

Scopes, closures, decorators.

Емельянов А. А.
login-const@mail.ru

Что такое namespace в Python

- Пространства имен Python (namespace) - это контейнеры для сопоставления имен с объектами. В Python все является объектом, и мы указываем имя для объекта, чтобы мы могли получить к нему доступ позже.
- Большинство пространств имен в настоящее время реализованы в виде словарей Python, но это обычно не заметно (кроме производительности), и в будущем оно может измениться.

```
namespace = {"name1":object1, "name2":object2}
```

```
x = 1

def foo():
    x = 10
    y = 20

for i in range(1, 2):
    x = 100
    y = 200
```

The diagram illustrates variable scopes in Python. It shows three code snippets with red boxes and arrows indicating their namespace:

- global namespace variable:** Points to the variable `x = 1` at the top level.
- local namespace variables:** Points to the variables `x = 10` and `y = 20` inside the `foo()` function.
- local namespace variables:** Points to the variables `x = 100` and `y = 200` inside the `for` loop.

Область видимости: конструкции управления потоком выполнения

- Циклы и условные конструкции не имеют своей области видимости (scope).

```
In [1]: for index in range(100):  
        sub_index = index // 10  
        pass  
        print(index, sub_index)
```

99 9

```
In [2]: outer_int = 100  
        if outer_int > 10:  
            inner_checker = True  
        else:  
            inner_checker = False  
        print(outer_int, inner_checker)
```

100 True

```
In [3]: outer_int = 100  
        if outer_int < 10:  
            inner_checker = True  
        else:  
            inner_checker = False  
        print(outer_int, inner_checker)
```

100 False

```
In [4]: for i in range(10):  
        for j in range(10):  
            k = i * j  
            if k > 50:  
                z = k  
        print(i, j, k, z)
```

9 9 81 81

Область видимости: функции

- Функции имеют свою область видимости.

```
In [17]: def mul(*args):  
         if not len(args):  
             print("Length of args is zero!")  
         res = 1  
         for arg in args:  
             if isinstance(arg, int) or isinstance(arg, float):  
                 res *= arg  
             else:  
                 print("Skip arg {} (not int or float)".format(arg))  
         return res
```

```
In [21]: print(res)
```

```
-----  
NameError                                Traceback (most recent call last)  
<ipython-input-21-2bc7c0cc4173> in <module>()  
----> 1 print(res)  
  
NameError: name 'res' is not defined
```

Область видимости: функции

- Функции имеют доступ ко внешним переменным.

```
In [15]: def print_outer_index():  
          print("Outer index {}".format(index_))  
          for index_ in range(5):  
              print_outer_index()
```

```
Outer index 0  
Outer index 1  
Outer index 2  
Outer index 3  
Outer index 4
```

Типы пространств имен и жизненный цикл

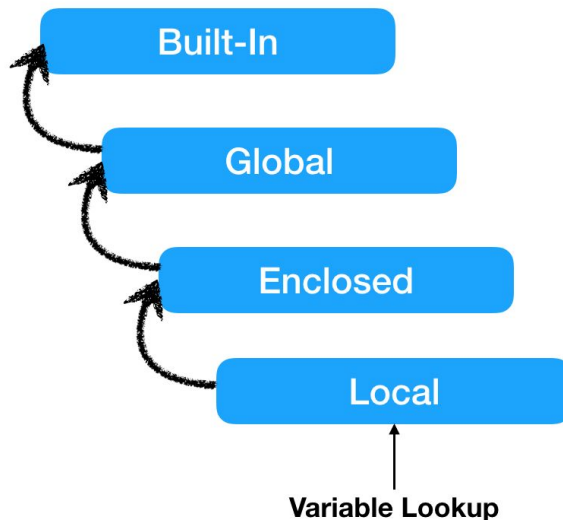
- Пространства имен Python можно разделить на четыре типа:
 1. **Local Namespace:** Локальное пространство имен удаляется, когда функция или блок кода заканчивают свое выполнение.
 2. **Enclosed Namespace:** Когда ссылка определена внутри функции, она создает закрытое пространство имен. Его жизненный цикл совпадает с локальным пространством имен.
 3. **Global Namespace:** он принадлежит скрипту Python или текущему модулю. Глобальное пространство имен для модуля создается при чтении определения модуля. Как правило, пространства имен модуля также действуют до тех пор, пока интерпретатор не закроется.
 4. **Built-in Namespace:** Встроенное пространство имен (built-in) создается при запуске интерпретатора Python и *никогда* не удаляется.

Правило LEVG

- Переменные Python ищутся в следующем порядке пространств имен.

Local -> Enclosed -> Global -> Built-in

- Это также называется правилом LEGB для поиска переменных.



Правило LEVG: Пример

The image shows a Python IDE window titled 'namespace.py' with the following code:

```
1 x = 10
2 y = 20
3
4
5 def outer():
6     z = 30
7
8     def inner():
9         x = 30
10        print(f'x is {x}')
11        print(f'z is {z}')
12        print(f'y is {y}')
13        print(len("abc"))
14
15    inner()
16
17
18 outer()
19
```

Red annotations and arrows illustrate the LEVG (Local, Enclosed, Global, Built-in) rule for namespace resolution:

- global**: Points to the global namespace for the variable `y` (line 2).
- enclosed**: Points to the enclosing function's namespace for the variable `z` (line 6).
- local**: Points to the local function's namespace for the variable `x` (line 9).
- built-in namespace has len() function**: Points to the `len()` function call on line 13.

The execution output at the bottom shows the results of running the code:

```
Run: namespace
x is 30
z is 30
y is 20
3
Process finished with exit code 0
```


globals and locals

- Функция Python `globals()` возвращает словарь глобальных переменных текущей области видимости.
- Функция Python `locals()` возвращает словарь текущих локальных переменных области видимости.

```
➔ ~ python3.7
Python 3.7.3 (v3.7.3:ef4ec6ed12, Mar 25 2019, 16:52:21)
[Clang 6.0 (clang-600.0.57)] on darwin
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
>>> global_var = "global"
>>>
>>> def foo():
...     local_var = "local"
...     print('global variables inside foo(): ', globals())
...     print('local variables inside foo(): ', locals())
...
>>> print('global variables: ', globals())
global variables: {'__name__': '__main__', '__doc__': None, '__package__': None, '__loader__': <class '_frozen_importlib.BuiltinImporter'>, '__spec__': None,
'__annotations__': {}, '__builtins__': <module 'builtins' (built-in)>, 'global_var': 'global', 'foo': <function foo at 0x1102c9510>}
>>>
>>> print('local variables: ', locals())
local variables: {'__name__': '__main__', '__doc__': None, '__package__': None, '__loader__': <class '_frozen_importlib.BuiltinImporter'>, '__spec__': None,
'__annotations__': {}, '__builtins__': <module 'builtins' (built-in)>, 'global_var': 'global', 'foo': <function foo at 0x1102c9510>}
>>>
>>> foo()
global variables inside foo(): {'__name__': '__main__', '__doc__': None, '__package__': None, '__loader__': <class '_frozen_importlib.BuiltinImporter'>, '__s
pec__': None, '__annotations__': {}, '__builtins__': <module 'builtins' (built-in)>, 'global_var': 'global', 'foo': <function foo at 0x1102c9510>}
local variables inside foo(): {'local_var': 'local'}
>>>
>>>
>>> █
```

- Присваивание всегда происходит в локальной области видимости и не затрагивает более высокие.
- Менять это поведение можно с помощью **global** и **nonlocal**.

```
In [102]: a = 10
          def get_locals(x):
              a = 1
              print(locals())
              return a
```

```
In [103]: a, get_locals(5)
          {'a': 1, 'x': 5}
```

```
Out[103]: (10, 1)
```

WTF?

```
In [117]: a = 10
def f():
    print(a)
f()
```

10

```
In [121]: a = 10
def f():
    print(a)
    a = 5
f()
```

```
-----
UnboundLocalError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-121-7421dde9c456> in <module>()
      3     print(a)
      4     a = 5
----> 5 f()

<ipython-input-121-7421dde9c456> in f()
      1 a = 10
      2 def f():
----> 3     print(a)
      4     a = 5
      5 f()

UnboundLocalError: local variable 'a' referenced before assignment
```

- Любая переменная, которая изменяется или создается внутри функции является локальной.

In [117]:

```
a = 10
def f():
    print(a)
f()
```

10

In [121]:

```
a = 10
def f():
    print(a)
    a = 5
f()
```

UnboundLocalError Traceback (most recent call last)
<ipython-input-121-7421dde9c456> in <module>()

```
3     print(a)
4     a = 5
----> 5 f()
```

<ipython-input-121-7421dde9c456> in f()

```
1 a = 10
2 def f():
----> 3     print(a)
4     a = 5
5 f()
```

UnboundLocalError: local variable 'a' referenced before assignment

- Обращение к глобальным переменным.

```
In [105]: a = 10
def sum_a(x):
    global a
    a += x
    return a
```

```
In [108]: a, sum_a(1)
```

```
Out[108]: (12, 13)
```

```
In [137]: x = 40
def f():
    x = 42
    def g():
        global x
        x = 43
    print("Before calling g: " + str(x))
    print("Calling g now:")
    g()
    print("After calling g: " + str(x))

f()
print("x in main: " + str(x))
```

```
Before calling g: 42
Calling g now:
After calling g: 42
x in main: 43
```

```
In [140]: x = 10
def f():
    x = 40
    print(x)
    global x
    x = 20
```

```
File "<ipython-input-140-310ee235a553>", line 5
    global x
SyntaxError: name 'x' is used prior to global declaration
```

- Обращение к переменным следующего уровня.

```
In [142]: def f():
           x = 42
           def g():
               nonlocal x
               x = 43
           print("Before calling g: " + str(x))
           print("Calling g now:")
           g()
           print("After calling g: " + str(x))

x = 3
f()
print("x in main: " + str(x))
```

```
Before calling g: 42
Calling g now:
After calling g: 43
x in main: 3
```

```
In [146]: def f():
           def g():
               nonlocal x
               x = 43
           print("Before calling g: " + str(x))
           print("Calling g now:")
           g()
           # x = 42
           print("After calling g: " + str(x))

x = 3
f()
print("x in main: " + str(x))
```

```
File "<ipython-input-146-349d08298903>", line 3
    nonlocal x
SyntaxError: no binding for nonlocal 'x' found
```

```
In [143]: x = 10
           def f():
               x = 40
               print(x)
               nonlocal x
               x = 20
```

```
File "<ipython-input-143-7336c4019f7d>", line 5
    nonlocal x
SyntaxError: name 'x' is used prior to nonlocal declaration
```

nonlocal – еще пример

```
def build_functions(value=[]):  
    a = 1  
    def get():  
        return value  
    def put(new_value):  
        nonlocal value  
        if isinstance(value, list):  
            value.append(new_value)  
        else:  
            value += new_value  
    return get, put
```

```
for _ in range(3):  
    get1, put1 = build_functions()  
    get2, put2 = build_functions([])  
    get3, put3 = build_functions(0)  
    put1(10)  
    put2(20)  
    put3(1)  
    print(get1(), get2(), get3())
```

```
[10] [20] 1  
[10, 10] [20] 1  
[10, 10, 10] [20] 1
```

```
value = []  
value2 = 0  
for _ in range(3):  
    get1, put1 = build_functions(value)  
    get2, put2 = build_functions(value)  
    get3, put3 = build_functions(value2)  
    put1(10)  
    put2(20)  
    put3(1)  
    print(get1(), get2(), get3())
```

```
[10, 20] [10, 20] 1  
[10, 20, 10, 20] [10, 20, 10, 20] 1  
[10, 20, 10, 20, 10, 20] [10, 20, 10, 20, 10, 20] 1
```

- То что происходит называется замыканием (или closure) – функция, которая ссылается на переменные в своём контексте.

```
In [173]: def outer_func(x):  
          def inner_func(y):  
              # inner_func замкнуло в себе x  
              return y + x  
          return inner_func
```

```
In [174]: inner_func1 = outer_func(10)  
          inner_func2 = outer_func(20)  
          inner_func1(10), inner_func2(10)
```

```
Out[174]: (20, 30)
```

```
In [175]: print(*map(lambda x: x.cell_contents, inner_func1.__closure__))  
10
```

```
In [176]: print(*map(lambda x: x.cell_contents, inner_func2.__closure__))  
20
```


Замыкания и атрибуты

```
In [205]: def get_adder(x):  
           def adder(y):  
               return adder.x + y  
  
           def update(x):  
               adder.x = x  
  
           adder.x = x  
           adder.update = update  
  
           return adder
```

```
In [206]: inc_adder = get_adder(1)
```

```
In [207]: inc_adder(2)
```

```
Out[207]: 3
```

```
In [209]: inc_adder.update(3)  
           inc_adder(4)
```

```
Out[209]: 7
```

Замыкания и атрибуты: пример

```
In [233]: def connect_manager(connector_id, prev_connections=[]):  
          def connector(guid):  
              connector.user_guids.append(guid)  
  
          def clear():  
              connector.user_guids = []  
  
          connector.user_guids = prev_connections  
          connector.clear = clear  
          connector.id = connector_id  
  
          return connector
```

```
In [234]: connector1 = connect_manager(1)  
          connector2 = connect_manager(2)
```

```
In [235]: connector1("guid1")  
          connector2("guid2")
```

```
In [236]: connector1.user_guids, connector2.user_guids
```

```
Out[236]: (['guid1', 'guid2'], ['guid1', 'guid2'])
```

```
In [237]: connector1.id, connector2.id
```

```
Out[237]: (1, 2)
```

```
In [14]: 1 def create_multipliers():
          2     multipliers = []
          3
          4     for i in range(5):
          5         def multiplier(x):
          6             return i * x
          7         multipliers.append(multiplier)
          8
          9     return multipliers
```

```
In [15]: 1 # WTF
          2 for multiplier in create_multipliers():
          3     print(multiplier(2))
```

```
8
8
8
8
8
```

```
In [247]: def deprecated(func):  
            def wrapper(*args, **kwargs):  
                print("Function {} is deprecated!".format(func.__name__))  
                return func(*args, **kwargs)  
            return wrapper  
  
            def f(x):  
                return x  
            # WTF  
            f = deprecated(f)  
            f(10)
```

Function f is deprecated!

Out[247]: 10

Декораторы

- Декоратор – функция которая принимает другую функцию (?) и что-то возвращает.
- То есть, декораторы в python — это просто синтаксический сахар для конструкций вида:

```
In [249]: def deprecated(func):  
           def wrapper(*args, **kwargs):  
               print("Function {} is deprecated!".format(func.__name__))  
               return func(*args, **kwargs)  
           return wrapper  
  
           @deprecated  
           def f(x):  
               return x  
  
           f(10)  
  
           Function f is deprecated!
```

Out[249]: 10

Декораторы: проблемы

- Декораторы несколько замедляют вызов функции, не забывайте об этом.
- Вы не можете "раздекорировать" функцию. Безусловно, существуют трюки, позволяющие создать декоратор, который можно отсоединить от функции, но это плохая практика. Правильнее будет запомнить, что если функция декорирована — это не отменить.
- Декораторы оборачивают функции, что может затруднить отладку.

In [254]:

```
@deprecated  
def f(x):  
    return x  
f.__name__
```

Decorator created!

Out[254]: 'wrapper'

Декораторы: решение проблемы

- Модуль functools

```
In [271]: import functools

def deprecated(func):
    @functools.wraps(func)
    def wrapper(*args, **kwargs):
        print("Function {} is deprecated!".format(func.__name__))
        return func(*args, **kwargs)
    return wrapper

@deprecated
def f(x):
    return x
```

```
In [272]: f.__name__
```

```
Out[272]: 'f'
```



Декораторы с аргументами

```
In [277]: import sys
import functools

def decorator_maker(dest=sys.stdout):
    print("Decorator creator!")
    def deprecated(func):
        print("Decorator created!")
        @functools.wraps(func)
        def wrapper(*args, **kwargs):
            print("Function {} is deprecated!".format(func.__name__), file=dest)
            return func(*args, **kwargs)
        return wrapper
    return deprecated

@decorator_maker(sys.stderr)
def f(x):
    return x
```

```
Decorator creator!
Decorator created!
```

```
In [278]: f(1)
```

```
Function f is deprecated!
```

```
Out[278]: 1
```

Классы декораторы

```
In [289]: class Logger(object):
            def __init__(self, func):
                self.func = func
                self.log = []
            def __call__(self, *args, **kwargs):
                self.log.append((args, kwargs))
                return self.func(*args, **kwargs)
            pass

            @Logger
            def f(x, y=1):
                return x * y
```

```
In [291]: f(1, 2)
```

```
Out[291]: 2
```

```
In [292]: f.log
```

```
Out[292]: [(1, 2), {}]
```

Несколько декораторов

```
In [296]: import sys
import functools

def decorator_maker(dest=sys.stdout):
    def deprecated(func):
        @functools.wraps(func)
        def wrapper(*args, **kwargs):
            print("Function {} is deprecated!".format(func.__name__), file=dest)
            return func(*args, **kwargs)
        return wrapper
    return deprecated

class Logger(object):
    def __init__(self, func):
        self.func = func
        self.log = []
    def __call__(self, *args, **kwargs):
        self.log.append((args, kwargs))
        return self.func(*args, **kwargs)

@Logger
@decorator_maker(sys.stderr)
def f(x):
    print(x)
```

```
In [297]: f(1)
```

```
1
```

```
Function f is deprecated!
```

```
In [298]: f.log
```

```
Out[298]: [((1,), {})]
```

- **staticmethod**
 - Применяется к методу класса.
 - Делает метод статическим.
 - Позволяет игнорировать экземпляр (`self`).
- **classmethod** – В метод класса первым аргументом неявным образом передаётся класс (аналогично метод экземпляра получает в первом аргументе сам экземпляр).

Декорирование классов

```
In [336]: def singleton(cls):
            instance = None
            @functools.wraps(cls)
            def inner(*args, **kwargs):
                nonlocal instance
                if instance is None:
                    instance = cls(*args, **kwargs)
                return instance
            return inner

            @singleton
            class A:
                "nothing"
            A() is A()
```

Out[336]: True

```
In [340]: def class_dec(cls):
            class ClassWrapper(cls):
                def add(self, x, y):
                    return x + y
            return ClassWrapper

            @class_dec
            class BinaryOperation(object):
                def mul(self, x, y):
                    return x * y
            pass
```

```
In [341]: b = BinaryOperation()
```

```
In [343]: b.__class__
```

Out[343]: `__main__.class_dec.<locals>.ClassWrapper`

Домашнее задание 3

- Целью этого задания является знакомство с областями видимости и декораторами в python.
- **Deadline** (получение полных баллов): 12.02.2020
- Адрес: login-const@mail.ru
- Задание состоит из трех частей (разных декораторов):
 - cached,
 - checked,
 - Logger.
- Текст условия доступен по [ссылке](#).

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ