

INDEX

Python教程

Python简介

安装Python

第一个Python程序

Python基础

函数

调用函数

定义函数

函数的参数

递归函数

高级特性

函数式编程

模块

面向对象编程

面向对象高级编程

错误、调试和测试

IO编程

进程和线程

正则表达式

常用内建模块

常用第三方模块

virtualenv

图形界面

网络编程

电子邮件

访问数据库

Web开发

异步IO

实战

FAQ

期末总结

关于作者



廖雪峰

北京 朝阳区

+ 加关注

递归函数

Reads: 49214868

在函数内部，可以调用其他函数。如果一个函数在内部调用自身本身，这个函数就是递归函数。

举个例子，我们来计算阶乘 $n! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times n$ ，用函数 `fact(n)` 表示，可以看出：

$fact(n) = n! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times (n-1) \times n = (n-1)! \times n = fact(n-1) \times n$

所以，`fact(n)` 可以表示为 `n * fact(n-1)`，只有 $n=1$ 时需要特殊处理。

于是，`fact(n)` 用递归的方式写出来就是：

```
def fact(n):
    if n==1:
        return 1
    return n * fact(n - 1)
```

上面就是一个递归函数。可以试试：

```
>>> fact(1)
1
>>> fact(5)
120
>>> fact(100)
93326215443944152681699238856266700490715968264381621468592963895217599993229915608941463976156518286253697920827223758251185210916864000000000000000000000
```

如果我们计算 `fact(5)`，可以根据函数定义看到计算过程如下：

```
====> fact(5)
====> 5 * fact(4)
====> 5 * (4 * fact(3))
====> 5 * (4 * (3 * fact(2)))
====> 5 * (4 * (3 * (2 * fact(1))))
====> 5 * (4 * (3 * (2 * 1)))
====> 5 * (4 * (3 * 2))
====> 5 * (4 * 6)
====> 5 * 24
====> 120
```

递归函数的优点是定义简单，逻辑清晰。理论上，所有的递归函数都可以写成循环的方式，但循环的逻辑不如递归清晰。

使用递归函数需要注意防止栈溢出。在计算机中，函数调用是通过栈（stack）这种数据结构实现的，每当进入一个函数调用，栈就会加一层栈帧，每当函数返回，栈就会减一层栈帧。由于栈的大小不是无限的，所以，递归调用的次数过多，会导致栈溢出。可以试试 `fact(1000)`：

```
>>> fact(1000)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 4, in fact
  ...
  File "<stdin>", line 4, in fact
RuntimeError: maximum recursion depth exceeded in comparison
```

解决递归调用栈溢出的方法是通过尾递归优化，事实上尾递归和循环的效果是一样的，所以，把循环看成是一种特殊的尾递归函数也是可以的。

尾递归是指，在函数返回的时候，调用自身本身，并且，return语句不能包含表达式。这样，编译器或者解释器就可以把尾递归做优化，使递归本身无论调用多少次，都只占用一个栈帧，不会出现栈溢出的情况。

上面的 `fact(n)` 函数由于 `return n * fact(n - 1)` 引入了乘法表达式，所以就不是尾递归了。要改成尾递归方式，需要多一点代码，主要是要把每一步的乘积传入到递归函数中：

```
def fact(n):
    return fact_iter(n, 1)

def fact_iter(num, product):
    if num == 1:
        return product
    return fact_iter(num - 1, num * product)
```

可以看到，`return fact_iter(num - 1, num * product)` 仅返回递归函数本身，`num - 1` 和 `num * product` 在函数调用前就会被计算，不影响函数调用。

`fact(5)` 对应的 `fact_iter(5, 1)` 的调用如下：

```
====> fact_iter(5, 1)
====> fact_iter(4, 5)
====> fact_iter(3, 20)
====> fact_iter(2, 60)
====> fact_iter(1, 120)
====> 120
```

尾递归调用时，如果做了优化，栈不会增长，因此，无论多少次调用也不会导致栈溢出。

遗憾的是，大多数编程语言没有针对尾递归做优化，Python解释器也没有做优化，所以，即使把上面的 `fact(n)` 函数改成尾递归方式，也会导致栈溢出。

小结

使用递归函数的优点是逻辑简单清晰，缺点是过深的调用会导致栈溢出。

针对尾递归优化的语言可以通过尾递归防止栈溢出。尾递归事实上和循环是等价的，没有循环语句的编程语言只能通过尾递归实现循环。

Python标准的解释器没有针对尾递归做优化，任何递归函数都存在栈溢出的问题。

练习

汉诺塔的移动可以用递归函数非常简单地实现。

请编写 `move(n, a, b, c)` 函数，它接收参数 `n`，表示3个柱子A、B、C中第1个柱子A的盘子数量，然后打印出把所有盘子从A借助B移动到C的方法，例如：

```
# -*- coding: utf-8 -*-
def move(n, a, b, c):

    if n == 1:
        print(a, '-->', c)

# 期待输出：
# A --> C
# A --> B
# C --> B
# A --> C
# B --> A
# B --> C
# A --> C
move(3, 'A', 'B', 'C')
```

▶ Run

参考源码

[recur.py](#)

读后有收获可以支付宝请作者喝咖啡，读后有疑问请加微信群讨论：



还可以分享给朋友：

分享到微博

Comments

Make a comment

Sign in to make a comment



Feedback
License