
  - 缩进量要统一（例如统一用4个空格）；
  - 分支/循环结束后的一行，记得删除一次缩进；
  - …

比较运算符

a=10, b=20

运算符	描述	实例
==	等于 - 比较对象是否相等	(a == b) 返回 False。
!=	不等于 - 比较两个对象是否不相等	(a != b) 返回 True。
>	大于 - 返回x是否大于y	(a > b) 返回 False。
<	小于 - 返回x是否小于y。	(a < b) 返回 True。
>=	大于等于 - 返回x是否大于等于y。	(a >= b) 返回 False。
<=	小于等于 - 返回x是否小于等于y。	(a <= b) 返回 True。

https://www.runoob.com/python3/python3-basic-operators.html

逻辑运算符

Python语言支持逻辑运算符，以下假设变量 a 为 10, b为 20:

运算符	逻辑表达式	描述	实例
and	x and y	布尔"与" - 如果 x 为 False，x and y 返回 x 的值，否则返回 y 的计算值。	(a and b) 返回 20。
or	x or y	布尔"或" - 如果 x 是 True，它返回 x 的值，否则它返回 y 的计算值。	(a or b) 返回 10。
not	not x	布尔"非" - 如果 x 为 True，返回 False 。如果 x 为 False，它返回 True。	not (a and b) 返回 False

https://www.runoob.com/python3/python3-basic-operators.html

while循环

- while循环不断地运行，直到指定的条件不满足为止。

```
while condition:
    do something
```

- while循环中的特殊语句：
  - break
  - continue

while循环： break和continue

```
while condition:
    do something
```

```
while condition:
    do something
    if condition:
        break
    do something
```

```
while condition:
    do something
    if condition:
        continue
    do something
```

while循环：例子

```
s = 0
i = 1
while i <= 100:
    s += i
    i += 1
print(s)
```

```
5050
```

```
s = 0
i = 1
while True:
    s += i
    i += 1
    if i > 100:
        break
print(s)
```

```
5050
```

```
i = 0
while i < 10:
    i += 1
    if i % 2 == 0:
        continue
    print(i)
```

```
1
3
5
7
9
```

```
s = 0
i = 1
flag = True
while flag:
    s += i
    i += 1
    flag = True if i <= 100 else False
print(s)
```

```
5050
```

3-2.py

for循环：初识

3-2.py

- range类型：可遍历的数字序列
  - range(stop)：从0到stop-1，步长为1
  - range(start, stop[, step])：从start到stop-step，步长为step，step默认值1

```
s = 0
for i in range(100):
    s += i + 1
print(s)
```

```
5050
```

```
s = 0
for i in range(1, 101):
    s += i
print(s)
```

```
5050
```

```
s = 0
for i in range(100, 0, -1):
    s += i
print(s)
```

```
5050
```

```
s = 0
for odd in range(1, 101, 2):
    s += odd
print(s)
```

```
2500
```

https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#ranges

控制结构：小结

- 分支
  - if、if-else、if-elif-else、if-elif
- 循环
  - while循环
  - 初识for循环与range
- 条件判断运算符与布尔表达式
  - 比较运算符
  - 逻辑运算符

练习：控制结构

4. 假设在游戏中刚射杀了一个外星人，请创建一个名为alien_color的变量，并将其设置为’green’、‘yellow’或’red’。
   a) 如果外星人是绿色的，打印一条消息，指出玩家获得了5个点。
   b) 如果外星人是绿色的，打印一条消息，指出玩家获得了10个点。
   c) 如果外星人是绿色的，打印一条消息，指出玩家获得了15个点。
5. 编程求出从1到100所有偶数的和。
6. 编写一个猜数字游戏的程序：
   a) 用random模块中的randint()函数生成一个在1到100之间的随机整数作为答案；
   b) 程序循环读取用户输入的猜测数字，并向用户提示猜测偏大/偏小，直到猜中；
   c) 用户猜中后，输出一共猜测了多少次。

目录

复杂数据类型（数据容器）

- 列表（list）
- 元组（tuple）
- 集合（set）
- 字典（dict）

列表

- 列表由一系列按特定顺序排列的元素构成
- 回忆：字符串的split()方法

```
sentence = "Life is short, you need Python."
print(sentence.split())
```

```
['Life', 'is', 'short,', 'you', 'need', 'Python.']
```

- 在Python中，用方括号（[ ]）来表示列表，并用逗号来分隔其中的元素。

```
bicycles = ["trek", "cannondale", "redline", "specialized"]
```

- 注意：一个列表中的元素可以是不同类型的

```
l = ["abc", 123, 4.5, True, None]
```

列表：访问元素

4-1.py

```
bicycles = ["trek", "cannondale", "redline", "specialized"]

print(bicycles[0])
print(bicycles[0].title())
print(bicycles[1])
print(bicycles[3])
print(bicycles[-1])  # access the last element in the list
print(bicycles[-3])
message = "My first bicycle was a " + bicycles[0].title() + "."
print(message)
```

```
trek
Trek
cannondale
specialized
specialized
cannondale
My first bicycle was a Trek.
```

列表：修改、添加和删除元素

4-1.py

- 修改

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
motorcycles[0] = 'ducati'
print(motorcycles)
```

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['ducati', 'yamaha', 'suzuki']
```

- 列表创建后，元素可在程序运行过程中动态增删。

列表：修改、添加和删除元素

4-1.py

- 添加

```
motorcycles = []
motorcycles.append('honda')
motorcycles.append('yamaha')
motorcycles.append('suzuki')
print(motorcycles)

motorcycles.insert(0, 'ducati')
print(motorcycles)
```

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['ducati', 'honda', 'yamaha', 'suzuki']
```

- append()方法
  - 在列表末尾添加元素
- insert()方法
  - 在列表中插入元素
  - 第一个参数是插入位置
  - 第二个参数是插入的值

列表：修改、添加和删除元素

4-1.py

- 使用del语句删除元素

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
del motorcycles[1]
print(motorcycles)
```

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['honda', 'suzuki']
```

- 根据值删除元素（remove方法）

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
motorcycles.remove('yamaha')
print(motorcycles)
```

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
['honda', 'suzuki']
```

列表：修改、添加和删除

```
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
The last motorcycle I owned was a Suzuki.
['honda', 'yamaha']
['honda', 'yamaha', 'suzuki']
The second motorcycle I owned was a Yamaha.
['honda', 'suzuki']
```

- 使用pop()方法弹出（任何位置的）元素

```
motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
last_owned = motorcycles.pop()
print("The last motorcycle I owned was a " + last_owned.title() + ".")
print(motorcycles)

motorcycles = ['honda', 'yamaha', 'suzuki']
print(motorcycles)
second_owned = motorcycles.pop(1)
print("The second motorcycle I owned was a " + second_owned.title() + ".")
print(motorcycles)
```

列表：长度

4-1.py

- 内置函数len()

```
cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
print(len(cars))
```

```
4
```

列表：翻转

4-1.py

- reverse()方法

```
cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
print(cars)
cars.reverse()
print(cars)
```

```
['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
['subaru', 'toyota', 'audi', 'bmw']
```

- 注意：reverse()方法做的是原地（in place）操作，即直接对cars永久地修改。
  - 可再次调用reverse()恢复原来的排列顺序。

列表：排序

4-1.py

- 使用方法sort()对列表进行永久性排序

```
cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
print(cars)
cars.sort()  # ascending
print(cars)
cars.sort(reverse=True)  # descending
print(cars)
```

```
['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
['audi', 'bmw', 'subaru', 'toyota']
['toyota', 'subaru', 'bmw', 'audi']
```

- sort()方法做的是原地（in place）操作，即直接对cars永久地修改。
  - 且无法恢复原来的排列顺序。

列表：排序

4-1.py

- 使用函数sorted()对列表进行临时排序

```
cars = ['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
print(cars)
cars_ascending = sorted(cars)
cars_descending = sorted(cars, reverse=True)
print(cars_ascending)
print(cars_descending)
print(cars)
```

```
['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
['audi', 'bmw', 'subaru', 'toyota']
['toyota', 'subaru', 'bmw', 'audi']
['bmw', 'audi', 'toyota', 'subaru']
```

- sorted()函数返回一个新的列表对象，且不会对输入的列表产生副作用（side effect），即不影响输入列表的原始排列顺序

列表：切片

4-1.py

- 切片：从列表中“切”出一段子列表。格式为：list_name[start: stop(: step)]

```
players = ['charles', 'martina', 'michael', 'florence', 'eli']
print(players[0:3])
print(players[:3])
print(players[2:4])
print(players[2:])
print(players[-3:])
print(players[::2])
top_players = players[0:3]
```

```
['charles', 'martina', 'michael']
['charles', 'martina', 'michael']
['michael', 'florence']
['michael', 'florence', 'eli']
['michael', 'florence', 'eli']
['charles', 'michael', 'eli']
```

- 子列表中包含下标从start到stop-step，步长为step的所有元素
  - step默认为1可省略，start默认为0可留空，stop默认为列表长度可留空

列表：赋值与复制

4-1.py

- 赋值：这是你预期的结果吗？

```
my_foods = ['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
print('my_foods:', my_foods)
your_foods = my_foods
your_foods[-1] = 'apple'
print('yr_foods:', your_foods)
print('my_foods:', my_foods)
```

python中的赋值操作
https://www.cnblogs.com/zf-blog/p/10613981.html

```
my_foods: ['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
yr_foods: ['pizza', 'falafel', 'apple']
my_foods: ['pizza', 'falafel', 'apple']
```

- 分析
  - ▲ id()函数用于获取对象内存地址。
  - ▲ 身份运算符 is：**x is y**, 类似 **id(x) == id(y)**

```
print(id(your_foods))
print(id(my_foods))
print(id(your_foods) == id(my_foods))
print(your_foods is my_foods)
```

```
1986166284936
1986166284936
True
True
```

列表：赋值与复制

- 利用切片复制

```
my_foods = ['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
print('my_foods:', my_foods)
your_foods = my_foods[:]
your_foods[-1] = 'apple'
print('yr_foods:', your_foods)
print('my_foods:', my_foods)
```

切片会创建一个新的对象，
分配新的内存空间

4-1.py

```
my_foods: ['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
yr_foods: ['pizza', 'falafel', 'apple']
my_foods: ['pizza', 'falafel', 'carrot cake']
```

- 分析
  - ▲ id()函数用于获取对象内存地址。
  - ▲ 身份运算符：**x is y**, 类似 **id(x) == id(y)**

```
print(id(your_foods))
print(id(my_foods))
print(id(your_foods) == id(my_foods))
print(your_foods is my_foods)
```

```
1986166285064
1986166284744
False
False
```

浅复制与深复制

4-1.py

```
import copy
a = [1, 2, 3, 4, ['a', 'b']]

b = a  # assign
c = a[:]  # slice (shallow copy)
d = copy.copy(a)  # shallow copy
e = copy.deepcopy(a)  # deep copy

a.append(5)
a[4].append('c')
```

```
print( 'a = ', a )
print( 'b = ', b )
print( 'c = ', c )
print( 'd = ', d )
print( ‘e = ', e )
```

- 利用Python标准库的copy库

- 结果

```
a =  [1, 2, 3, 4, ['a', 'b', 'c'], 5]
b =  [1, 2, 3, 4, ['a', 'b', 'c'], 5]
c =  [1, 2, 3, 4, ['a', 'b', 'c']]
d =  [1, 2, 3, 4, ['a', 'b', 'c']]
e =  [1, 2, 3, 4, ['a', 'b']]
```

https://www.runoob.com/w3cnote/python-understanding-dict-copy-shallow-or-deep.html

身份运算符

身份运算符用于比较两个对象的存储单元

运算符	描述	实例
is	is 是判断两个标识符是不是引用自一个对象	**x is y**, 类似 **id(x) == id(y)** , 如果引用的是同一个对象则返回 True，否则返回 False。
is not	is not 是判断两个标识符是不是引用自不同对象	**x is not y**，类似 **id(a) != id(b)**。如果引用的不是同一个对象则返回结果 True，否则返回 False。

▲ id()函数用于获取对象内存地址

▲ is 与 == 区别:
is 用于判断两个变量引用对象是否为同一个(同一块内存空间),
== 用于判断引用变量的值是否相等。

```
>>> a = 2
>>> b = 2
>>> a == b
True
>>> a is b
True
```

```
>>> a = 300
>>> b = 300
>>> a == b
True
>>> a is b
False
```

https://www.cnblogs.com/Victor-ZH/p/13044135.html
python的大整数对象和小整数对象

https://www.runoob.com/python3/python3-basic-operators.html

列表：for循环遍历

4-2.py

```
magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
for magician in magicians:
    print(magician.title() + ", that was a great trick!")
    print("I can't wait to see your next trick, " + magician.title() + ".\n")
print("Thank you, everyone. That was a great magic show!")
```

```
Alice, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, Alice.

David, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, David.

Carolina, that was a great trick!
I can't wait to see your next trick, Carolina.

Thank you, everyone. That was a great magic show!
```

列表：数值列表

4-2.py

- 使用range的for循环

```
squares = []
for value in range(1, 11):
    squares.append(value**2)
print(squares)
```

```
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100]
```

- 复习：range类型
  - range(stop)：
    - 从0到stop-1，步长为1
  - range(start, stop[, step])：
    - 从0到stop-step，步长为step，step默认值1

https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#ranges

列表：数值列表

4-2.py

- 使用类型转换函数list()获取数值列表

```
>>> range(1, 11, 2)
range(1, 11, 2)
>>>
>>> list(range(1, 11, 2))
[1, 3, 5, 7, 9]
```

- 对数字列表进行简单统计计算

```
>>> digits = list(range(10))
>>> min(digits)
0
>>> max(digits)
9
>>> sum(digits)
45
```

https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html#ranges

列表：列表解析

4-2.py

- 使用range的for循环

```
squares = []
for value in range(1, 11):
    squares.append(value**2)
print(squares)
```

```
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100]
```

- 列表解析

```
squares = [value**2 for value in range(1, 11)]


print(squares)
```

```
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100]
```

- 例子：4*3矩阵初始化

```
>>> [[0 for j in range(3)] for i in range(4)]
[[0, 0, 0], [0, 0, 0], [0, 0, 0], [0, 0, 0]]
```

列表：使用if语句处理列表

4-2.py

- 确定列表不是空的

```
l = []
if l:
    print("Not empty")
else:
    print("Empty")
```

```
Empty
```

- 判断元素在列表中

```
magicians = ['alice', 'david', 'carolina']
if 'alice' in magicians:
    print("Hi, Alice!")
print('zachary' in magicians)
```

```
Hi, Alice!
False
```

- 类似的有：0、空列表、空字符串、None等
- 成员运算符：in

成员运算符

运算符	描述	实例
in	如果在指定的序列中找到值返回 True，否则返回 False。	x 在 y 序列中，如果 x 在 y 序列中返回 True。
not in	如果在指定的序列中没有找到值返回 True，否则返回 False。	x 不在 y 序列中，如果 x 不在 y 序列中返回 True。

序列：字符串，列表、元组等

```
>>> "I I" in "Artificial Intelligence"
True
>>> "II" in "Artificial Intelligence"
False
>>> "tell" in "Artificial Intelligence"
True
>>> "AI" not in "Artificial Intelligence"
True
```

https://www.runoob.com/python3/python3-basic-operators.html

元组

- 不可变的列表
- 圆括号标识

4-2.py

```
dimensions = (200, 50)  #原始元组
for dimension in dimensions:
    print(dimension)
dimensions = (150, 50)  #整体修改
for dimension in dimensions:
    print(dimension)
dimensions = list(dimensions)
dimensions[0] = 100  #转为列表修改
dimensions = tuple(dimensions)
for dimension in dimensions:
    print(dimension)
dimensions[0] = 200  #试图直接修改
```

```
200
50
150
50
100
50
Traceback (most recent call last):
  File "4-2.py", line 29, in <module>
    dimensions[0] = 200
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

集合

- 集合（set）是一个无序的不重复元素序列。
- 其中一种常用场景：元素去重

```
>>> a = [1, 4, 2, 1, 2]
>>> list(set(a))
[1, 2, 4]
```

- 扩展阅读：https://www.runoob.com/python3/python3-set.html

字典

4-3.py

- 字典是一系列键-值对（key-value pair），每个键都与一个值相关联。

```
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}
```

- 访问字典中的值

```
print(alien_0['color'])
print(alien_0['points'])
```

```
green
5
```

- 修改字典中的值

```
alien_0['color'] = 'yellow'
print(alien_0['color'])
```

```
yellow
```

字典

4-3.py

- 添加键-值对

```
alien_0 = {}
alien_0['color'] = 'green'
alien_0['points'] = 5
print(alien_0)
```

```
{'color': 'green', 'points': 5}
```

- 删除键-值对

```
alien_0 = {'color': 'green', 'points': 5}
print(alien_0)
del alien_0['points']
print(alien_0)
```

```
{'color': 'green', 'points': 5}
{'color': 'green'}
```

字典：遍历

```
favorite_languages = {
    'jen': 'python',
    'sarah': 'c',
    'edward': 'ruby',
    'phil': 'python',
    }
```

- 遍历所有的键-值对

```
for name, language in favorite_languages.items():
    print(name.title() + "'s favorite language is " + language.title() + ".")
```

```
Jen's favorite language is Python.
Sarah's favorite language is C.
Edward's favorite language is Ruby.
Phil's favorite language is Python.
```

- 遍历字典中的所有键

```
for name in favorite_languages.keys():
    print(name.title())
```

```
Jen
Sarah
Edward
Phil
```

- 遍历字典中的所有值

```
for language in favorite_languages.values():
    print(language.title())
```

```
Python
C
Ruby
Python
```

字典：遍历

```
favorite_languages = {
    'jen': 'python',
    'sarah': 'c',
    'edward': 'ruby',
    'phil': 'python',
    }
```

- 按顺序遍历字典中的所有键

```
for name in sorted(favorite_languages.keys()):
    language = favorite_languages[name]
    print(name.title() + "'s favorite language is " + language.title() + ".")
```

```
Edward's favorite language is Ruby.
Jen's favorite language is Python.
Phil's favorite language is Python.
Sarah's favorite language is C.
```

  - 虽然在一些py3版本中遍历顺序与存储/添加顺序相同，但这不被保证。[1]
  - 因此，我们可以利用sorted规定遍历顺序

- 遍历字典中的所有不重复值

```
for language in set(favorite_languages.values()):
    print(language.title())
```

```
Ruby
C
Python
```

[1] https://exp.newsmth.net/topic/article/e8a1d1ca4cffec5c61b42f4debb665e7

字典：嵌套

- 字典列表
  - 列表中的元素是字典
- 在字典中存储列表
  - 字典中的值是列表
- 在字典中存储字典
  - 字典中的值是字典

复杂数据结构与操作：小结

- 列表（list）
  - 元素的访问、修改、添加和删除
  - 列表的操作：长度、翻转、排序、切片与复制
  - 列表的遍历（for），数字列表，列表解析
  - 使用if语句处理列表
- 元组（tuple）、集合（set）
- 字典（dict）
  - 访问、修改、添加和删除
  - 遍历

练习：复杂数据结构与操作

6. 编程求出1到100的和（你能用一行代码完成吗？）
7. 实现矩阵乘法的程序（使用二维列表存储矩阵）
8. 创建一个名为cities的字典，其中将三个城市名用作键；对于每座城市，都创建一个字典，并在其中包含该城市所属的国家、人口约数以及一个有关该城市的事实。在表示每座城市的字典中，应包含country、population和fact等键。将每座城市的名字以及有关它们的信息都打印出来

目录

函数

- “带名字的代码块”
- 要执行函数定义的特定任务，可调用该函数。
- 需要在程序中多次执行同一项任务时，你无需反复编写完成该任务的代码，而只需调用执行该任务的函数。
- 通过使用函数，程序的编写、阅读、测试和修复都将更容易。

定义函数

5-1.py

- 最简单的函数结构

```
def greet_user():
    print("Hello!")

greet_user()
```

Hello!

- **函数定义**以关键字def开头
- 函数名、括号
- 定义以冒号结尾
- 紧跟的所有缩进行构成**函数体**
- **函数调用**

- 向函数传递参数

```
def greet_user(username):
    print("Hello, " + username.title() + "!")

greet_user('zachary')
```

Hello, Zachary!

- 变量username是一个**形式参数**
- 值'zachary'是一个**实际参数**

传递实参

5-1.py

```
def describe_pet(pet_name, animal_type='dog'):
    """show descriptive information of a pet"""
    print("\nI have a " + animal_type + ".")
    print("The " + animal_type + "'s name is " + pet_name.title() + ".")
```

这里的注释称作函数的**文档字符串**，描述了函数的功能

- 位置实参：基于实参的顺序，将实参关联到函数定义中的形参

```
describe_pet('harry', 'cat')
```

```
I have a cat.
My cat's name is Harry.
```

- 默认值：具有默认值的形参需排列在参数列表的后面

```
describe_pet('willie')
```

```
I have a dog.
My dog's name is Willie.
```

- 关键字实参：无需考虑实参顺序

```
describe_pet(animal_type='dog', pet_name='willie’)
describe_pet('willie', animal_type='dog')
```

返回值

5-1.py

- 函数可以处理一组数据，并返回一个或一组值

```
def get_formatted_name(first_name, last_name, middle_name=''):
    if middle_name:
        full_name = first_name + ' ' + middle_name + ' ' + last_name
    else:
        full_name = first_name + ' ' + last_name
    return full_name.title()
```

通过默认值让实参变成可选的
Python将非空字符串解读为True
注意：这里是两个单引号

- 用一个变量存储返回的值，或直接使用返回的值

```
musician = get_formatted_name('jimi', 'hendrix')
print(musician)
print(get_formatted_name('john', 'hooker', 'lee'))
```

```
Jimi Hendrix
John Lee Hooker
```

返回值：返回多个值

5-1.py

- 函数可以处理一组数据，并返回一个或一组值

```
def get_formatted_name(first_name, last_name):
    return first_name.title(), last_name.title()
```

- 用多个变量存储返回的值

```
first_name, last_name = get_formatted_name('jimi', 'hendrix')
print(first_name, last_name)
```

```
Jimi Hendrix
```

- 返回的是其实是元组

```
name = get_formatted_name('jimi', 'hendrix')
print(name)
```

```
('Jimi', 'Hendrix')
```

返回值：返回字典

5-1.py

- 函数可以返回任何类型的值，包括列表和字典等复杂的数据结构

```
def build_person(first_name, last_name, age=''):
    person = {'first': first_name, 'last_name': last_name}
    if age:
        person['age'] = age
    return person

musician = build_person('jimi', 'hendrix', age=27)
print(musician)
```

```
{'first': 'jimi', 'last_name': 'hendrix', 'age': 27}
```

传递实参

- 对某些数据类型来说，在函数内部对传入变量所做的修改，会导致函数外的值同时发生修改，产生副作用。
  - 在目前学过的类型中，列表和字典符合这种情况

- 对于数值、字符串等，可通过返回值将函数内的值传至函数外。

传递列表

5-1.py

- 将列表传递给函数

```
def greet_users(names):
    for name in names:
        msg = "Hello, " + name.title() + "!"
        print(msg)

usernames = ['hannah', 'ty', 'margot']
greet_users(usernames)
```

```
Hello, Hannah!
Hello, Ty!
Hello, Margot!
```

传递列表：在函数中修改列表

5-1.py

- 在函数中对传入列表所做的任何修改都是永久性的

```
def print_models(unprinted_designs, completed_models):
    while unprinted_designs:
        current_design = unprinted_designs.pop()
        print("Printing model: " + current_design)
        completed_models.append(current_design)

unprinted_designs = ['iphone case', 'robot pendant', 'dodecahedron']
completed_models = []

print_models(unprinted_designs, completed_models)
print("The following models have been printed:\n", completed_models)
```

```
Printing model: dodecahedron
Printing model: robot pendant
Printing model: iphone case
The following models have been printed:
 ['dodecahedron', 'robot pendant', 'iphone case']
```

传递列表：防止函数修改列表

- 有时候，需要防止函数修改列表。
- 向函数传递列表副本，可保留函数外原始列表的内容：

```
print_models(unprinted_designs[:], completed_models)
```

  - function_name(list_name[:])
  - 利用切片创建副本
- 除非有充分的理由需要传递副本，否则还是应该将原始列表传递给函数。
  - 避免花时间和内存创建副本，从而提高效率
  - 在处理大型列表时尤其如此

传递任意数量的实参

5-1.py

- 形参前加*号，可传递任意数量的实参

```
def make_pizza(*toppings):
    print("\nMaking a pizza ...")
    print("Toppings:")
    for topping in toppings:
        print("- " + topping)
    print(toppings)

make_pizza('pepperoni')
make_pizza('mushrooms', 'peppers', 'cheese')
```

```
Making a pizza ...
Toppings:
- pepperoni
('pepperoni',)

Making a pizza ...
Toppings:
- mushrooms
- peppers
- cheese
('mushrooms', 'peppers', 'cheese')
```

- 结合使用位置实参和任意数量实参

```
def make_pizza(size, *toppings):
```

Python先匹配位置实参和关键字实参，
再将余下的实参收集到最后一个形参中

传递任意数量的关键字实参

5-1.py

- 形参前加**号，可传递任意数量的关键字实参

user_info是一个字典

```
def build_profile(first, last, **user_info):
    profile = {}
    profile['first_name'] = first
    profile['last_name'] = last
    for key, value in user_info.items():
        profile[key] = value
    return profile

user_profile = build_profile('albert','einstein', location='princeton', field='physics')
print(user_profile)
```

```
{'first_name': 'albert', 'last_name': 'einstein', 'location': 'princeton', 'field': 'physics'}
```

类

- 面向对象编程
- 将现实世界中的事物和情景编写成类，并定义通用行为
- 实例化：基于**类**创建实例（对象）

定义类

5-2.py

- 创建Dog类

```
class Dog():
    def __init__(self, name, age):
        self.name = name
        self.age = age

    def sit(self):
        print(self.name.title() + " is now sitting.")

    def roll_over(self):
        print(self.name.title() + " rolled over!")
```

- 方法__init__()
  - 构造函数，创建新对象时自动调用
  - 开头、末尾各有两个下划线
  - 类中的成员函数成为**方法**
- self
  - 要写在所有方法参数列表的第一位
  - 指代这个对象自身
  - 以self为前缀的成员变量可供类中所有方法使用，称为**属性**
  - 通过self.变量名，可访问、创建与修改属性

类的实例化：对象

5-2.py

- 使用Dog类

```
class Dog():
    def __init__(self, name, age):
        self.name = name
        self.age = age

    def sit(self):
        print(self.name.title() + " is now sitting.")

    def roll_over(self):
        print(self.name.title() + " rolled over!")
```

- 创建对象

```
my_dog = Dog('willie', 6)
```

- 访问属性 Python默认是公有属性

```
print(my_dog.name.title())
print(my_dog.age)
```

```
Willie
6
```

- 调用方法 不需要传实参给self

```
my_dog.sit()
my_dog.roll_over()
```

```
Willie is now sitting.
Willie rolled over!
```

属性的修改

```
class Car():
    def __init__(self,make,model,year):
        self.make = make
        self.model = model
        self.year = year
        self.odometer_reading = 0

    def get_descriptive_name(self):
        long_name = str(self.year) + " " + self.make + " " + self.model
        return long_name.title()

    def read_odometer(self):
        print("This car has " + str(self.odometer_reading) + " miles on it.")

    def updata_odometer(self, mileage):
        if mileage >= self.odometer_reading:
            self.odometer_reading = mileage
        else:
            print("You can't roll back an odometer!")

    def increment_odometer(self, miles):
        self.odometer_reading += miles
```

```
my_new_car = Car("audi", "a4", 2016)
print(my_new_car.get_descriptive_name())
my_new_car.read_odometer()
```

```
2016 Audi A4
This car has 0 miles on it.
```

5-2.py

- 直接修改属性的值　破坏了封装

```
my_new_car.odometer_reading = 500
my_new_car.read_odometer()
```

```
This car has 500 miles on it.
```

- 通过方法修改属性的值

```
my_new_car.updata_odometer(23500)
my_new_car.read_odometer()
```

```
This car has 23500 miles on it.
```

- 通过方法递增属性的值

```
my_new_car.increment_odometer(100)
my_new_car.read_odometer()
```

```
This car has 23600 miles on it.
```

继承

5-2.py

- **子类**是**父类**的特殊版本
- 子类继承父类的所有属性和方法

```
class ElectricCar(Car):
    def __init__(self, make, model, year):
        super().__init__(make, model, year)

my_tesla = ElectricCar('tesla', 'model s', 2016)
print(my_tesla.get_descriptive_name())
```

class 子类名(父类名)

2016 Tesla Model S

- super()是一个特殊函数，在子类中通过super()指向父类

- 可以给子类定义自己的属性和方法
- 子类可以重写父类的方法

```
class ElectricCar(Car):
    …
    def get_descriptive_name(self):
        return " Electric" + super().get_descriptive_name()

my_tesla = ElectricCar('tesla', 'model s', 2016)
print(my_tesla.get_descriptive_name())
```

Electric 2016 Tesla Model S

- 实例可作为属性（类的成员）

函数与类：小结

- 函数
  - 定义函数：语法
  - 返回值：允许多个返回值，允许任意类型
  - 传递实参：关键字实参，默认值，副作用，传递任意数量的实参
- 类
  - 定义类：构造函数、self
  - 类实例化为对象：创建对象、访问属性、调用方法、修改属性
  - 继承

练习：函数与类

9. 魔术师，了不起的魔术师与不变的魔术师：
   a) 创建一个包含魔术师名字的列表，并将其传递给show_magicians()函数，这个函数打印列表中每个魔术师的名字。
   b) 编写一个名为make_great()的函数，对魔术师列表进行修改，在每个魔术师的名字中都加入字样“the Great”。调用show_magicians()，确认魔术师列表确实变了。
   c) 在调用make_great()时，向它传递魔术师列表的副本。由于不想修改原始列表，请返回修改后的列表，并将其存储到另一个变量中。分别对这两列表调用show_magicians()，确认一个列表包含的是原来的魔术师名字，而另一个列表包含的是添加了字样“the Great”的魔术师名字。

练习：函数与类

10. 餐馆、就餐人数与冰淇淋小店：

a) 创建一个名为Restaurant的类，其方法__init__()设置两个属性：restaurant_name和cuisine_type。创建一个名为describe_restaurant()的方法和一个名为open_restaurant()的方法，其中前者打印前述两项信息，而后者打印一条消息，指出餐馆正在营业。

b) 添加一个名为number_served的属性，并将其默认值设置为0。根据这个类创建一个名为restaurant的实例；打印有多少人在这家餐馆就餐过，然后修改这个值并再次打印它。添加一个名为set_number_served()的方法，它让你能够设置就餐人数；调用这个方法并向它传递一个值，然后再次打印这个值。添加一个名为increment_number_served()的方法，它让你能够将就餐人数递增；调用这个方法并向它传递一个这样的值：你认为这家餐馆每天可能接待的就餐人数。

c) 冰淇淋小店是一种特殊的餐馆。编写一个名为IceCreamStand的类，让它继承Restaurant类。添加一个名为flavors的属性，用于存储一个由各种口味的冰淇淋组成的列表。编写一个显示这些冰淇淋的方法。创建一个IceCreamStand实例，并调用这个方法。

目录

读取文件

pi_digits.txt

```
1    3.1415926535
2      8979323846
3      2643383279
```

6-1.py

- 读取整个文件：read()

```
with open('pi_digits.txt') as file_object:
    contents = file_object.read()
    print(contents)
```

```
3.1415926535
  8979323846
  2643383279
```

- 函数open的参数为**文件路径**
  - 相对路径与绝对路径都可以
- 关键字with在不再需要访问文件后将文件关闭
  - 此时无需调用close()

- 逐行读取：readlines()

```
with open('pi_digits.txt') as file_object:
    for line in file_object.readlines():
        print(line)
```

```
3.1415926535

  8979323846

  2643383279

```

- 得到一个列表
- 空白行：
- 文件中每行末尾有一个换行符，而print语句也会加上一个换行符。可以使用rstrip()去掉。

写入文件

open()的模式参数（第二个）：
'r'：读取模式（默认）
'w'：写入模式
'a'：追加模式
…

只能将字符串写入文件。
如需换行，记得写换行符。

6-1.py

- 写入空文件

```
filename = 'programming.txt'

with open(filename, 'w') as file_object:
    file_object.write("I love programming.\n")
    file_object.write("I love creating new games.\n")
```

```
1    I love programming.
2    I love creating new games.
3
```

- 追加到文件

```
filename = 'programming.txt'

with open(filename, 'a') as file_object:
    file_object.write("I also love finding meaning in large datasets.\n")
    file_object.write("I love creating apps that can run in a browser.\n")
```

```
1    I love programming.
2    I love creating new games.
3    I also love finding meaning in large datasets.
4    I love creating apps that can run in a browser.
5
```

使用模块json存储数据

- 支持将简单的Python数据结构转储到文件中，并在程序再次运行时加载该文件中的数据。
  - json.dump()：保存
  - json.load()：读取
- 序列化（Serialization）
  - 将对象的状态信息转换为可以存储或传输的形式的过程。
  - 反序列化
- 除了json模块，还有pickle等序列化模块，支持将Python对象存储在文件中，以供未来读取。

6-1.py

```
import json

data1 = {
    'date' : 224,
    'room' : 'D402',
    'time' : '14:20-16:00'
}

with open('data.json', 'w') as f:
    json.dump(data1, f)

with open('data.json', 'r') as f:
    data2 = json.load(f)

print(data2)
```

```
{'date': 224, 'room': 'D402', 'time': '14:20-16:00'}
```

https://www.runoob.com/python3/python3-json.html

异常

- Python使用被称为**异常**的特殊对象来管理程序执行期间发生的错误。每当Python运行发生错误时，它都会创建一个异常对象。
- 如果你未对异常进行处理，程序块将在错误处停止，并显示一个traceback，其中包含有关异常的报告，指出发生了哪种异常。

```
>>> 5/0
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ZeroDivisionError: division by zero
```

- 使用try-except代码块处理异常或显示你编写的友好的错误信息，此时，即使出现异常，程序也将继续运行。

使用try-except代码块

6-2.py

- 处理FileNotFoundError异常

```
filename = 'alice.txt'

try:
    with open(filename) as f_obj:
        contents = f_obj.read()
except FileNotFoundError:
    print("Sorry, the file " + filename + " does not exist.")
```

```
Sorry, the file alice.txt does not exist.
```

- 如果try代码块中的代码正常运行，将跳过except代码块；如果代码出错，Python查找并运行对应类型的except代码块中的代码。

使用try-except-else代码块

6-2.py

- 处理ZeroDivisionError异常

```
first_number = input("\nFirst number: ")
second_number = input("Second number: ")
try:
    answer = int(first_number) / int(second_number)
except ZeroDivisionError:
    pass
else:
    print(answer)
print("Finished!")
```

```
First number: 5
Second number: 0
Finished!
```

```
First number: 5
Second number: 2
2.5
Finished!
```

- 仅在try代码块成功执行时才运行的代码，应放在else代码块中。
- pass语句：在代码块中使用，指示Python什么都不做。

文件与异常：小结

- 文件处理
  - 读取文件：读取整个文件、逐行读取
  - 写入文件：写入空文件、追加到文件
  - 使用模块json存储数据

- 异常处理
  - try-except
  - try-except-else
  - pass语句

练习：文件与异常

11. 访问Project Gutenberg（https://gutenberg.org/），并找一些你想分析的图书。下载这些作品的文本文件或将浏览器中的原始文本复制到文本文件中。编写一个程序读入这些文本文件，分别对每个文本文件进行初步的统计分析：
    a) 统计文本中包含多少个单词（提示：使用字符串方法split()与函数len()）
    b) 统计单词“the”出现了多少次（提示：使用字符串方法count()与lower()）

12. 请你建立一个字典，并以一个字典中不存在的键访问该字典。
    a) 观察报错信息，识别程序发生了哪种异常。
    b) 改写代码，使程序可以处理这种异常。

目录

将函数与类存储在模块中

- 将函数与类存储在被称为**模块**的独立文件中，与主程序分离。
- 模块是扩展名为.py的文件，包含要导入到程序中的代码。
- 模块的**导入**

模块名，即py模块文件的文件名

  - import 模块名
    - 调用方式：模块名.函数名或类名
  - from 模块名 import 函数名或类名
    - 调用方式：函数名或类名
    - 可以同时导入多个函数或类，中间用逗号分隔
  - import 模块名 as 模块别名
    - 调用方式：模块别名.函数名或类名
  - from 模块名 import 函数名或类名 as 函数或类的别名
    - 调用方式：函数或类的别名
  - from 模块名 import *
    - 调用方式：函数名或类名
    - 如遇相同名称容易造成覆盖，不推荐

Python中的“main函数”

- swap.py

name和main的前与后，均有两个下划线。

```
def swap(a, b):
    return b, a

if __name__ == '__main__':
    a = 224
    b = 'Good day!'
    print(a, b)
    a, b = swap(a, b)
    print(a, b)
    a, b = b, a
    print(a, b)
```

```
224 Good day!
Good day! 224
224 Good day!
```

- 导入一个模块时，该模块文件的无缩进代码将自动执行。
  - 例如，若当前“main”下的代码没有缩进在if中，则import swap时，这些代码全部都会执行一次。
- 因此，在编写自己的模块时，模块测试代码等要记得缩进于 if __name__ == '__main__':

if __name__ == '__main__' 如何正确理解？ https://www.zhihu.com/question/49136398

Python标准库

- Python标准库是一组Python自带的模块，例如：
  - math
  - random
  - copy
  - csv
  - heapq
  - time
  - os
  - multiprocessing
  - collections
  - unittest
  - …

- 了解Python标准库：Python Module of the Week
  - https://pymotw.com/

外部模块：安装

- 使用pip安装Python包
  - pip是一个负责为你下载并安装Python包的程序，大部分较新的Python都自带pip

- 安装命令：
  - pip install 包的名称

- 类似的，如果计算机同时安装了Python2和Python3，则需使用：
  - pip3 install 包的名称

一些常用的包

- 交互实时编程：jupyter notebook

- 数据分析、计算与可视化：numpy、scipy、pandas、matplotlib
- 机器学习：scikit-learn
- 深度学习：pytorch、tensorflow、keras
- 文本挖掘：genism

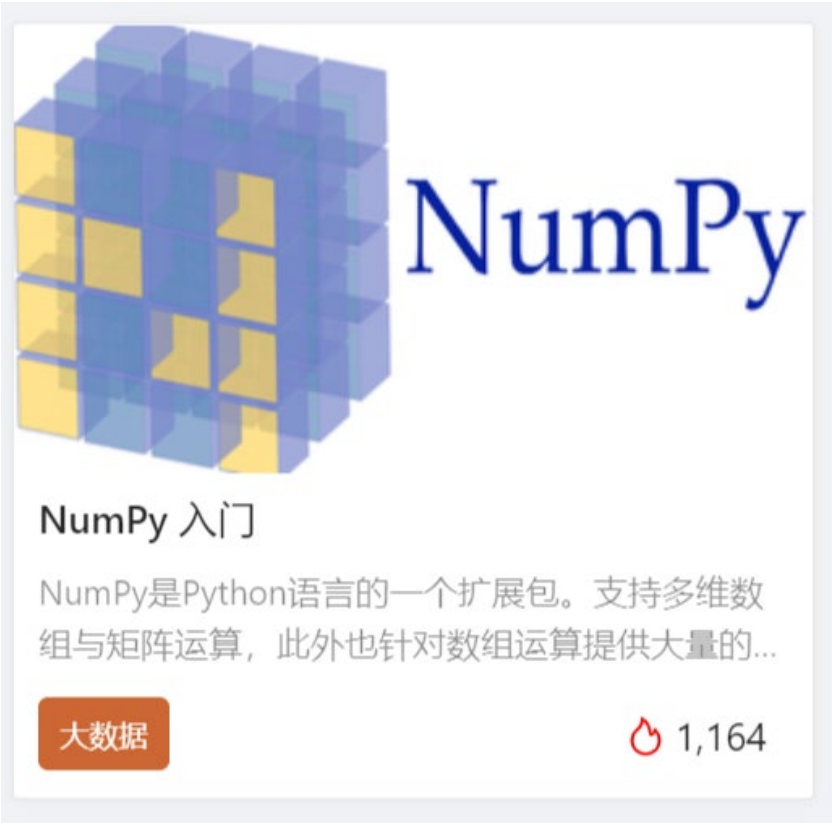
- 推荐学习：超算习堂-在线实训

模块与库：小结

- 模块导入
- 编写自己的模块
- Python标准库
- 外部模块

练习：模块与库

- 在超算习堂中，完成“NumPy入门”在线实训



目录

总结

- 至此，你已经对Python 3的基本语法有了足够的了解。
  - 学无止境，还有一些高级语法和丰富的第三方包等待你探索…
  - 在实践中，你还可能会遇到很多无法预料的报错和坑…

- Python官网：Python is a programming language that lets you work quickly and integrate systems more effectively.
  - “胶水语言”，完成不同模块间的简单处理
  - 例如：将A库的输出经过一定形式的转换送进B库做处理
    - 用numpy处理得到数据矩阵，送进sklearn中进行机器学习模型训练与预测

为什么只有python成了胶水语言？ https://www.zhihu.com/question/402762138

思考题：

- 1. 如果用列表作为字典的键，会发生什么现象？用元组呢？

- 2. 在本课件第2章和第4章提到的数据类型中，哪些是可变数据类型，哪些是不可变数据类型？试结合代码分析。
  - 可变/不可变数据类型：变量值发生改变时，变量的内存地址不变/改变。
  - 提示：① 你可能会用到id()函数。② Python的赋值运算符（=）是引用传递。

Thanks!

附录

Python代码风格规范

- 自行了解： PEP 8
- https://www.python.org/dev/peps/pep-0008/

Python之禅

- 在Python命令行中输入import this并回车，发现Python的隐藏彩蛋

```
>>> import this
The Zen of Python, by Tim Peters

Beautiful is better than ugly.
Explicit is better than implicit.
Simple is better than complex.
Complex is better than complicated.
Flat is better than nested.
Sparse is better than dense.
Readability counts.
Special cases aren't special enough to break the rules.
Although practicality beats purity.
Errors should never pass silently.
Unless explicitly silenced.
In the face of ambiguity, refuse the temptation to guess.
There should be one-- and preferably only one --obvious way to do it.
Although that way may not be obvious at first unless you're Dutch.
Now is better than never.
Although never is often better than *right* now.
If the implementation is hard to explain, it's a bad idea.
If the implementation is easy to explain, it may be a good idea.
Namespaces are one honking great idea -- let's do more of those!
```