Python程序设计

条件与循环

刘安
苏州大学，计算机科学与技术学院

http://web.suda.edu.cn/anliu/

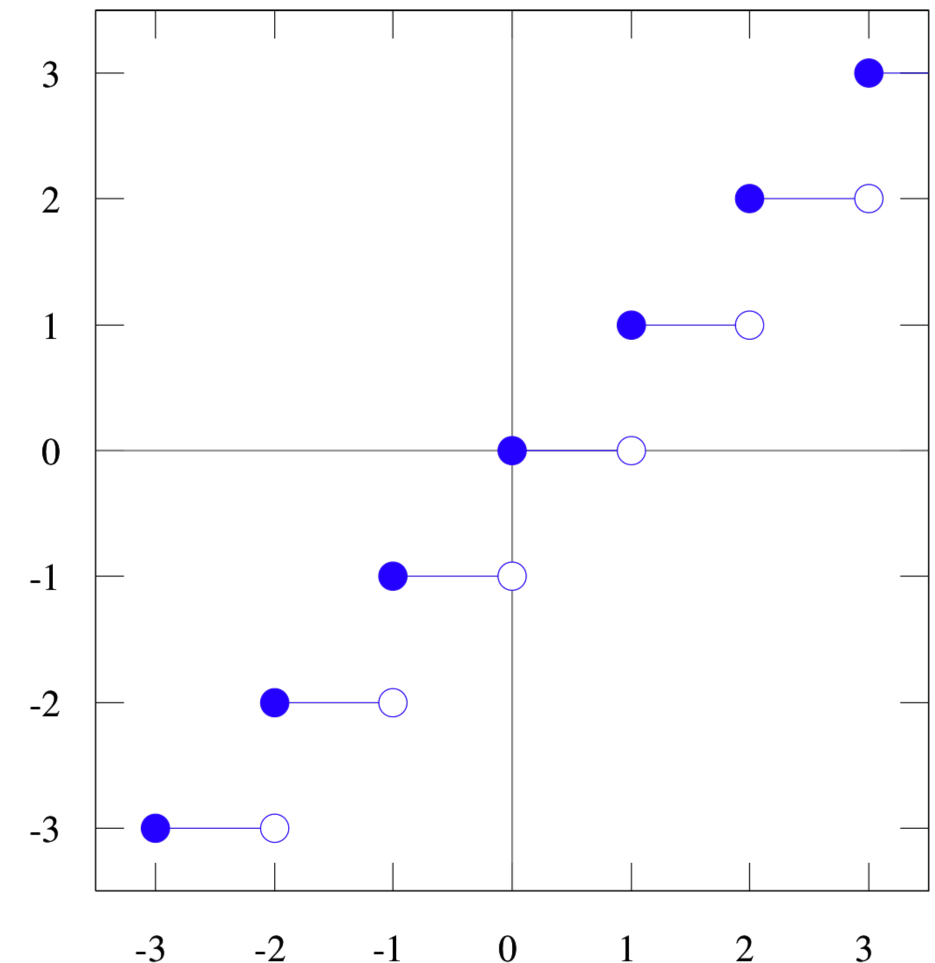
if-elif-else条件语句

- 1个if分支，后跟任意数量的elif分支（包括0个），后跟1个或者0个else分支，每个分支有一个对应的代码块
- 从上向下依次判断条件，如果为真，执行对应的代码块，否则判断下一个条件

```
1 if condition1:
2     #code block 1
3 elif condition2:
4     #code block 2
5 elif condition3:
6     #code block 3
7 else:
8     #code block 4
```

if-elif-else条件语句实例

```
1 def my_floor(x):
2     if x < 0:
3         return math.floor(x)
4     elif x < 1: # 0 <= x < 1
5         return 0
6     elif x < 2: # 1 <= x < 2
7         return 1
8     else: # x >= 2
9         return math.floor(x)
```



嵌套的条件语句

- if-elif-else的各路分支里都可以包含新的if-elif-else语句

```
1 def my_floor(x):
2     if x < 0:
3         return math.floor(x)
4     else: # x >= 0
5         if x >= 2:
6             return math.floor(x)
7         elif x < 1: # 0 <= x < 1
8             return 0
9         else: # 1 <= x < 2
10            return 1
```

对象的真值和假值

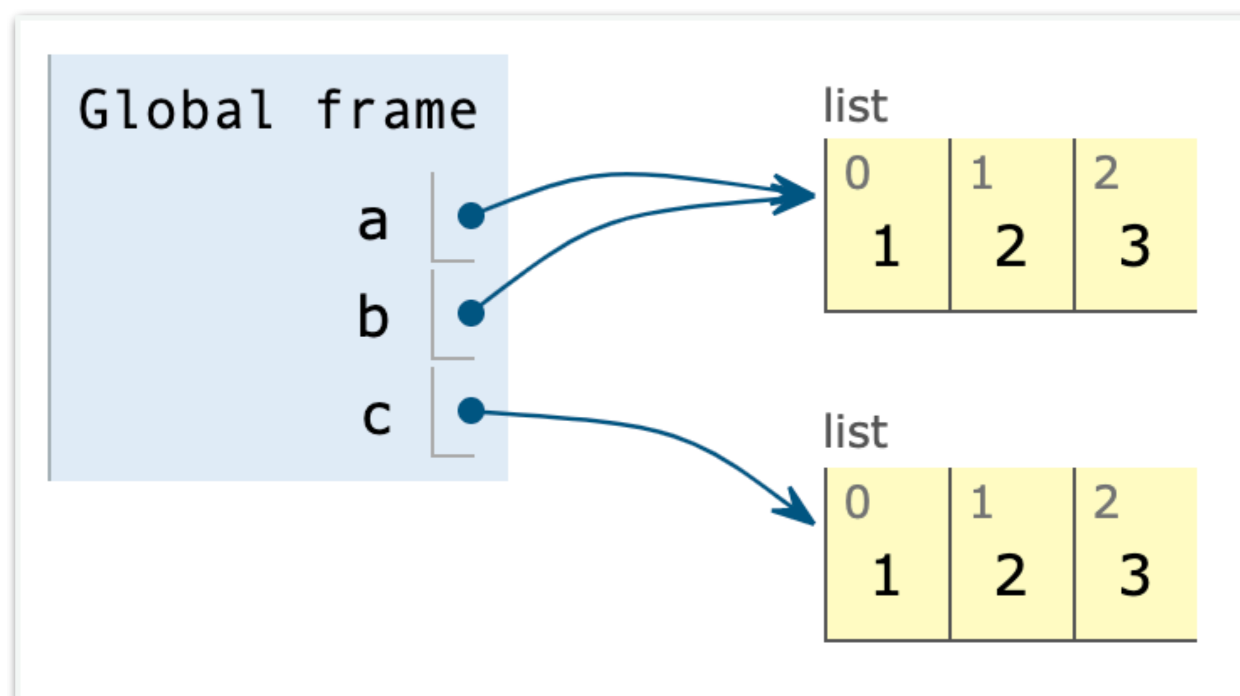
- 所有对象都有一个布尔值
- 非零数字或者非空对象都是真
- 0、空对象以及None都是假

```
>>> bool(None)
False
>>> bool(3.14)
True
>>> bool(0)
False
>>> bool('')
False
>>> bool([1, 2, 3])
True
```

对象比较：is和==

- ==比较的是两个对象的值是否相等（相等）
- is比较的是两个对象是否是同一个对象（相同）

```
>>> a = [1, 2, 3]
>>> b = a # a和b绑定到同一个列表
>>> c = [1, 2, 3] # c绑定到另一个列表
>>>
>>> a == b, a is b
(True, True)
>>>
>>> a == c, a is c
(True, False)
```



求列表的平均值

- 内置函数sum( )返回列表所有元素的和
- 内置函数len( )返回列表元素的个数

```
>>> L = [1, 2, 3, 4, 5]
>>> sum(L)
15
>>> len(L)
5
```

- 如果列表为空，约定平均值为0
- 不需要考虑列表中是否含有非数值类型

求列表的平均值

```
1 def avg_of_list(L):
2     if L:
3         return sum(L) / len(L)
4     else:
5         return 0
```

注意这里L直接作为条件
因为L有一个布尔值
而该值可以作为if条件测试的结果
如果为真，表示L为空
则执行if分支对应的代码块

```
>>> L = [1, 2, 3, 4, 5]
>>> avg_of_list(L)
3.0
>>> L = []
>>> avg_of_list(L)
0
```

当L=[1, 2, 'hi']时，调用avg_of_list(L)会产生什么结果?

通过逻辑运算符表达复杂的条件

- and, or, not
  - 如果X和Y都为真，X and Y的布尔值为真
  - 如果X或Y为真，X or Y的布尔值为真
  - 如果X为假，not X的布尔值为真

```
>>> 1 < 3 and 3 < 5
True
>>> 1 < 3 or 3 > 5
True
>>> not 3 > 5
True
```

逻辑表达式的返回值

- X **and** Y和X **or** Y返回的不是左侧对象X就是右侧对象Y
- X **and** Y：如果X为假，返回X，否则返回Y
- X **or** Y：如果X为真，返回X，否则返回Y
- **not** X：如果X为假，返回True，否则，返回False

```
>>> 0 and []
0
>>> 0 and 3
0
>>> [1, 2] and 0
0
>>> [1, 2] and 'hi'
'hi'
```

```
>>> 0 or ''
''
>>> '' or 3
3
>>> [1, 2] or 0
[1, 2]
>>> 'hi' or -5
'hi'
```

```
>>> not []
True
>>> not 'hi'
False
```

在X and Y中，如果X为假，直接返回X，而不再考虑Y，这称为短路计算

if-else 三元表达式

- 第6行就是if-else三元表达式
  - 其效果等价于1~4行，但简洁很多

```
1 if X:
2     A = Y
3 else:
4     A = Z
5
6 A = Y if X else Z
```

```
>>> x = 1 if 'hi' else 0
>>> x
1
>>> x = 1 if [] else 0
>>> x
0
```

```
>>> L = [1, 2, 3, 4, 5]
>>> [1 if x % 2 == 1 else 0 for x in L]
[1, 0, 1, 0, 1]
```

while语句实现循环

- 循环：重复执行一个代码块

- while condition + 冒号 + 代码块（需要缩进）

```
1 #code before while
2 
3 while condition:
4     #code block
5 
6 #code after while
```

- 只要第3行的condition为真，就会重复执行第4行的代码块

- 当第3行的condition为假时，跳过第4行的代码块，执行while语句之后的代码

计算n的阶乘

- 非负整数n的阶乘定义为：$n! = n \times (n-1) \times \cdots \times 2 \times 1$
- 编写一个函数，接受一个非负整数，返回该数的阶乘

```
1 def my_factorial(n):
2     total = 1
3     while n > 0:
4         total *= n
5         n -= 1
6     return total
```

```
>>> my_factorial(10)
3628800
>>>
>>> my_factorial(100)
933262154439441526816992388562667004907159682643816214685929638952175999932299156089414639761565182862536979208272237582511852109168640000000000000000000000000
```

求最大公约数

- 整数m和n的最大公约数d是能同时整除两者的最大的数
- 编写一个函数，接受两个整数，返回它们的最大公约数
- 穷举法：考虑d可能的取值范围
  - 上限：m和n中较小者的绝对值，下限：1

```
1 def my_gcd(m, n):
2     d = min(abs(m), abs(n))
3     while True: # there must exist a gcd!
4         if m % d == 0 and n % d == 0:
5             return d
6         d -= 1
```

求最大公约数

- 辗转相除法
    - 如果$m > n \neq 0$，那么gcd(m, n) = gcd(n, m % n)
    - 当n等于0时算法结束，此时的m就是最大公约数
    - gcd(18, 12) = gcd(12, 6) = gcd(6, 0) = 6

```
1 def my_gcd_v1(m, n):
2     while n != 0:
3         m, n = n, m % n # exchange 2 numbers
4     return m
```

学习IPython中的%timeit命令，使用该命令来测试函数my_gcd和my_gcd_v1的执行时间，比较两者性能上的差异

牛顿迭代法求平方根

1. 随意猜一个解guess（比如x/2)
2. 评估解的质量

   ① 如果不够好，将guess更新成(guess + x/guess)/2，继续步骤2

   ② 否则，返回guess

- 什么叫“好”的解：guess的平方与x的差的绝对值小于一个很小的数，比如1e-12

```
>>> my_sqrt(2)
1.414213562373095
>>>
>>> math.sqrt(2)
1.4142135623730951
```

```python
def my_sqrt(x):
    guess = x / 2
    precision = 1e-12
    while abs(guess * guess - x) > precision:
        guess = (guess + x / guess) / 2
    return guess
```

列表求和

- 编写一个函数，接受一个列表，返回该列表所有元素的和（假设该列表中所有的元素都是数值）
- 列表的两个基本操作：索引和分片
- 列表本身的布尔值

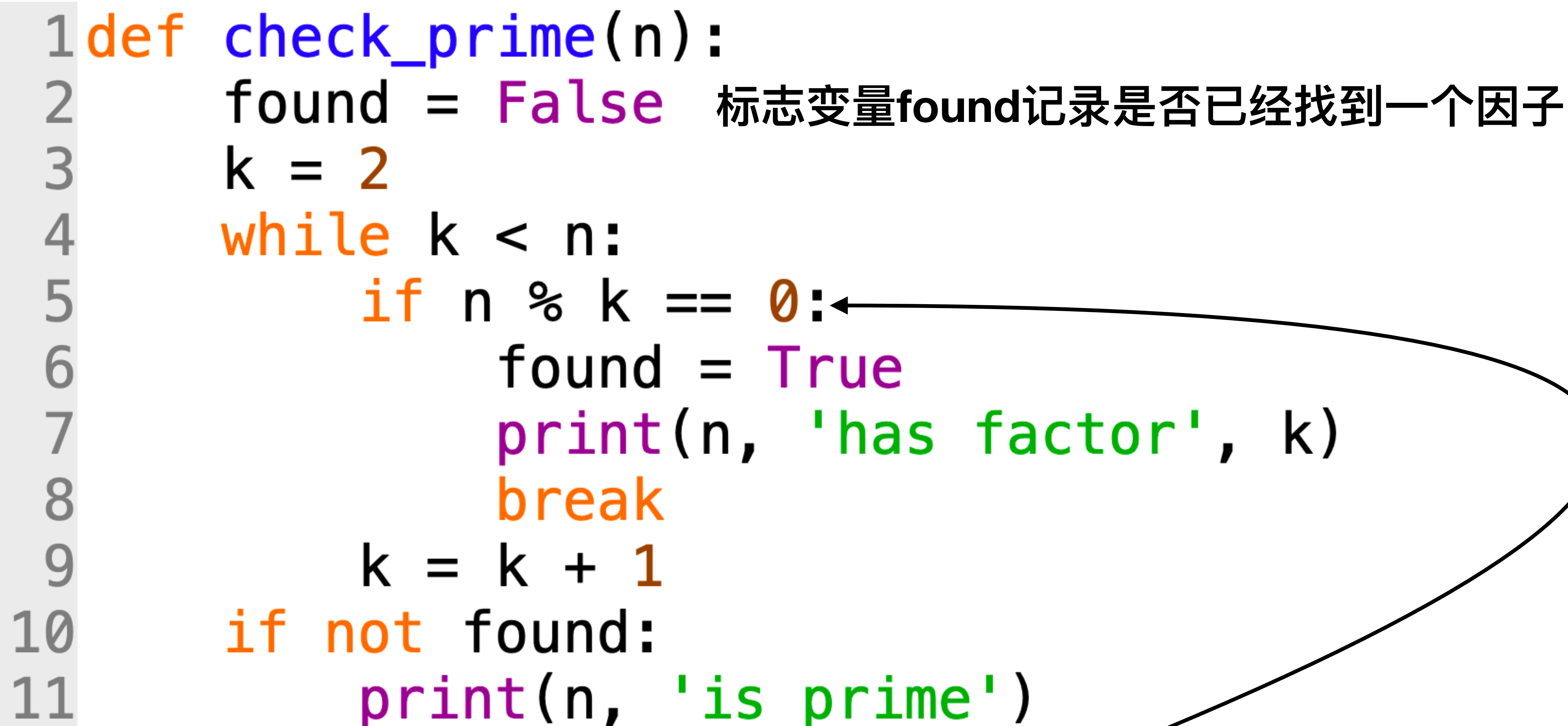
```
1 def my_sum(L):
2     total = 0
3     while L: # L is not empty
4         total = total + L[0]
5         L = L[1:]
6     return total
```

判定质数

- 一个大于1的自然数，除了1和它自身外，不能被其他自然数整除的数叫做质数，否则称为合数
- 编写一个函数，接受一个自然数，判断其是否是质数
  - 如果是，输出该数是质数的信息
  - 如果不是，输出该数的一个因子
- **break**语句：会导致执行流立刻从一个循环退出

判定质数

- break语句会导致执行流立刻从一个循环退出




```
1 def check_prime(n):
2     found = False
3     k = 2
4     while k < n:
5         if n % k == 0:
6             found = True
7             print(n, 'has factor', k)
8             break
9         k = k + 1
10    if not found:
11        print(n, 'is prime')
```

如果找到一个因子k可以整除n，就没有必要再去考虑更大的因子（第9行）
所以这里将标志变量found设置为True，输出相应信息，并使用break跳出while循环
最后通过标志变量的值，来决定是否输出n是质数的信息

带有else分句的while语句

- 当且仅当没有执行break语句而正常退出循环时，才执行else分句

```
#code before while

while condition:
    #code block
    if condition:
        break
    #code block
else:
    #code block

#code after while
```

带有else分句的while语句

- 当且仅当正常退出循环时（即没有执行break语句），才执行else分句

```
1 def check_prime_v1(n):
2     k = 2
3     while k < n:
4         if n % k == 0:
5             print(n, 'has factor', k)
6             break
7         k = k + 1
8     else:
9         print(n, 'is prime')
```

如果n的值为1，函数会输出什么样的信息?

break语句和continue语句

- break语句：执行流立刻从一个循环退出
- continue语句：执行流立刻跳到循环顶端（即判断条件）

```
1 def show_continue():
2     x = 10
3     while x:
4         x = x - 1
5         if x % 2 != 0:
6             continue
7         print(x, end = ' ')
```

```
>>> show_continue()
8 6 4 2 0
```

使用for语句进行循环

- for语句用来遍历一个可迭代对象（比如range、列表、字符串、元组、字典、文件等），对于其中每一个元素e，重复执行for语句的代码块

- for语句也有一个可选的else分句，如果正常退出循环（即没有执行break语句），则执行该else分句

```
1 for e in object:
2     ############
3     # code block
4     if condition:
5         break
6     ############
7 else:
8     # code block
```

列表求和

- 使用for语句

```
1 def my_sum_v1(L):
2     total = 0
3     for e in L:
4         total = total + e
5     return total
```

- 使用while语句

```
1 def my_sum(L):
2     total = 0
3     while L: # L is not empty
4         total = total + L[0]
5         L = L[1:]
6     return total
```

嵌套循环

- 现有两个列表A和B，对于A中的每个元素，在B中进行搜索，显示搜索结果

```
>>> A = [3.14, '10', 59, [1, 2]]
>>> B = [59, [1, 2]]
>>> for x in A:
        for y in B:
            if x == y:
                print(x, 'was found')
                break
        else:
            print(x, 'was not found')
```

```
3.14 was not found
10 was not found
59 was found
[1, 2] was found
```

```
>>> for x in A: # no nested loop
        if x in B:
            print(x, 'was found')
        else:
            print(x, 'was not found')
```

奇数对

- 编写一个函数，接受两个列表A和B，判断A中是否存在一个元素，其和B中一个元素的乘积是奇数。如果存在，返回True，否则返回False

```python
def has_odd_pair(A, B):
    for x in A:
        for y in B:
            if (x * y) % 2 == 1:
                return True
    return False
```

```
>>> A = [2, 0, 1, 9]
>>> B = [2, 7, 1, 8]
>>> has_odd_pair(A, B)
True
>>> C = [2, 4, 6, 8]
>>> has_odd_pair(A, C)
False
```

奇数对

- 乘积是奇数，意味着必须有2个奇数，也就是说，A中至少有一个奇数，同时B中至少有一个奇数，才会返回True

```
1 def has_odd_pair(A, B):
2     for x in A:
3         if x % 2 == 1: # 在A中找到奇数，检查B
4             break
5     else: # A中没有奇数，不用检查B
6         return False
7     for y in B:
8         if y % 2 == 1: # B中找到奇数
9             return True
10    return False # B中没有奇数
```

生日悖论

- 在23个同学的班级中，50%的概率至少两个人生日相同
- 在60个同学的班级中，至少两个人生日相同的概率大于**99%**
- 编写一个函数模拟生日悖论
    - 在一次模拟试验中，随机生成n个同学的生日，如果至少有2个同学的生日相同，将该次试验结果标记为A，如果没有同学的生日相同，将该次试验结果标记为B
    - 进行t次模拟试验，统计结果为A的次数，记为x
    - 输出x/t，即至少两个人生日相同的概率

https://www.scientificamerican.com/article/bring-science-home-probability-birthday-paradox/

生日悖论

```
1  def simulate_birthday_paradox(n, t):
2      cnt = 0
3      for i in range(t): # t simulations
4          dates = []
5          for x in range(n): # the x-th student
6              date = random.randint(1, 365)
7              if date not in dates:
8                  dates.append(date)
9              else: # same birthday, then another simulation
10                 cnt = cnt + 1
11                 break
12     return cnt / t
```

```
>>> simulate_birthday_paradox(23, 100000)
0.50713
>>> simulate_birthday_paradox(60, 100000)
0.9939
```