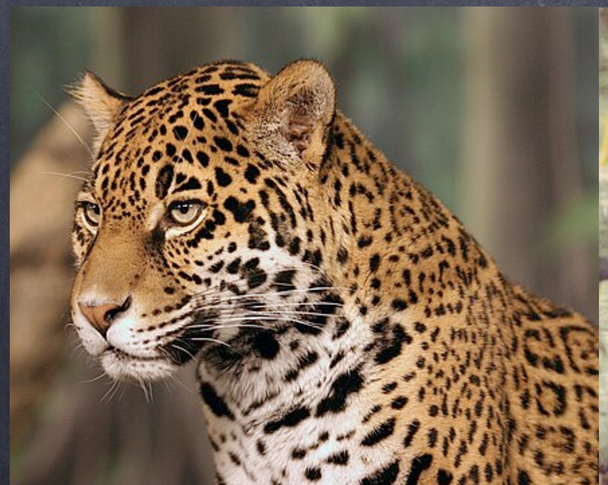
多态



多态（Polymorphism）

- 多态是指一个实体可以有多种不同的形式（Polymorphism, Poly + morphism = multiple forms）
- 主要有三种类型的多态：
  - 特设多态（Ad hoc polymorphism）
  - 参数多态（Parametric polymorphism）
  - 子类型多态（Subtyping or Inclusion polymorphism）

特设多态（Ad hoc polymorphism）

- 指一个多态函数（polymorphism functions）可以应用于有不同类型的实际参数上
- 以来它们所应用到的实际参数类型而有不同的表现。
- 也称为函数重载（Function Overloading）或运算符重载（Operator Overloading）

例子：函数重载

- 对于Java语言来说：

```
double sum(double a, double b){
    …
}

double sum(double a, double b, double c){
    …
}

float sum(float a, float b){
    …
}
```

Same method name

different types or numbers of parameters

调用这些函数时，会在编译时就已经绑定好了具体的函数

例子：函数重载

- Python是动态类型语言，函数调用时，类型推迟到运行时判断，不支持通常的函数重载。

```
def sum(a, b):
    return a + b

def sum(a, b, c):
    return a + b + c

sum(1.2, 2.2, 1.1)
sum(1, 2, 3)
sum(2, 3)
```

Error

例子：函数重载

- 通过一些手段，可以使Python"支持"这样的"重载"

```
def add(datatype, *args):
    if datatype == 'int':
        ans = 0
    if datatype == 'str':
        ans = ''
    # Traverse through the arguments
    for i in args:
        ans = ans + i
    print(ans)

# Integer
add('int', 2, 8)
# String
add('str', 'college ', 'Dekho')
```

可变参数

基于类型的分派
Type-based dispatch

例子：函数重载

- 通过一些手段，可以使Python"支持"这样的"重载"

缺省参数

```
def multiply(a=None, b=None):
    if a != None and b == None:
        print(a)
    # else will be executed if both are available and returns multiplication of two
    else:
        print(a*b)


# two arguments are passed, returns addition of two
multiply(2, 12)
# only one argument is passed, returns a
multiply(9)
```

例子：函数重载

- 通过一些手段，可以使Python"支持"这样的"重载"

```
from multipledispatch import dispatch
@dispatch(int, int)
def product(first, second):
    result = first*second
    print(result)

@dispatch(int, int, int)
def product(first, second, third):
    result = first * second * third
    print(result)

# calling product method with 2 arguments
product(2, 5) # this will give output of 10

# calling the product method/function  with 3 arguments
product(2, 5, 2) # this will give output of 20
```

dispatch修饰符（Decorator）

pip3 install multipledispatch

例子：运算符重载

- 运算符重载可以拓展运算符可以作用到的操作数上
- 比如：添加实现 __add__ 方法到自定义的类中，即可完成"+"的重载，使得其可以作用在这个类的对象中

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

    def __add__(self, other):
        return Comb(self.a+other.a, self.b+other.b)

    def __repr__(self):
        return '{0}, {1}'.format(self.a, self.b)

c1 = Comb(1, 2)
c2 = Comb(2, 3)
c1 + c2
```

demo

参数多态（Parametric polymorphism）

- 参数多态允许函数或数据类型被一般性的书写，从而它可以"统一"的处理值而不用依赖于它们的类型。
- 这种函数和数据类型被分别称为"泛化函数"（generic functions）和"泛化数据类型"（generic datatypes），从而形成了泛型编程（generic programming）的基础。

例子：泛化函数和泛化数据

- 对于Java语言来说：

```
List<String> name = new ArrayList<String>();
List<Integer> age = new ArrayList<Integer>();
List<Number> number = new ArrayList<Number>();

void printArray( List<?> data ) {
     for (i = 0; i <data.length(); i++){
       System.out.println(data.get(i));
     }
}
printArray(name)
printArray(age)
printArray(number)
```

例子：泛化函数和泛化数据

- 对于Python而言，其本身就是动态类型，天然支持泛型

Anything summable!

```
def sum_two(a, b):
    return a + b
```

- sum_two函数对于a和b的类型而言是泛化的

例子：泛化函数和泛化数据

- 实际上，python的这种多态叫做“duck typing”
- 即其并不关心具体类型，而只关注当前方法和属性的集合。

James Whitcomb Riley
“If it looks like a duck and quacks like a duck, it must be a duck.”

例子：泛化函数和泛化数据

```
class Duck:
    def quack(self):
        print("the duck is quacking")
    def feathers(self):
        print("the duck has feathers")

class Person:
    def quack(self):
        print("the person cannot quack!")
    def feathers(self):
        print("the person has no feathers!")

def in_the_forest(duck):
    duck.quack()
    duck.feathers()
```

不关心具体类型

只要方法对应即可

```
donald = Duck()
john = Person()
in_the_forest(donald)
in_the_forest(john)
```

例子：泛化函数和泛化数据

- 实际上，python很多内置函数都是这么支持"多态"的

`len()` 作用的对象，只要含有 `__len__()`

`iter()` 作用的对象，只要含有 `__iter__()`

子类型多态

- 它指的是子类型和其父类型的一种可替换关系。
- 意味着在程序中，父类型的所有函数调用，可以被子类型的函数完全替换

例子

- 在Java中

```
class Animal {
      void eat(){}
}
class Cat extends Animal {
      public void eat() {
          System.out.println("吃鱼");
      }
      public void work() {
          System.out.println("抓老鼠");
      }
}
class Dog extends Animal {
      public void eat() {
          System.out.println("吃骨头");
      }
      public void work() {
          System.out.println("看家");
      }
 }
```

```
Animal c = new Cat();
c.eat();
c.work();
Animal d = new Dog();
d.eat();
d.work();
```

例子

- 在Python中

```
class Parent:
    def f(s):
        print("Parent.f")
    def g(s):
        s.f()

class Child(Parent):
    def f(me):
        print("Child.f")

a_child = Child()
a_child.g()
```

特殊方法

- 特殊方法具有内建的行为，其总是以两个下划线开始和结束
- Python通常隐蔽地调用这些方法

Name	Behavior
__init__	Method invoked automatically when an object is constructed
__repr__	Method invoked to display an object as a Python expression
__str__	Method invoked to stringify an object
__add__	Method invoked to add one object to another
__bool__	Method invoked to convert an object to True or False
__float__	Method invoked to convert an object to a float (real number)
__eq__	Method invoked to determine two objects are equal in contents
__gt__	Method invoked to determine whether object is larger than another one

More refer to https://docs.python.org/3/reference/datamodel.html#special-method-names

Representation: __str__ 和 __repr__

__str__

- __str__ 方法返回一个对象的可读字符串形式

```
from fractions import Fraction

one_third = 1/3
one_half = Fraction(1, 2)


float.__str__(one_third)        # '0.3333333333333333'
Fraction.__str__(one_half)      # '1/2'
```

__str__的用法

- 应用广泛，如print() 函数，str() 构造子，f-strings

```
from fractions import Fraction

one_third = 1/3
one_half = Fraction(1, 2)

print(one_third)                    # '0.3333333333333333'
print(one_half)                     # '1/2'

str(one_third)                      # '0.3333333333333333'
str(one_half)                       # '1/2'

f"{one_half} > {one_third}"  # '1/2 > 0.3333333333333333'
```

自定义__str__

- 重写__str__方法，来得到一个人类友好的字符串对象

```
class Lamb:
    species_name = "Lamb"
    scientific_name = "Ovis aries"

    def __init__(self, name):
        self.name = name
    def __str__(self):
        return "Lamb named " + self.name

lil = Lamb("Lil lamb")
str(lil)
print(lil)
```

__repr__

- 返回一个字符串，其可以被再次"求值"为对象

```
from fractions import Fraction

one_half = Fraction(1, 2)
Fraction.__repr__(one_half)              # 'Fraction(1, 2)'
```

- 如果实现正确，那么调用eval () 可以得到一个值相同的对象

```
another_half = eval(Fraction.__repr__(one_half))
```

__repr__的用法

- 一般用于repr(object) 调用，以及在Python的交互式终端显示对象

```
from fractions import Fraction

one_third = 1/3
one_half = Fraction(1, 2)

one_third
one_half
repr(one_third)
repr(one_half)
```

自定义__repr__

- 写__repr__方法，来得到一个合适的Python对象表示

```
class Lamb:
    species_name = "Lamb"
    scientific_name = "Ovis aries"

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

    def __str__(self):
        return "Lamb named " + self.name

    def __repr__(self):
        return f"Lamb({repr(self.name)})"
```

```
lil = Lamb("Lil lamb")
repr(lil)
lil
```

__repr__和__str__的一些规则

- 当repr(obj)函数被调用时
  - Python 调用 ClassName.__repr__ 方法（如果存在）
  - 如果找不到，会在父类上找相应的__repr__
  - 如果都失败了，调用object.__repr__
- 当str(obj)函数被调用时
  - Python 调用 ClassName.__str__ 方法（如果存在）
  - 如果找不到，调用__repr__
  - 之后如上

Any questions ?