NLP 南京大学 自然语言处理研究组 Natural Language Processing Group

南京大学 NANJING UNIVERSITY

函数初步

黄书剑

函数示例

- **函数是一种程序实体**
- **用于描述一个给定的功能（功能抽象）**
  - 可以被定义、被调用

```
>>> def add_by_3(x):
...     return x + 3
...
>>> type(add_by_3)
<class 'function'>
```

```
>>> add_by_3(100)
103
```

C++：

```
int add_by_3(int x){
    return x + 3;
}
add_by_3(100);
```

定义函数

- **复合语句**
  - clauses
  - header/suite

```
def <name> (<formal parameters>) :
        <suite>
```

- **将name与当前定义函数进行绑定**
- **当函数被调用时，执行子句中的语句**
  - 即函数功能

- **子句中可以包含return语句**
  - 计算表达式的值，并完成函数子句的执行

```
return <expression>
```

- **函数名与函数的绑定关系**
  - 函数可以被绑定到新的名字
  - 也可以通过赋值解除绑定

```
>>> def add_by_3(x):
...     return x + 3
...
>>> type(add_by_3)
<class 'function'>
```

```
>>> func = add_by_3
>>> type(func)
<class 'function'>
>>> func = 5
>>> type(func)
<class 'int'>
>>> func(1)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'int' object is not callable
```

函数调用

```
def <name> (<formal parameters>) :
        <suite>
        return <expression>

<name>(<arguments>)
```

- **函数调用表达式**
  - 函数名：操作符
  - 参数：　操作数

  *也可以使用位置、名称、默认参数等方式进行参数绑定
- **函数执行：**
  - 将参数argument与函数的形参formal parameter进行绑定
  - 执行函数定义子句中的操作语句
  - 执行return语句时结束子句执行，并将return表达式的计算结果返回

```
>>> def add_by_3(x):
...     return x + 3
...
>>> add_by_3(100)
103
>>> func = add_by_3
>>> func(1)
4
```

参数传递的其他形式

- 默认的参数传递按位置逐一匹配实参和形参（位置参数）

```
>>> def dividing_op(num, denom):
...     return num/denom
...
>>> print(dividing_op(1, 3))
0.3333333333333333
>>> print(dividing_op(3, 1))
3.0
```

– 注意：参数传递时不进行类型匹配

参数传递的其他形式

- **允许按名进行参数传递（关键字参数）**
  - 指定与某个形参绑定

```
>>> def dividing_op(num, denom):
...     return num/denom
...
```

```
>>> print(dividing_op( num=3, denom=1 ))
3.0
>>> print(dividing_op( denom=3, num=1 ))
0.3333333333333333
>>>
```

参数传递的其他形式

- **允许定义函数时指定参数的默认值**
  - 存在默认绑定对象

```
>>> def dividing_op(num, denom = 1):
...     return num/denom
...
>>> print(dividing_op(3))
3.0
```

参数传递的其他形式

- **可变长位置参数**
  - 元组参数
  - 事先不确定个数的参数
- **可变长关键字参数**
  - 字典参数（名、值）
  - 事先不确定个数的参数对

```
>>> def myprint(first, *mylist):
...     print(first)
...     print(mylist)
...
>>> myprint(1, 2)
1
(2,)
>>> myprint(1, 2, 3, 4)
1
(2, 3, 4)
```

packing

```
>>> def myprint(**kwargs):
...     for (k,v) in kwargs.items():
...             print(type(k), ":", k, type(v), ":", v)
...
>>> myprint(a=1, b=2)
<class 'str'> : a <class 'int'> : 1
<class 'str'> : b <class 'int'> : 2
```

函数的嵌套调用

- 函数中调用函数

```
>>> def square(x):
...     return x * x
...
>>> def add(x, y):
...     return x + y
...
>>> def sum_square(x, y):
...     return add(square(x), square(y))
...
```

```
>>> x = 3
>>> y = 5
>>> z = sum_square(x, y)
>>> z
34
```

函数的返回值

- return表达式可以返回一个或多个对象（元组，packing）

```
>>> def compute(x, y):
...     return x + y, x - y
...
>>> z = compute(3, 5)
>>> z
(8, -2)
>>> z1, z2 = compute(3, 5)
>>> z1
8
>>> z2
-2
```

使用文档字符串说明函数功能

- 文档字符串能够自动被识别为函数的帮助信息

```
>>> def compute(x, y):
...     """ compute the sum and difference of x and y """
...     return x + y, x - y
...
>>> help(compute)
```

```
Help on function compute in module __main__:


compute(x, y)
    compute the sum and difference of x and y
(END)
```

文档字符串

- **文档字符串可以用于包，模块，类或函数**
  - 是这些单元中的第一个语句
  - 可以通过对象的__doc__成员获取
  - 可以被pydoc使用，用于自动生成文档
  - *可以用于doctest自动测试

```
def fetch_bigtable_rows(big_table, keys, other_silly_variable=None):
    """Fetches rows from a Bigtable.

    Retrieves rows pertaining to the given keys from the Table instance
    represented by big_table.  Silly things may happen if
    other_silly_variable is not None.

    Args:
        big_table: An open Bigtable Table instance.
        keys: A sequence of strings representing the key of each table row
            to fetch.
        other_silly_variable: Another optional variable, that has a much
            longer name than the other args, and which does nothing.

    Returns:
        A dict mapping keys to the corresponding table row data
        fetched. Each row is represented as a tuple of strings. For
        example:

        {'Serak': ('Rigel VII', 'Preparer'),
         'Zim': ('Irk', 'Invader'),
         'Lrrr': ('Omicron Persei 8', 'Emperor')}

        If a key from the keys argument is missing from the dictionary,
        then that row was not found in the table.

    Raises:
        IOError: An error occurred accessing the bigtable.Table object.
    """
    pass
```

https://www.python.org/dev/peps/pep-0257/

https://zh-google-styleguide.readthedocs.io/en/latest/google-python-styleguide/python_style_rules/#comments

函数作为抽象手段（初步）

- **程序设计层级的提升**

```
for(int i = 0; i< length; i++)
        //list[i]
```

```
for item in list:
    # item
```

```
rstr = ''
    for item in inputstr:
        rstr = item + rstr
```

```
"".join(reversed(inputstr))
```

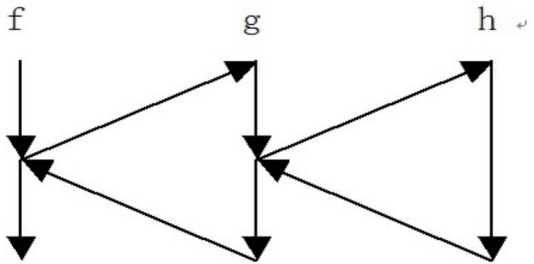
函数作为抽象手段（初步）

- **功能的一般化**
  - 处理丰富、可变的数据

```
def money_split():
    """ 将100拆为1、2、5分的组合 """

def money_split(x):
    """ 将x拆为1、2、5分的组合 """

def money_split(x, pieces):
    """ 将x拆为给定pieces的组合（pieces为整数的列表） """
```

递归函数

- **递归函数**
  - 函数执行过程中直接或者间接调用其本身



- **问题求解：将复杂问题分解为一个或多个相对简单的同构问题**
  - 分而治之（divide and conquer）
  - 其正确性一般可由归纳法证明

递归程序示例

- 求一元人民币换成一分、 两分和五分的所有兑换方案数

```
>>> count = 0
>>> for i in range(21):
...     for j in range(51):
...             if ( 100 - 5 * i - 2 * j ) >=0:
...                     count += 1
...
>>> count
541
```

功能抽象：如何对于任意给定的金额x求解?

```
def split(x):
    count = 0
    for i in range(x//5 + 1):
        for j in range(x//2 + 1):
            k = x - 5 * i - 2 * j
            if k >= 0 :
                count += 1
                print("5"*i, "2"*j, "1"*k)
    return count
```

- **求一元人民币换成一分、 两分和五分的所有兑换方案数**
  - 发生一次选择，问题的规模就会变小
  - 直到无法选择为止

```
def split_recursive(x, current):
    if x < 0:
        return 0
    if x == 0 :
        print("".join(current))
        return 1
    else :
        return split_recursive(x - 1, current + ['1'])
             + split_recursive(x - 2, current + ['2'])
             + split_recursive(x - 5, current + ['5'])
```

- **求一元人民币换成一分、 两分和五分的所有兑换方案数**
  - 对选择进行排序

```
def split_recursive_ordered(x, current, piece):
    if x < 0:
        return 0
    if x == 0 :
        print("".join(current))
        return 1
    elif piece == 5:
        return split_recursive_ordered(x - 1, current + ['1'], 1) \
             + split_recursive_ordered(x - 2, current + ['2'], 2) \
             + split_recursive_ordered(x - 5, current + ['5'], 5) \
    elif piece == 2:
        return split_recursive_ordered(x - 1, current + ['1'], 1) \
             + split_recursive_ordered(x - 2, current + ['2'], 2)
    elif piece == 1:
        return split_recursive_ordered(x - 1, current + ['1'], 1)
```

- **求一元人民币换成一分、 两分和五分的所有兑换方案数**
  - 对选择进行排序

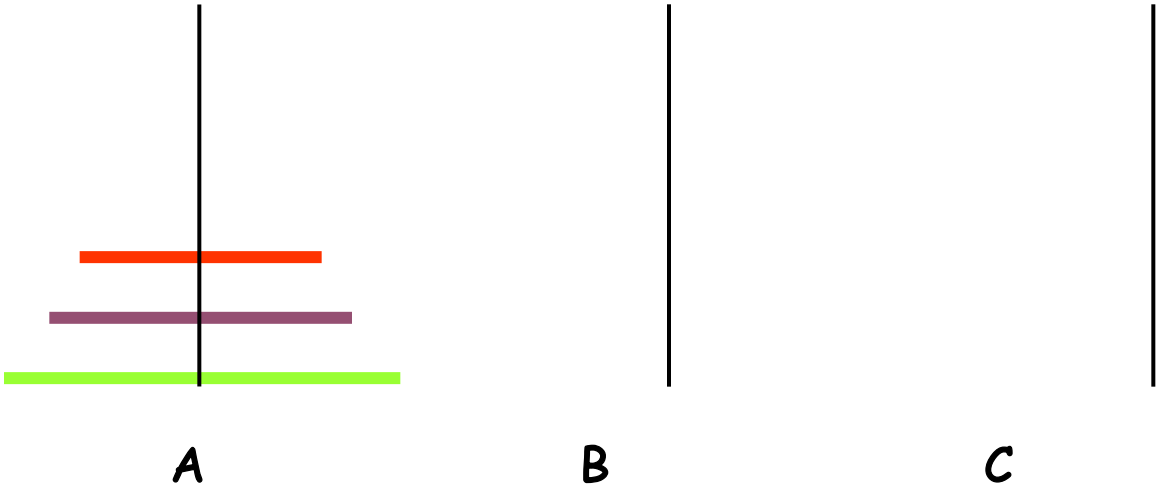
```
def split_recursive_loop(x, current, piece):
    if piece == 1:
        if x >= 0 :
            current = current + [str(piece)] * x
            print("".join(current))
            return 1
        else:
            return 0

    if piece == 5:
        next_piece = 2
    elif piece == 2:
        next_piece = 1
    sum = 0
    for i in range(x//piece + 1):
        sum += split_recursive_ordered(x - i * piece, current + [str(piece)] * i, next_piece)
    return sum
```

功能抽象：如何对于任意给定的硬币单元求解?

- **try : 细胞分裂**
  - 有一个细胞每一个小时分裂一次，一次分裂一个子细胞，第三个小时后会死亡。那么n个小时后有多少细胞?

有状态的汉诺塔

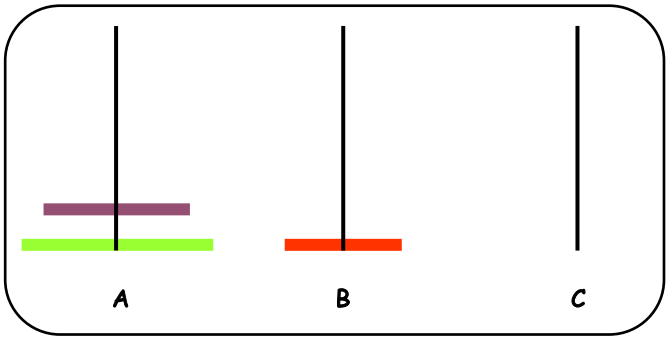
- 汉诺塔问题：有A，B，C三个柱子，穿有n个大小不同的圆盘，大盘在下，小盘在上。现要把柱子A上的所有圆盘移到柱子B上，移动时可借助柱子C，要求每次只能移动一个圆盘，且大盘不能放在小盘上。
- 请输出移动动作序列，并在每次移动时输出A、B、C柱子的盘子情况。



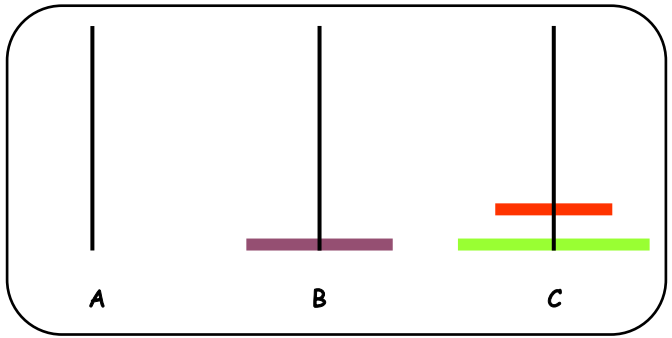

```
1:A → B
2:A → C
1:B → C
3:A → B
1:C → A
2:C → B
1:A → B
```

汉诺塔freestyle

- 有A，B，C三个柱子，n个大小不同的圆盘初始放在三个柱子上（初始状态），大盘在下，小盘在上。现要移动圆盘达到另一个盘子放置的状态（终止状态）。要求每次只能移动一个圆盘，且大盘不能放在小盘上。求移动次数最少的方法。



初始状态示例



终止状态示例

- 对于原始汉诺塔问题，如果有四个柱子可以使用，是否可以用更少的移动次数完成目标？对求解方法有何影响？

回顾

- **函数的使用**
  - 定义、调用、参数传递、返回值、文档注释
- **利用函数进行程序抽象**
- **使用递归函数求解问题**