

面向对象

语言的分类

面向机器

抽象成机器指令，机器容易理解

代表：汇编语言

面向过程

做一件事情，排出个步骤，第一步干什么，第二步干什么，如果出现情况A，做什么处理，如果出现了情况B，做什么处理。

问题规模小，可以步骤化，按部就班处理。

代表：C语言

面向对象OOP

随着计算机需要解决的问题的规模扩大，情况越来越复杂。需要很多人、很多部门协作，面向过程编程不太适合了。

代表：C++、Java、Python等

面向对象

什么是面向对象呢？

一种认识世界、分析世界的方法论。将万事万物抽象为类。

类class

类是抽象的概念，是万事万物的抽象，是一类事物的共同特征的集合。

用计算机语言来描述类，就是属性和方法的集合。

对象instance、object

对象是类的具象，是一个实体。

对于我们每个人这个个体，都是抽象概念人类的不同的实体。

举例：

你吃鱼

你，就是对象；鱼，也是对象；吃就是动作

你是具体的人，是具体的对象。你属于人类，人类是个抽象的概念，是无数具体的个体的抽象。

鱼，也是具体的对象，就是你吃的这一条具体的鱼。这条鱼属于鱼类，是无数的鱼抽象出来的概念。

吃，是动作，也是操作，也是方法，这个吃是你的动作，也就是人类具有的方法。如果反过来，鱼吃人。吃就是鱼类的动作了。

吃，这个动作，很多动物都具有的动作，人类和鱼类都属于动物类，而动物类是抽象的概念，是动物都有吃的动作，但是吃法不同而已。

你驾驶车，这个车也是车类的具体的对象（实例），驾驶这个动作是鱼类不具有的，是人类具有的方法。

属性，它是对象状态的抽象，用数据结构来描述。

操作，它是对象行为的抽象，用操作名和实现该操作的方法来描述。

每个人都有名字、身高、体重等信息，这些信息是个人的属性，但是，这些信息不能保存在人类中，因为它是抽象的概念，不能保留具体的值。

而人类的实例，是具体的人，他可以存储这些具体的属性，而且可以不同人有不同的属性。

哲学

一切皆对象

对象是数据和操作的封装

对象是独立的，但是对象之间可以相互作用

目前OOP是最接近人类认知的编程范式

面向对象3要素

1. 封装

- 组装：将数据和操作组装到一起。
- 隐藏数据：对外只暴露一些接口，通过接口访问对象。比如驾驶员使用汽车，不需要了解汽车的构造细节，只需要知道使用什么部件怎么驾驶就行，踩了油门就能跑，可以不了解后面的机动原理。

2. 继承：

- 多复用，继承来的就不用自己写了
- 多继承少修改，OCP（Open-closed Principle），使用继承来改变，来体现个性

3. 多态：

- 面向对象编程最灵活的地方，动态绑定

人类就是封装；

人类继承自动物类，孩子继承父母特征。分为单一继承、多继承；

多态，继承自动物类的人类、猫类的操作“吃”不同。

Python的类

定义

```
class ClassName:
```

语句块

1. 必须使用class关键字
2. 类名必须是用大驼峰命名
3. 类定义完成后，就产生了一个类对象，绑定到了标识符ClassName上

举例

```
class MyClass:
```

```
    """A example class"""
```

```
    x = 'abc' # 类属性
```

```
    def foo(self): # 类属性foo，也是方法
```

```
        return 'My Class'
```

```
print(MyClass.x)
```

```
print(MyClass.foo)
```

```
print(MyClass.__doc__)
```

类对象及类属性

- **类对象**，类的定义就会生成一个类对象
- **类的属性**，类定义中的变量和类中定义的方法都是类的属性
- **类变量**，上例中x是类MyClass的变量

MyClass中，x、foo都是类的属性，`__doc__`也是类的属性

foo方法是类的属性，如同 `吃` 是人类的方法，但是每一个具体的人才能吃东西，也就是说 `吃` 是人的实例才能调用的方法。

foo是**方法对象method**，不是普通的函数对象function了，它一般要求至少有一个参数。第一个参数可以是self（self只是个惯用标识符，可以换名字），这个参数位置就留给了self。

self 指代当前实例本身

问题

上例中，类是谁？实例是谁？

实例化

```
a = MyClass() # 实例化
```

使用上面的语法，在类对象名称后面加上一个括号，就调用类的实例化方法，完成实例化。实例化就真正创建一个该类的对象（实例）。例如

```
tom = Person()  
jerry = Person()
```

上面的tom、jerry都是Person类的实例，通过实例化生成了2个实例。

每次实例化后获得的实例，是不同的实例，即使是使用同样的参数实例化，也得到不一样的对象。

Python类实例化后，会自动调用 `__init__` 方法。这个方法第一个参数必须留给self，其它参数随意。

`__init__`方法

MyClass()实际上调用的是 `__init__(self)` 方法，可以不定义，如果没有定义会在实例化后隐式调用。

作用：对实例进行**初始化**

```
class MyClass:  
    def __init__(self):  
        print('init')  
  
print(MyClass) # 不会调用  
print(MyClass()) # 调用__init__  
a = MyClass() # 调用__init__
```

初始化函数可以多个参数，请注意第一个位置必须是self，例如 `__init__(self, name, age)`

```
class Person:  
    def __init__(self, name, age):  
        self.name = name  
        self.age = age  
  
    def showage(self):  
        print('{} is {}'.format(self.name, self.age))
```

```
tom = Person('Tom', 20) # 实例化
jerry = Person('Je', 25)
print(tom.name, jerry.age)
jerry.age += 1
print(jerry.age)
jerry.showage()
```

注意：`__init__()` 方法不能有返回值，也就是只能是None

实例对象instance

类实例化后一定会获得一个对象，就是**实例对象**。

上例中的tom、jerry就是Person类的实例。

`__init__` 方法的第一参数 `self` 就是指代某一个实例。

类实例化后，得到一个实例对象，实例对象会绑定方法，调用方法时采用jerry.showage()的方式。但是函数签名是showage(self)，少传一个参数self吗？

这个self就是jerry，Python会把方法的调用者作为第一参数self的实参传入。

self.name就是jerry对象的name，name是保存在了jerry对象上，而不是Person类上。所以，称为**实例变量**。

self

```
class MyClass:
    def __init__(self):
        print('self in init = {}'.format(id(self)))

c = MyClass() # 会调用__init__
print('c = {}'.format(id(c)))

# 打印结果为
self in init = 21997776
c=21997776
```

上例说明，self就是调用者，就是c对应的实例对象。

self这个名字只是一个惯例，它可以修改，但是请不要修改，否则影响代码的可读性

看打印的结果，思考一下执行的顺序，为什么？

实例变量和类变量

```
class Person:
    age = 3
    def __init__(self, name):
        self.name = name

#tom = Person('Tom', 20) #
tom = Person('Tom') # 实例化、初始化
jerry = Person('Jerry')

print(tom.name, tom.age)
print(jerry.name, jerry.age)
print(Person.age)
#print(Person.name) #
Person.age = 30
print(Person.age, tom.age, jerry.age)

# 运行结果
Tom 3
Jerry 3
3
30 30 30
```

实例变量是每一个实例自己的变量，是自己独有的；类变量是类的变量，是类的所有实例共享的属性和方法

| 特殊属性 | 含义 |
|---------------------------|----------|
| <code>__name__</code> | 对象名 |
| <code>__class__</code> | 对象的类型 |
| <code>__dict__</code> | 对象的属性的字典 |
| <code>__qualname__</code> | 类的限定名 |

注意：

Python中每一种对象都拥有不同的属性。函数、类都是对象，类的实例也是对象。

举例

```

class Person:
    age = 3

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

print('----class----')
print(Person.__class__)
print(sorted(Person.__dict__.items()), end='\n\n') # 属性字典

tom = Person('Tom')
print('----instance tom----')
print(tom.__class__)
print(sorted(tom.__dict__.items()), end='\n\n')

print("----tom's class----")
print(tom.__class__.__name__)
print(sorted(tom.__class__.__dict__.items()), end='\n\n')

```

上例中，可以看到类属性保存在类的 `__dict__` 中，实例属性保存在实例的 `__dict__` 中，如果从实例访问类的属性，就需要借助 `__class__` 找到所属的类。

有了上面知识，再看下面的代码

```

class Person:
    age = 3
    height = 170

    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.age = age

tom = Person('Tom') # 实例化、初始化
jerry = Person('Jerry', 20)

Person.age = 30
print(Person.age, tom.age, jerry.age) # 输出什么结果

print(Person.height, tom.height, jerry.height) # 输出什么结果
jerry.height = 175

```

```
print(Person.height, tom.height, jerry.height) # 输出什么结果
```

```
tom.height += 10
```

```
print(Person.height, tom.height, jerry.height) # 输出什么结果
```

```
Person.height += 15
```

```
print(Person.height, tom.height, jerry.height) # 输出什么结果
```

```
Person.weight = 70
```

```
print(Person.weight, tom.weight, jerry.weight) # 输出什么结果
```

```
print(tom.__dict__['height'])
```

```
print(tom.__dict__['weight']) # 可以吗
```

总结

是类的，也是这个类所有实例的，其实例都可以访问到；是实例的，就是这个实例自己的，通过类访问不到。

类变量是属于类的变量，这个类的所有实例可以**共享**这个变量。

实例可以动态的给自己增加一个属性。实例.__dict__[变量名] 和 实例.变量名 都可以访问到。实例的同名变量会**隐藏**这类变量，或者说是覆盖了这个类变量。

实例属性的查找顺序

指的是实例使用.来访问属性，会先找自己的 __dict__，如果没有，然后通过属性 __class__ 找到自己的类，再去类的 __dict__ 中找

注意，如果实例使用 __dict__[变量名] 访问变量，将不会按照上面的查找顺序找变量了，这是指明使用字典的key查找，不是属性查找。

一般来说，**类变量使用全大写来命名**。

装饰一个类

回顾，什么是高阶函数？什么是装饰器函数？

思考，如何装饰一个类？

需求，为一个**类**通过装饰，增加一些类属性

```
# 增加类变量
```

```
def add_name(name, cls):
```



```
cls.NAME = name # 动态增加类属性

# 改进成装饰器
def add_name(name):
    def wrapper(cls):
        cls.NAME = name
        return cls
    return wrapper

@add_name('Tom')
class Person:
    AGE = 3

print(Person.NAME)
```

之所以能够装饰，本质上是为类对象动态的添加了一个属性，而Person这个标识符指向这个类对象。

类方法和静态方法

前面的例子中定义的 `__init__` 等方法，这些方法本身都是类的属性，第一个参数必须是self，而self必须指向一个对象，也就是类必须实例化之后，由实例来调用这个方法。

普通函数

```
class Person:
    def normal_method(): # 可以吗?
        print('normal')

# 如何调用
Person.normal_method() # 可以吗?
Person().normal_method() # 可以吗?

print(Person.__dict__)
```

Person.normal_method()

可以，因为这个方法只是被Person这个名词空间管理的一个普通的方法，normal_method这是Person的一个属性而已。

由于normal_method在定义的时候没有指定self，所以不能完成实例对象的绑定，不能用

Person().normal_method()调用。

注意：虽然语法是对的，但是，没有人这么用，也就是说**禁止**这么写

类方法

```
class Person:
    @classmethod
    def class_method(cls): # cls是什么
        print('class = {0.__name__} ({0})'.format(cls))
        cls.HEIGHT = 170

Person.class_method()
print(Person.__dict__)
```

类方法

1. 在类定义中，使用@classmethod装饰器修饰的方法
2. 必须至少有一个参数，且第一个参数留给了cls，cls指代调用者即类对象自身
3. cls这个标识符可以是任意合法名称，但是为了易读，请不要修改
4. 通过cls可以直接操作类的属性

注意：无法通过cls操作类的实例。为什么？

类方法，类似于C++、Java中的静态方法

静态方法

```
class Person:
    @classmethod
    def class_method(cls): # cls是什么
        print('class = {0.__name__} ({0})'.format(cls))
        cls.HEIGHT = 170

    @staticmethod
    def static_methd():
        print(Person.HEIGHT)

Person.class_method()
Person.static_methd()
print(Person.__dict__)
```

静态方法

1. 在类定义中，使用@staticmethod装饰器修饰的方法
 2. 调用时，不会隐式的传入参数
- 静态方法，只是表明这个方法属于这个名词空间。函数归在一起，方便组织管理。

方法的调用

类可以定义这么多种方法，究竟如何调用它们？

```
class Person:
    def normal_method():
        print('normal')

    def method(self):
        print("{}'s method".format(self))

    @classmethod
    def class_method(cls): # cls是什么
        print('class = {0.__name__} ({0})'.format(cls))
        cls.HEIGHT = 170

    @staticmethod
    def static_methd():
        print(Person.HEIGHT)
```

```
print('~~~类访问')
print(1, Person.normal_method()) # 可以吗
print(2, Person.method()) # 可以吗
print(3, Person.class_method()) # 可以吗
print(4, Person.static_methd()) # 可以吗
print(Person.__dict__)
print('~~~实例访问')
print('tom----')
tom = Person()
print(1, tom.normal_method()) # 可以吗
print(2, tom.method()) # 可以吗
print(3, tom.class_method()) # 可以吗？
print(4, tom.static_methd()) # 可以吗
print('jerry----')
jerry = Person()
print(1, jerry.normal_method()) # 可以吗
```

```
print(2, jerry.method()) # 可以吗
print(3, jerry.class_method()) # 可以吗?
print(4, jerry.static_methd()) # 可以吗
```

类几乎可以调用所有内部定义的方法，但是调用 `普通的方法` 时会报错，原因是第一参数必须是类的实例。

实例也几乎可以调用所有的方法，`普通的函数` 的调用一般不可能出现，因为不允许这么定义。

总结：

类除了普通方法都可以调用，普通方法需要对象的实例作为第一参数。

实例可以调用所有类中定义的方法（包括类方法、静态方法），普通方法传入实例自身，静态方法和类方法需要找到实例的类。

访问控制

私有（Private）属性

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.age = age

    def growup(self, i=1):
        if i > 0 and i < 150: # 控制逻辑
            self.age += i

p1 = Person('tom')
p1.growup(20) # 正常的范围
p1.age = 160 # 超过了范围，并绕过了控制逻辑
print(p1.age)
```

上例，本来是想通过方法控制属性，但是由于属性在外部可以访问，或者说可见，就可以直接绕过方法，直接修改这个属性。

Python提供了私有属性可以解决这个问题。

私有属性

使用**双下划线开头**的属性名，就是私有属性

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.__age = age

    def growup(self, i=1):
        if i > 0 and i < 150: # 控制逻辑
            self.__age += i

p1 = Person('tom')
p1.growup(20) # 正常的范围
print(p1.__age) # 可以吗
```

通过实验可以看出，外部已经访问不到 `__age` 了，age根本就没有定义，更是访问不到。

那么，如何访问这个私有变量 `__age` 呢？

使用方法来访问

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.__age = age

    def growup(self, i=1):
        if i > 0 and i < 150: # 控制逻辑
            self.__age += i

    def getage(self):
        return self.__age

print(Person('tom').getage())
```

私有变量的本质

外部访问不到，能够动态增加一个 `__age` 呢？

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.__age = age
```

```

def growup(self, i=1):
    if i > 0 and i < 150: # 控制逻辑
        self.__age += i

def getage(self):
    return self.__age

p1 = Person('tom')
p1.growup(20) # 正常的范围
#print(p1.__age) # 访问不到
p1.__age = 28
print(p1.__age)
print(p1.getage())
# 为什么年龄不一样? __age没有覆盖吗?
print(p1.__dict__)

```

秘密都在 `__dict__` 中，里面是{'__age': 28, '_Person__age': 38, 'name': 'tom'}

私有变量的本质：

类定义的时候，如果声明一个实例变量的时候，使用双下划线，Python解释器会将其**改名**，转换名称为 **`_类名_变量名`** 的名称，所以用原来的名字访问不到了。

知道了这个名字，能否直接修改呢？

```

class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.__age = age

    def growup(self, i=1):
        if i > 0 and i < 150: # 控制逻辑
            self.__age += i

    def getage(self):
        return self.__age

p1 = Person('tom')
p1.growup(20) # 正常的范围
#print(p1.__age) # 访问不到
p1.__age = 28
print(p1.__age)

```

```
print(p1.getage())
# 为什么年龄不一样? __age没有覆盖吗?
print(p1.__dict__)

# 直接修改私有变量
p1._Person__age = 15
print(p1.getage())
print(p1.__dict__)
```

从上例可以看出，知道了私有变量的新名称，就可以直接从外部访问到，并可以修改它。

保护变量

在变量名前使用一个下划线，称为保护变量。

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self._age = age

tom = Person('Tom')
print(tom._age)
print(tom.__dict__)
```

可以看出，这个`_age`属性根本就没有改变名称，和普通的属性一样，解释器不做任何特殊处理。这只是开发者共同的约定，看见这种变量，就如同私有变量，不要直接使用。

私有方法

参照保护变量、私有变量，使用单下划线、双下划线命名方法。

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self._age = age

    def __getname(self):
        return self.name

    def __getage(self):
```

```
return self._age
```

```
tom = Person('Tom')
print(tom._getname()) # 没改名
print(tom._getage()) # 无此属性
print(tom.__dict__)
print(tom.__class__.__dict__)
print(tom._Person__getage()) # 改名了
```

私有方法的本质

单下划线的方法只是开发者之间的约定，解释器不做任何改变。

双下划线的方法，是私有方法，解释器会改名，改名策略和私有变量相同，**`_类名_方法名`**。方法变量都在类的 `__dict__` 中可以找到。

私有成员的总结

在Python中使用 `_` 单下划线 或者 `__` 双下划线来标识一个成员被保护或者被私有化隐藏起来。

但是，不管使用什么样的访问控制，都不能真正的阻止用户修改类的成员。Python中没有绝对的安全的保护成员或者私有成员。

因此，前导的下划线只是一种警告或者提醒，请遵守这个约定。除非真有必要，不要修改或者使用保护成员或者私有成员，更不要修改它们。

补丁

可以通过修改或者替换类的成员。使用者调用的方式没有改变，但是，类提供的功能可能已经改变了。

猴子补丁（Monkey Patch）：

在运行时，对属性、方法、函数等进行动态替换。

其目的往往是为了通过替换、修改来增强、扩展原有代码的能力。

黑魔法，慎用。

```
# test1.py
from test2 import Person
from test3 import get_score

def monkeypatch4Person():
    Person.get_score = get_score
```



```
monkeypatch4Person() # 打补丁
```

```
if __name__ == "__main__":  
    print(Person().get_score())
```

```
# test2.py  
class Person:  
    def get_score(self):  
        # connect to mysql  
        ret = {'English':78, 'Chinese':86, 'History':82}  
        return ret
```

```
# test3.py  
def get_score(self):  
    return dict(name=self.__class__.__name__,English=88, Chinese=90, History=85)
```

上例中，假设Person类get_score方法是从数据库拿数据，但是测试的时候，不方便。使用猴子补丁，替换了get_score方法，返回模拟的数据。

属性装饰器

一般好的设计是：把实例的属性保护起来，不让外部直接访问，外部使用getter读取属性和setter方法设置属性。

```
class Person:  
    def __init__(self, name, age=18):  
        self.name = name  
        self.__age = age  
  
    def age(self):  
        return self.__age  
  
    def set_age(self, age):  
        self.__age = age  
  
tom = Person('Tom')  
print(tom.age())  
tom.set_age(20)
```

```
print(tom.age())
```

通过age和set_age方法操作属性。
有没有简单的方式呢？

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.__age = age

    @property
    def age(self):
        return self.__age

    @age.setter
    def age(self, age):
        self.__age = age

    @age.deleter
    def age(self):
        # del self.__age
        print('del')

tom = Person('Tom')
print(tom.age)
tom.age = 20
print(tom.age)
del tom.age
```

特别注意：使用property装饰器的时候这三个方法同名

property装饰器

后面跟的函数名就是以后的属性名。它就是getter。这个必须有，有了它至少是只读属性

setter装饰器

与属性名同名，且接收2个参数，第一个是self，第二个是将要赋值的值。有了它，属性可写

deleter装饰器

可以控制是否删除属性。很少用

property装饰器必须在前，setter、deleter装饰器在后。

property装饰器能通过简单的方式，把对方法的操作变成对属性的访问，并起到了一定隐藏效果

其它的写法

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.__age = age


    def getage(self):
        return self.__age

    def setage(self, age):
        self.__age = age

    def delage(self):
        # del self.__age
        print('del')

age = property(getage, setage, delage, 'age property')

tom = Person('Tom')
print(tom.age)
tom.age = 20
print(tom.age)
del tom.age
```



还可以如下

```
class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.__age = age

    age = property(lambda self: self.__age)

tom = Person('Tom')
print(tom.age)
```

对象的销毁

类中可以定义 `__del__` 方法，称为析构函数（方法）。

作用：销毁类的实例的时候调用，以释放占用的资源。其中就放些清理资源的代码，比如释放连接。

注意这个方法不能引起对象的真正销毁，只是对象销毁的时候会自动调用它。

使用del语句删除实例，引用计数减1。当引用计数为0时，会自动调用 `__del__` 方法。由于Python实现了垃圾回收机制，不能确定对象何时执行垃圾回收。

```
import time

class Person:
    def __init__(self, name, age=18):
        self.name = name
        self.__age = age

    def __del__(self):
        print('delete {}'.format(self.name))
```

```
def test():
    tom = Person('tom')
    tom.__del__()
    tom.__del__()
    tom.__del__()
    tom.__del__()
    print('====start====')
    tom2 = tom
    tom3 = tom2
    print(1, 'del')
    del tom
    time.sleep(3)

    print(2, 'del')
    del tom2
    time.sleep(3)
    print('~~~~~')

    del tom3 # 注释一下看看效果
    time.sleep(3)
```

```
print('====end')
```

```
test()
```

由于垃圾回收对象销毁时，才会真正清理对象，还会再之前自动调用 `__del__` 方法，除非你明确知道自己的目的，建议不要手动调用这个方法。

方法重载(overload)

在其他面向对象的高级语言中，都有重载的概念。

所谓重载，就是同一个方法名，但是参数数量、类型不一样，就是同一个方法的重载。

Python没有重载！

Python不需要重载！

Python中，方法（函数）定义中，形参非常灵活，不需要指定类型（就算指定了也只是一个说明而非约束），参数个数也不固定（可变参数）。一个函数的定义可以实现很多种不同形式实参的调用。所以Python不需要方法的重载。

或者说Python本身就实现了其它语言的重载。

封装

面向对象的三要素之一，封装Encapsulation

封装

将数据和操作组织到类中，即属性和方法

将数据隐藏起来，给使用者提供操作（方法）。使用者通过操作就可以获取或者修改数据。

getter和setter。

通过访问控制，暴露适当的数据和操作给用户，该隐藏的隐藏起来，例如保护成员或私有成员。

练习

1、随机整数生成类

可以指定一批生成的个数，可以指定数值的范围，可以调整每批生成数字的个数

2、打印坐标

使用上题中的类，随机生成20个数字，两两配对形成二维坐标系的坐标，把这些坐标组织起来，并打印输出

3、车辆信息

记录车的品牌mark、颜色color、价格price、速度speed等特征，并实现增加车辆信息、显示全部车辆信息的功能

4、实现温度的处理

实现华氏温度和摄氏温度的转换。

$$^{\circ}\text{C} = 5 \times (^{\circ}\text{F} - 32) / 9$$

$$^{\circ}\text{F} = 9 \times ^{\circ}\text{C} / 5 + 32$$

完成以上转换后，增加与开氏温度的转换， $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$

5、模拟购物车购物

