# Python语言

## Python基础

### 1.1基础功能

#### 1.1.1 打印

打印：print("hello world") 既可以用“”也可以用‘。

print('The quick brown fox', 'jumps over', 'the lazy dog') 遇到逗号“,”会输出一个空格。

#### 1.1.2 输入

func\_num = input()；

print(func\_num)；

这是因为 input()返回的数据类型是 str，str 不能直接和整数比较，必须先把 str 转换成整数。Python 提供了 int()函数来完成这件事情：s = input('birth: ')；birth = int(s)；

#### 1.1.3 基础

#：注释。

其他每一行都是一个语句，当语句以冒号:结尾时，缩进的语句视为代码块。

请务必注意，Python 程序是大小写敏感的，如果写错了大小写。

Python使用缩进组织代码块，请务必遵守约定俗成的习惯，坚持使用4个空格的缩进。

#### 1.1.4 数据类型

整数，浮点型

字符串：\转义‘。\n\t等。以\\表示的字符就是\。允许用 r''\\\\“表示''内部的字符串默认不转义。用'''...'''的格式表示多行内容。

布尔型

空值：不代表是0

变量：//，称为地板除，两个整数的除法仍然是整数：

格式化： '%2d-%02d' % (3, 1) ' 3-01'

#### 1.1.5 编码

中国制定了 GB2312 编码，用来把中文编进去。Unicode 标准也在不断发展，但最常用的是用两个字节表示一个字符（如果要用到非常偏僻的字符，就需要 4 个字节）。本着节约的精神，又出现了把 Unicode 编码转化为“可变长编码”的 UTF-8 编码。ASCII编码实际上可以被看成是UTF-8编码的一部分，所以，大量只支持ASCII编码的历史遗留软件可以在 UTF-8 编码下继续工作。



提供了 ord()函数获取字符的整数表示，

chr()函数把编码转换为对应的字符：

以 Unicode 表示的 str 通过 encode()方法可以编码为指定的 bytes， '中文'.encode('utf-8')

str 包含多少个字符，可以用 len()函数

#!/usr/bin/env python3# -\*- coding: utf-8 -\*-

#### 1.1.6 list tuple

Python 内置的一种数据类型是列表：list。list是一种有序的集合，可以随时添加和删除其中的元素。

1. classmates = ['Michael', 'Bob', 'Tracy']。
2. 用 len()函数可以获得 list 元素的个数。
3. classmates[0]。如果要取最后一个元素，除了计算索引位置外，还可以用-1 做索引，直

接获取最后一个元素。

1. list 是一个可变的有序表，所以，可以往 list 中追加元素到末尾：classmates.append('Adam')。
2. 可以把元素插入到指定的位置，比如索引号为 1 的位置：classmates.insert(1, 'Jack')。
3. 要删除 list 末尾的元素，用 pop()方法：classmates.pop()。
4. 要删除指定位置的元素，用 pop(i)方法，其中 i 是索引位置：classmates.pop(1)。
5. 某个元素替换成别的元素，可以直接赋值给对应的索引位置：classmates[1] = 'Sarah'。
6. list 里面的元素的数据类型也可以不同，比如： L = ['Apple', 123, True]。
7. list 元素也可以是另一个 list，比如： s = ['python', 'java', ['asp', 'php'], 'scheme']。len(s)

4要注意 s 只有 4 个元素，其中 s[2]又是一个 list，如果拆开写就更容易理解了。

tuple另一种有序列表叫元组：tuple。tuple 和 list 非常类似，但是 tuple 一旦初始化就不能修改。classmates = ('Michael', 'Bob', 'Tracy')。classmates 这个 tuple 不能变了，它也没有 append()，insert()这样的方法。其他获取元素的方法和 list 是一样的，你可以正常地使用

classmates[0]，classmates[-1]，但不能赋值成另外的元素。不可变的 tuple 有什么意义？因为 tuple 不可变，所以代码更安全。如果可能，能用 tuple 代替 list 就尽量用 tuple。

要定义一个只有 1 个元素的 tuple，如果你这么定义t = (1)。定义的不是 tuple，是 1 这个数！这是因为括号()既可以表示 tuple，又可以表示数学公式中的小括号，这就产生了歧义，因此，Python 规定，这种情况下，按小括号进行计算，计算结果自然是 1。 t = (，1)。Python 在显示只有 1 个元素的 tuple 时，也会加一个逗号,，以免你误解成数学计算意义上的括号。

一个“可变的”tuple：t = ('a', 'b', ['A', 'B'])。tuple所谓的“不变”是说，tuple 的每个元素，指向永远不变。即指向'a'，就不能改成指向'b'，指向一个 list，就不能改成指向其他对象，但指向的这个 list 本身是可变的！

#### 1.1.7 if

根据 Python 的缩进规则，如果 if 语句判断是 True，就把缩进的两行 print语句执行了，否则，什么也不做。也可以给 if 添加一个 else 语句，意思是，如果 if 判断是 False，不要执行 if 的内容，去把 else 执行了。注意不要少写了冒号:。

age = 3

if age >= 18:

print('adult')

elif age >= 6:

print('teenager')

else:

print('kid')

#### 1.1.8 for

Python 的循环有两种，一种是 for...in 循环，依次把 list 或 tuple 中的每个元素迭代出来，

names = ['Michael', 'Bob', 'Tracy']

for name in names:

print(name)

所以 for x in ...循环就是把每个元素代入变量 x，然后执行缩进块的语句。

Python提供一个 range()函数，可以生成一个整数序列，再通过 list()函数可以转换为 list。比如 range(5)生成的序列是从 0 开始小于 5 的整数：list(range(5))。

第二种循环是 while 循环，只要条件满足，就不断循环，条件不满足时退出循环。比如我们要计算 100 以内所有奇数之和，可以用 while 循环实现：

sum = 0

n = 99

while n > 0:

sum = sum + n

n = n - 2

print(sum)

#### 1.1.9 dict set

Dict

Python 内置了字典：dict 的支持，dict 全称 dictionary，在其他语言称为 map，使用键-值（key-value）存储，具有极快的查找速度。 d = {'Michael': 95, 'Bob': 75, 'Tracy': 85}。d['Michael']。

假设字典包含了 1 万个汉字，我们要查某一个字，一个办法是把字典从第一页往后翻，直到找到我们想要的字为止，这种方法就是在 list 中查找元素的方法，list 越大，查找越慢。第二种方法是先在字典的索引表里（比如部首表）查这个字对应的页码，然后直接翻到该页，找到这个字。无论找哪个字，这种查找速度都非常快，不会随着字典大小的增加而变慢。dict 就是第二种实现方式。由于一个 key 只能对应一个 value，所以，多次对一个 key 放入 value，后面的值会把前面的值冲掉。如果 key 不存在，dict 就会报错。要避免 key 不存在的错误，有两种办法，一是通过 in 判断 key 是否存在。二是通过 dict 提供的 get 方法，如果 key 不存在，可以返回 None，或者自己指定的 value。

要删除一个 key，用 pop(key)方法，对应的 value 也会从 dict 中删除。

请务必注意，dict 内部存放的顺序和 key 放入的顺序是没有关系的。和 list 比较，dict 有以下几个特点：

1. 查找和插入的速度极快，不会随着 key 的增加而增加；

2. 需要占用大量的内存，内存浪费多。

dict可以用在需要高速查找的很多地方，在Python代码中几乎无处不在，正确使用 dict 非常重要，需要牢记的第一条就是 dict 的 key 必须是不可变对象。

Set

set 和 dict 类似，也是一组 key 的集合，但不存储 value。由于 key 不能重复，所以，在 set 中，没有重复的 key。要创建一个 set，需要提供一个 list 作为输入集合：s = set([1, 2, 3])。注意，传入的参数[1, 2, 3]是一个 list，而显示的{1, 2, 3}只是告诉你这个 set 内部有 1，2，3 这 3 个元素，显示的顺序也不表示 set 是有序的。重复元素在 set 中自动被过滤。

通过 add(key)方法可以添加元素到 set 中，可以重复添加，但不会有效果。

通过 remove(key)方法可以删除元素。set 可以看成数学意义上的无序和无重复元素的集合，因此，两个 set 可以做数学意义上的交集、并集等操作。

s1 = set([1, 2, 3])

>>> s2 = set([2, 3, 4])

>>> s1 & s2

{2, 3}

>>> s1 | s2

{1, 2, 3, 4}

set 和 dict 的唯一区别仅在于没有存储对应的 value，但是，set 的原理和dict 一样，所以，同样不可以放入可变对象，因为无法判断两个可变对象是否相等，也就无法保证 set 内部“不会有重复元素”。试试把 list 放入set，看看是否会报错。

str 是不变对象，而 list 是可变对象。

a = 'abc'

>>> a.replace('a', 'A')

'Abc'

>>> a

'abc'

所以，对于不变对象来说，调用对象自身的任意方法，也不会改变该对象自身的内容。相反，这些方法会创建新的对象并返回，这样，就保证了不可变对象本身永远是不可变的。

要始终牢记的是，a 是变量，而'abc'才是字符串对象！有些时候，我们经常说，对象 a 的内容是'abc'，但其实是指，a 本身是一个变量，它指向的对象的内容才是'abc'。当我们调用 a.replace('a', 'A')时，实际上调用方法 replace 是作用在字符串对象'abc'上的，而这个方法虽然名字叫 replace，但却没有改变字符串'abc'的内容。相反，replace 方法创建了一个新字符串'Abc'并返回，如果我们用变量 b 指向该新字符串，就容易理解了，变量 a 仍指向原有的字符串'abc'，但变量 b 却指向新字符串'Abc'了。

#### 1.1.10 数据类型转换

Int float str bool

函数名其实就是指向一个函数对象的引用，完全可以把函数名赋给一个变量，相当于给这个函数起了一个“别名”： a = abs # 变量 a 指向 abs 函数 a(-1) # 所以也可以通过 a 调用 ab

#### 1.1.11 函数默认参数

如果没有return，函数执行完毕返回none。Retrun none可以简写为return。

如果你已经把 my\_abs()的函数定义保存为 abstest.py 文件了，那么，可以在该文件的当前目录下启动 Python 解释器，用 from abstest import my\_abs 来导入 my\_abs()函数，注意 abstest 是文件名（不含.py 扩展名）。

数据类型检查可以用内置函数 isinstance()实现：

if not isinstance(x, (int, float)):

raise TypeError('bad operand type')

函数可以返回多个值x, y = move(100, 100, 60, math.pi / 6) return nx, ny r = move(100, 100, 60, math.pi / 6)这样也行。返回是一个tuple。在语法上，返回一个 tuple 可以省略括

号，而多个变量可以同时接收一个 tuple，按位置赋给对应的值，所以，Python 的函数返回多值其实就是返回一个 tuple，但写起来更方便。

def power(x, n=2):第二参数默认值2兼容。当函数有多个参数时，把变化大的参数放前面，变化小的参数放后面。默认参数必须指向不变对象！否在多次调用默认值会变，用list就会变。为什么要设计 str、None 这样的不变对象呢？因为不变对象一旦创建，对象内部的数据就不能修改，这样就减少了由于修改数据导致的错误。此外，由于对象不变，多任务环境下同时读取对象不需要加锁，同时读一点问题都没有。我们在编写程序时，如果可以设计一个不变对象，那就尽量设计成不变对象。

注：由于 abs 函数实际上是定义在\_\_builtin\_\_模块中的，所以要让修改abs 变量的指向在其它模块也生效，要用\_\_builtin\_\_.abs = 10。

把函数作为参数传入，这样的函数称为高阶函数，函数式编程就是指这种高度抽象的编程范式。

#### 1.1.12 函数可变参数

可变参数：输入参数个数不确定，可以用list tupledef calc(numbers): calc([1, 2, 3])

可以将函数参数变为可变从参数def calc(\*numbers):定义可变参数和定义一个 list 或 tuple 参数相比，仅仅在参数前面加了一个\*号。在函数内部，参数 numbers 接收到的是一个 tuple，因此，函数代码完全不变。但是，调用该函数时，可以传入任意个参数，包括 0 个

参数： calc(1, 3, 5, 7)。如果要传入list或者tuple，这么调用calc(\*nums)。\*nums 表示把 nums 这个 list 的所有元素作为可变参数传进去。这种写法相当有用，而且很常见。

关键字参数：关键字参数允许你传入 0 个或任意个含参数名的参数，这些关键字参数在函数内部自动组装为一个 dict。

>>> person('Bob', 35, city='Beijing')

name: Bob age: 35 other: {'city': 'Beijing'}

>>> person('Adam', 45, gender='M', job='Engineer')

name: Adam age: 45 other: {'gender': 'M', 'job': 'Engineer'}

关键字参数有什么用？它可以扩展函数的功能。比如，在 person 函数里，我们保证能接收到 name 和 age 这两个参数，但是，如果调用者愿意提供更多的参数，我们也能收到。试想你正在做一个用户注册的功能，除了用户名和年龄是必填项外，其他都是可选项，利用关键字参数来定义这个函数就能满足注册的需求。

>>> extra = {'city': 'Beijing', 'job': 'Engineer'

>>> person('Jack', 24, \*\*extra)

name: Jack age: 24 other: {'city': 'Beijing', 'job': 'Engineer'}

命名关键字参数：关键字参数可以通过if in检查。或者用如果要限制关键字参数的名字，就可以用命名关键字参数，例如，只接收 city 和 job 作为关键字参数。和关键字参数\*\*kw 不同，命名关键字参数需要一个特殊分隔符\*，\*后面的参数被视为命名关键字参数。这种方式定义的函数如下：

def person(name, age, \*, city, job):

print(name, age, city, job)

命名关键字参数必须传入参数名，这和位置参数不同。如果没有传入参数名，调用将报错：

person('Jack', 24, city='Beijing', job='Engineer')

Jack 24 Beijing Engineer

def person(name, age, \*, city='Beijing', job):这样定义即有默认值。

使用命名关键字参数时，要特别注意，\*不是参数，而是特殊分隔符。

在 Python 中定义函数，可以用必选参数、默认参数、可变参数、关键字参数和命名关键字参数，这 5 种参数都可以组合使用，除了可变参数无法和命名关键字参数混合。但是请注意，参数定义的顺序必须是：必选参数、默认参数、可变参数/命名关键字参数和关键字参数。

def f1(a, b, c=0, \*args, \*\*kw):

print('a =', a, 'b =', b, 'c =', c, 'args =', args, 'kw =', kw)

def f2(a, b, c=0, \*, d, \*\*kw):

print('a =', a, 'b =', b, 'c =', c, 'd =', d, 'kw =', kw)

#### 1.1.13 切片

取list tuple 一部分数据可用切片silce。

L = ['Michael' 'Sarah' 'Trac' 'Bob' 'Jack'] L[0:3] ['Michael', 'Sarah', 'Tracy'] L[0:3]表示，从索引 0 开始取，直到索引 3 为止，但不包括索引 3。即索引 0，1，2，正好是 3 个元素。

(0, 1, 2, 3, 4, 5)[:3] 'ABCDEFG'[::2]

#### 1.1.14 迭代和列表表达式

默认情况下，dict 迭代的是 key。如果要迭代 value，可以用 for value in d.values()，如果要同时迭代 key 和 value，可以用 for k, v in d.items()。那么，如何判断一个对象是可迭代对象呢？方法是通过 collections 模块的 Iterable 类型判断。迭代都可以用for进行使用。

Python 内置的 enumerate 函数可以把一个 list 变成索引-元素对，这样就可以在 for 循环中同时迭代索引和元素本身：

>>> for i, value in enumerate(['A', 'B', 'C']):

... print(i, value)

列表表达式【 】写列表生成式时，把要生成的元素 x \* x 放到前面，后面跟 for 循环，

就可以把 list 创建出来，十分有用，多写几次，很快就可以熟悉这种语法。

[d for d in os.listdir('.')]

[x \* x for x in range(1, 11) if x % 2 == 0]

生成list

#### 1.1.15 生成器generator

定义生成器一个方法，创建生成器很简单将列表生成式中【】改为（）。g = (x \* x for x in range(10))

print(next(g));打印值

for n in g:

... print(n)

定义生成器另一个方法如果一个函数定义中包含 yield 关键字，那么这个函数就不再是一个普通函数，而是一个 generator：

def fib(max):

n, a, b = 0, 0, 1

while n < max:

yield b

a, b = b, a + b

n = n + 1

return 'done'

generator 和函数的执行流程不一样。函数是顺序执行，遇到 return 语句或者最后一行函数语句就返回。而变成generator 的函数，在每次调用 next()的时候执行，遇到 yield 语句返回，再次执行时从上次返回的 yield 语句处继续执行。要理解 generator 的工作原理，它是在 for 循环的过程中不断计算出下一个元素，并在适当的条件结束 for 循环。对于函数改成的 generator 来说，遇到 return 语句或者执行到函数体最后一行语句，就是结束 generator的指令，for 循环随之结束。

#### 1.1.16 迭代器

可以直接作用于 for 循环的数据类型有以下几种：

一类是集合数据类型，如 list、tuple、dict、set、str 等

一类是 generator，包括生成器和带 yield 的 generator function

这些可以直接作用于 for 循环的对象统称为可迭代对象：Iterable。

可以使用 isinstance()判断一个对象是否是 Iterable 对象：

isinstance([], Iterable)

可以被 next()函数调用并不断返回下一个值的对象称为迭代器：Iterator。

可以使用 isinstance()判断一个对象是否是 Iterator 对象：

isinstance([], Iterator)

生成器都是 Iterator 对象，但 list、dict、str 虽然是 Iterable，却不是Iterator。

把 list、dict、str 等 Iterable 变成 Iterator 可以使用 iter()函数： isinstance(iter([]), Iterator)

#### 1.1.17 map reduce

Map：ap()函数接收两个参数，一个是函数，一个是 Iterable，map 将传入的函数依次作用到序列的每个元素，并把结果作为新的Iterator 返回。

>>> def f(x):

... return x \* x

...

>>> r = map(f, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])

>>> list(r)

[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]

Reduce：reduce 把一个函数作用在一个序列[x1, x2, x3, ...]上，这个函数必须接收两个参数，reduce 把结果继续和序列的下一个元素做累积计算，其效果就是：

reduce(f, [x1, x2, x3, x4]) = f(f(f(x1, x2), x3), x4) 可用以求和。

#### 1.1.18 filter 过滤序列

和 map()类似，filter()也接收一个函数和一个序列。和 map()不同的时，filter()把传入的函数依次作用于每个元素，然后根据返回值是 True 还是 False 决定保留还是丢弃该元素。

Filter过滤素数。注意到 filter()函数返回的是一个 Iterator，也就是一个惰性序列，所以要强迫 filter()完成计算结果，需要用 list()函数获得所有结果并返回list。

#### 1.1.19 sorted

Python 内置的 sorted()函数就可以对 list 进行排序：

>>> sorted([36, 5, -12, 9, -21])

[-21, -12, 5, 9, 36]

此外，sorted()函数也是一个高阶函数，它还可以接收一个 key 函数来实现自定义的排序，例如按绝对值大小排序：

>>> sorted([36, 5, -12, 9, -21], key=abs)

[5, 9, -12, -21, 36]

sorted(['bob', 'about', 'Zoo', 'Credit'], key=str.lower)

#### 1.1.20 高阶函数 闭包

**函数作为返回值**：高阶函数除了可以接受函数作为参数外，还可以把函数作为结果值返

回。

def lazy\_sum(\*args):

def sum():

ax = 0

for n in args:

ax = ax + n

return ax

return sum

当我们调用 lazy\_sum()时，返回的并不是求和结果，而是求和函数。

请再注意一点，当我们调用 lazy\_sum()时，每次调用都会返回一个新的函数，即使传入相同的参数。

在这个例子中，我们在函数 lazy\_sum 中又定义了函数 sum，并且，内部函数 sum 可以引用外部函数 lazy\_sum 的参数和局部变量，当 lazy\_sum 返回函数 sum 时，相关参数和变量都保存在返回的函数中，这种称为“闭包（Closure）”的程序结构拥有极大的威力。

**闭包：**注意到返回的函数在其定义内部引用了局部变量 args，所以，当一个函数返回了一个函数后，其内部的局部变量还被新函数引用，所以，闭包用起来简单，实现起来可不容易。返回闭包时牢记的一点就是：返回函数不要引用任何循环变量，或者后续会发生变化的变量。

def count():

fs = []

for i in range(1, 4):

def f():

return i\*i

fs.append(f)

return fs

f1, f2, f3 = count()

9 9 9

def count():

def f(j):

def g():

return j\*j

return g

fs = []

for i in range(1, 4):

fs.append(f(i)) # f(i)立刻被执行，因此 i 的当前值被传入 f()

return fs

1 4 9

#### 1.1.21 匿名函数

关键字 lambda 表示匿名函数，冒号前面的 x 表示函数参数。

lambda x: x \* x

def f(x):

return x \* x

匿名函数有个限制，就是只能有一个表达式，不用写 return，返回值就是该表达式的结果。

>>> f = lambda x: x \* x

>>> f

<function <lambda> at 0x101c6ef28>

>>> f(5)

25

用匿名函数有个好处，因为函数没有名字，不必担心函数名冲突。此外，匿名函数也是一个函数对象，也可以把匿名函数赋值给一个变量，再利用变量来调用该函数：

#### 1.1.22 装饰器

由于函数也是一个对象，而且函数对象可以被赋值给变量，所以，通过变量也能调用该函数。

函数对象有一个\_\_name\_\_属性，可以拿到函数的名字。现在，假设我们要增强 now()函数的功能，比如，在函数调用前后自动打印日志，但又不希望修改 now()函数的定义，这种在代码运行期间动态增加功能的方式，称之为“装饰器”（Decorator）。本质上，decorator 就是一个返回函数的高阶函数。所以，我们要定义一个能打印日志的 decorator，可以定义如下：

def log(func):

def wrapper(\*args, \*\*kw):

print('call %s():' % func.\_\_name\_\_)

return func(\*args, \*\*kw)

return wrapper

@log

def now():

print('2015-3-25')

观察上面的 log，因为它是一个 decorator，所以接受一个函数作为参数，并返回一个函数。我们要借助 Python 的@语法，把 decorator 置于函数的定义处：调用 now()函数，不仅会运行 now()函数本身，还会在运行 now()函数前。把@log 放到 now()函数的定义处，相当于执行了语句：now = log(now)。由于 log()是一个 decorator，返回一个函数，所以，原来的 now()函数仍然存在，只是现在同名的 now 变量指向了新的函数，于是调用 now()将执行新函数，即在 log()函数中返回的 wrapper()函数。

还可以用log（“”）添加额外信息，就是两层嵌套。now = log('execute')(now)



@unique 装饰器可以帮助我们检查保证没有重复值

#### 1.1.23 偏函数

Python 的 functools 模块提供了很多有用的功能，其中一个就是偏函数（Partial function）。在介绍函数参数的时候，我们讲到，通过设定参数的默认值，可以降低

函数调用的难度。而偏函数也可以做到这一点。举例如下：int()函数可以把字符串转换为整数，当仅传入字符串时，int()函数默认按十进制转换。

functools.partial 就是帮助我们创建一个偏函数的，不需要我们自己定义 int2()，可以直接使用下面的代码创建一个新的函数 int2

>>> import functools

>>> int2 = functools.partial(int, base=2)

>>> int2('1000000')

64

>>> int2('1010101')

85

所以，简单总结 functools.partial 的作用就是，把一个函数的某些参数给固定住（也就是设置默认值），返回一个新的函数，调用这个新函数会更简单。

最后，创建偏函数时，实际上可以接收函数对象、\*args 和\*\*kw 这 3 个

参数。

#### 1.1.24 模块

在 Python 中，一个.py 文件就称之为一个模块（Module）。使用模块还可以避免函数名和变量名冲突。相同名字的函数和变量完全可以分别存在不同的模块中，因此，我们自己在编写模块时，不必考虑名字会与其他模块冲突。但是也要注意，尽量不要与内置函数名字冲突点这里查看 Python 的所有内置函数。

你也许还想到，如果不同的人编写的模块名相同怎么办？为了避免模块名冲突，Python 又引入了按目录来组织模块的方法，称为包（Package）。现在，假设我们的 abc 和 xyz 这两个模块名字与其他模块冲突了，于是我们可以通过包来组织模块，避免冲突。方法是选择一个顶层包名，比如 mycompany，按照如下目录存放。

请注意，每一个包目录下面都会有一个\_\_init\_\_.py 的文件，这个文件是必须存在的，否则，Python 就把这个目录当成普通目录，而不是一个包。\_\_init\_\_.py 可以是空文件，也可以有 Python 代码，因为\_\_init\_\_.py 本身就是一个模块，而它的模块名就是 mycompany。

Sys：模块sys 模块有一个 argv 变量，用 list 存储了命令行的所有参数。argv 至少有一个元素，因为第一个参数永远是该.py 文件的名称，例如：运行 python3 hello.py Michael。

在一个模块中，我们可能会定义很多函数和变量，但有的函数和变量我们希望给别人使用，有的函数和变量我们希望仅仅在模块内部使用。在Python 中，是通过\_前缀来实现的。正常的函数和变量名是公开的（public），可以被直接引用。

类似\_\_xxx\_\_这样的变量是特殊变量，可以被直接引用，但是有特殊用途，比如上面的\_\_author\_\_，\_\_name\_\_就是特殊变量，hello 模块定义的文档注释也可以用特殊变量\_\_doc\_\_访问，我们自己的变量一般不要用这种变量名。类似\_xxx 和\_\_xxx 这样的函数或变量就是非公开的（private），不应该被直接引用，比如\_abc，\_\_abc 等；

我们在模块里公开 greeting()函数，而把内部逻辑用 private 函数隐藏起来了，这样，调用 greeting()函数不用关心内部的 private 函数细节，这也是一种非常有用的代码封装和抽象的方法。

#### 1.1.25 第三方模块

安装第三方模块，是通过包管理工具pip完成。一般来说，第三方库都会在 Python 官方的 pypi.python.org 网站注册，要安装一个第三方库，必须先知道该库的名称，可以在官网或者 pypi 上搜索，比如 Pillow 的名称叫 Pillow，因此，安装 Pillow 的命令就是：

pip install Pillow 图像

Numpy库 科学计算

Jinja2 用于生成文本模块工具

Sys.path 添加搜索目录，运行完结束。

#### 1.1.26 面对对象

在 Python 中，所有数据类型都可以视为对象，当然也可以自定义对象。自定义的对象数据类型就是面向对象中的类（Class）的概念。

class Student(object):

def \_\_init\_\_(self, name, score):

self.name = name

self.score = score

def print\_score(self):

print('%s: %s' % (self.name, self.score))

bart = Student('Bart Simpson', 59)

lisa = Student('Lisa Simpson', 87)

bart.print\_score()

class 后面紧接着是类名，即 Student，类名通常是大写开头的单词，紧接着是(object)，表示该类是从哪个类继承下来的，继承的概念我们后面再讲，通常，如果没有合适的继承类，就使用 object 类，这是所有类最终都会继承的类。

由于类可以起到模板的作用，因此，可以在创建实例的时候，把一些我们认为必须绑定的属性强制填写进去。通过定义一个特殊的\_\_init\_\_方法，在创建实例的时候，就把 name，score 等属性绑上去。注意到\_\_init\_\_方法的第一个参数永远是 self，表示创建的实例本身，

因此，在\_\_init\_\_方法内部，就可以把各种属性绑定到 self，因为 self就指向创建的实例本身。

如果要让内部属性不被外部访问，可以把属性的名称前加上两个下划线\_\_，在 Python 中，实例的变量名如果以\_\_开头，就变成了一个私有变量（private），只有内部可以访问，外部不能访问.

class Student(object):

def \_\_init\_\_(self, name, score):

self.\_\_name = name

self.\_\_score = score

需要注意的是，在 Python 中，变量名类似\_\_xxx\_\_的，也就是以双下划线开头，并且以双下划线结尾的，是特殊变量，特殊变量是可以直接访问的，不是 private 变量，所以，不能用\_\_name\_\_、\_\_score\_\_这样的变量名。双下划线开头的实例变量是不是一定不能从外部访问呢？其实也不是。不能直接访问\_\_name 是因为 Python 解释器对外把\_\_name 变量改成了\_Student\_\_name，所以，仍然可以通过\_Student\_\_name 来访问\_\_name 变量。

在 OOP 程序设计中，当我们定义一个 class 的时候，可以从某个现有的class 继承，新的 class 称为子类（Subclass），而被继承的 class 称为基类、父类或超类（Base class、Super class）。

判断一个变量是否是某个类型可以用 isinstance()判断。

#### 1.1.27 获取对象信息

当我们拿到一个对象的引用时，如何知道这个对象是什么类型、有哪些方法呢？

使用 type()来判断对象类型，使用 type()函数， type(123)。

使用 isinstance()，一个对象是否是某种类型。

使用 dir()，如果要获得一个对象的所有属性和方法，可以使用 dir()函数，它返回

一个包含字符串的 list，比如，获得一个 str 对象的所有属性和方法。

仅仅把属性和方法列出来是不够的，配合 getattr()、setattr()以及hasattr()，我们可以直接操作一个对象的状态。

hasattr(obj, 'x') #有属性'x'

setattr(obj, 'y', 19) #设置一个属性'y'

getattr(obj, 'y') #获取属性'y'

#### 1.1.28 slot @property \_str\_ \_iter\_ \_\_getitem\_\_ \_\_getattr\_\_

Slot：如果我们想要限制实例的属性怎么办？比如，只允许对 Student实例添加 name 和 age 属性。为了达到限制的目的，Python 允许在定义 class 的时候，定义一个特殊的\_\_slots\_\_变量，来限制该 class 实例能添加的属性：

class Student(object):

\_\_slots\_\_ = ('name', 'age') # 用 tuple 定义允许绑定的属性名称

由于'score'没有被放到\_\_slots\_\_中，所以不能绑定 score 属性，试图绑定 score 将得到 AttributeError 的错误

使用\_\_slots\_\_要注意，\_\_slots\_\_定义的属性仅对当前类实例起作用，对继承的子类是不起作用的

Property：有没有既能检查参数，又可以用类似属性这样简单的方式来访问类的变量呢？对于追求完美的 Python 程序员来说，这是必须要做到的！还记得装饰器（decorator）可以给函数动态加上功能吗？对于类的方法，装饰器一样起作用。Python 内置的@property 装饰器就是负责把一个方法变成属性调用的。

@property 的实现比较复杂，我们先考察如何使用。把一个 getter 方法变成属性，只需要加上@property 就可以了，此时，@property 本身又创建了另一个装饰器@score.setter，负责把一个 setter 方法变成属性赋值。还可以定义只读属性，只定义 getter 方法，不定义 setter 方法就是一个只读属性：

class Student(object):

@property

def birth(self):

return self.\_birth

@birth.setter

def birth(self, value):

self.\_birth = value

@property

def age(self):

return 2015 - self.\_birth

上面的 birth 是可读写属性，而 age 就是一个只读属性，因为 age 可以根据 birth 和当前时间计算出来。

def \_\_getattr\_\_(self, attr):

if attr=='score':

return 99

这实际上可以把一个类的所有属性和方法调用全部动态化处理了，不需要任何特殊手段。现在很多网站都搞 REST API，比如新浪微博、豆瓣啥的，调用 API 的URL 类似如果要写 SDK，给每个 URL 对应的 API 都写一个方法，那得累死，而且，API 一旦改动，SDK 也要改。利用完全动态的\_\_getattr\_\_，我们可以写出一个链式调用.

#### 1.1.29 枚举类 元类

更好的方法是为这样的枚举类型定义一个 class 类型，然后，每个常量

都是 class 的一个唯一实例。Python 提供了 Enum 类来实现这个功能：

from enum import Enum

Month = Enum('Month', ('Jan', 'Feb', 'Mar', 'Apr', 'May', 'Jun', 'Jul',

'Aug', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dec'))

我们说 class 的定义是运行时动态创建的，而创建 class 的方法就是使用type()函数。type()函数既可以返回一个对象的类型，又可以创建出新的类型，比如，

我们可以通过 type()函数创建出 Hello 类，而无需通过 class Hello(object)...的定义：

要创建一个 class 对象，type()函数依次传入 3 个参数。正常情况下，我们都用 class Xxx...来定义类，但是，type()函数也允许

我们动态创建出类来，也就是说，动态语言本身支持运行期动态创建类，这和静态语言有非常大的不同，要在静态语言运行期创建类，必须构造源代码字符串再调用编译器，或者借助一些工具生成字节码实现，本质上都是动态编译，会非常复杂。

除了使用 type()动态创建类以外，要控制类的创建行为，还可以使用metaclass。metaclass，直译为元类，简单的解释就是：当我们定义了类以后，就可以根据这个类创建出实例，所以：先定义类，然后创建实例。正常情况下，你不会碰到需要使用 metaclass 的情况。

#### 1.1.30 调试 测试

Logging模块 assert print 启动 Python 解释器时可以用-O 参数来关闭 assert。

logging.basicConfig(level=logging.INFO)

logging.info('logging info');

logging.error('logging error');

启动 Python 的调试器 pdb，让程序以单步方式运行，可以随时查看运行状态。我们先准备好程序然后启动：

$ python3 -m pdb err.py

>

/Users/michael/Github/learn-python3/samples/debug/err.py(2)<module>()

-> s = '0'

以参数-m pdb 启动后，pdb 定位到下一步要执行的代码-> s = '0'。输入命令 l 来查看代码

类似gdb

测试：为了编写单元测试，我们需要引入 Python 自带的 unittest 模块。对每一类测试都需要编写一个 test\_xxx()方法。由于 unittest.TestCase提供了很多内置的条件判断，我们只需要调用这些方法就可以断言输出是否是我们所期望的。最常用的断言就是 assertEqual()。setUp()和 tearDown()方法有什么用呢？设想你的测试需要启动一个数据库，这时，就可以在 setUp()方法中连接数据库，在 tearDown()方法中关闭数据库，这样，不必在每个测试方法中重复相同的代码。

#### 1.1.31 IO stringIO byteIO 操作文件和目录

第一种是 CPU 等着，也就是程序暂停执行后续代码，等 100M 的数据在 10 秒后写入磁盘，再接着往下执行，这种模式称为同步 IO；

另一种方法是 CPU 不等待，只是告诉磁盘，“您老慢慢写，不着急，我接着干别的事去了”，于是，后续代码可以立刻接着执行，这种模式称为异步 IO。

很明显，使用异步 IO 来编写程序性能会远远高于同步 IO，但是异步 IO的缺点是编程模型复杂。想想看，你得知道什么时候通知你“汉堡做好了”，而通知你的方法也各不相同。如果是服务员跑过来找到你，这是回调模式，如果服务员发短信通知你，你就得不停地检查手机，这是轮询模式。总之，异步 IO 的复杂度远远高于同步 IO。

f = open('/Users/michael/test.txt', 'r')。如果文件打开成功，接下来，调用 read()方法可以一次读取文件的全部内容，Python 把内容读到内存，用一个 str 对象表示。调用 read()会一次性读取文件的全部内容，如果文件有 10G，内存就爆了，所以，要保险起见，可以反复调用 read(size)方法，每次最多读取size 个字节的内容。另外，调用 readline()可以每次读取一行内容，调用 readlines()一次读取所有内容并按行返回 list。因此，要根据需要决

定怎么调用。f = open('/Users/michael/gbk.txt', 'r', encoding='gbk', errors='ignore')

>>> f = open('/Users/michael/test.txt', 'w')

>>> f.write('Hello, world!')

>>> f.close()

很多时候，数据读写不一定是文件，也可以在内存中读写。StringIO 顾名思义就是在内存中读写 str。要把 str 写入 StringIO，我们需要先创建一个 StringIO，然后，像文件一样写入即可。

StringIO操作的只能是str，如果要操作二进制数据，就需要使用BytesIO。

如果我们要操作文件、目录，可以在命令行下面输入操作系统提供的各种命令来完成。比如 dir、cp 等命令。其实操作系统提供的命令只是简单地调用了操作系统提供的接口函数，Python 内置的 os 模块也可以直接调用操作系统提供的接口函数。

os.environ，os.environ.get('PATH')，os.path.abspath('.')，os.mkdir('/Users/michael/testdir')，os.rmdir('/Users/michael/testdir')，os.path.split()，os.path.splitext()可以直接让你得到文件扩展名。>>> os.rename('test.txt', 'test.py')

# 删掉文件:

>>> os.remove('test.py')

幸运的是 shutil 模块提供了 copyfile()的函数，你还可以在 shutil 模块中找到很多实用函数，它们可以看做是 os 模块的补充。 [x for x in os.listdir('.') if os.path.isdir(x)]。

#### 1.1.32 序列化

我们把变量从内存中变成可存储或传输的过程称之为序列化，在 Python中叫 pickling，在其他语言中也被称之为 serialization，marshalling，flattening 等等，都是一个意思。反过来，把变量内容从序列化的对象重新读到内存里称之为反序列化，即 unpickling。Python 提供了 pickle 模块来实现序列化。

import pickle

d = dict(name='Bob', age=20, score=88)

>>> pickle.dumps(d)

pickle.dumps()方法把任意对象序列化成一个 bytes，然后，就可以把这

个 bytes 写入文件。或者用另一个方法 pickle.dump()直接把对象序列化

后写入一个 file-like Object。当我们要把对象从磁盘读到内存时，可以先把内容读到一个 bytes，然后用 pickle.loads()方法反序列化出对象，也可以直接用 pickle.load()方法从一个 file-like Object 中直接反序列化出对象。我们打开另一个Python 命令行来反序列化刚才保存的对象。Pickle 的问题和所有其他编程语言特有的序列化问题一样，就是它只能用于 Python，并且可能不同版本的 Python 彼此都不兼容，因此，只能用 Pickle 保存那些不重要的数据，不能成功地反序列化也没关系。

JSON：如果我们要在不同的编程语言之间传递对象，就必须把对象序列化为标准格式，比如 XML，但更好的方法是序列化为 JSON，因为 JSON 表示出来就是一个字符串，可以被所有语言读取，也可以方便地存储到磁盘。或者通过网络传输。JSON 不仅是标准格式，并且比 XML 更快，而且可以直接在 Web 页面中读取，非常方便。JSON 表示的对象就是标准的 JavaScript 语言的对象，JSON 和 Python内置的数据类型对应如下：

JSON 类型 Python 类型

{} dict

[] list

"string" str

1234.56 int 或 float

true/false True/False

null None

dumps()方法返回一个 str，内容就是标准的 JSON。json.dumps(d)。要把 JSON 反序列化为 Python 对象，用 loads()或者对应的 load()方法，前者把 JSON 的字符串反序列化，后者从 file-like Object 中读取字符串并反序列化：json.loads(json\_str)。

#### 1.1.33 进程 线程

子进程永远返回 0，而父进程返回子进程的 ID。这样做的理由是，一个父进程可以 fork 出很多子进程，所以，父进程要记下每个子进程的 ID，而子进程只需要调用 getppid()就可以拿到父进程的 ID。Python 的 os 模块封装了常见的系统调用，其中就包括 fork，可以在

Python 程序中轻松创建子进程。 Windows 没有 fork 调用。multiprocessing 模块就是跨平台版本的多进程模块。

如果要启动大量的子进程，可以用进程池的方式批量创建子进程。p = Pool(4)。由于 Pool 的默认大小是 CPU 的核数，如果你不幸拥有 8 核 CPU，你要提交至少 9 个子进程才能看到上面的等待效果。p.apply\_async(long\_time\_task, args=(i,))。subprocess 模块可以让我们非常方便地启动一个子进程，然后控制其输入和输出。

subprocess 模块可以让我们非常方便地启动一个子进程，然后控制其输入和输出。r = subprocess.call(['nslookup', 'www.python.org'])。Process 之间肯定是需要通信的，操作系统提供了很多机制来实现进程间的通信。Python 的 multiprocessing 模块包装了底层的机制，提供了Queue、Pipes 等多种方式来交换数据。

# 写数据进程执行的代码:

def write(q):

print('Process to write: %s' % os.getpid())

for value in ['A', 'B', 'C']:

print('Put %s to queue...' % value)

q.put(value)

time.sleep(random.random())

# 读数据进程执行的代码:

def read(q):

print('Process to read: %s' % os.getpid())

while True:

value = q.get(True)

print('Get %s from queue.' % value)

if \_\_name\_\_=='\_\_main\_\_':

# 父进程创建 Queue，并传给各个子进程：

q = Queue()

pw = Process(target=write, args=(q,))

pr = Process(target=read, args=(q,))

# 启动子进程 pw，写入:

pw.start()

# 启动子进程 pr，读取:

pr.start()

# 等待 pw 结束:

pw.join()

# pr 进程里是死循环，无法等待其结束，只能强行终止:

pr.terminate()

Python 的标准库提供了两个模块：\_thread 和 threading，\_thread 是低级模块，threading 是高级模块，对\_thread 进行了封装。绝大多数情况下，我们只需要使用 threading 这个高级模块。t = threading.Thread(target=loop, name='LoopThread')

t.start()

t.join()

由于锁只有一个，无论多少线程，同一时刻最多只有一个线程持有该锁，所以，不会造成修改的冲突。创建一个锁就是通过threading.Lock()来实现。当多个线程同时执行 lock.acquire()时，只有一个线程能成功地获取锁，然后继续执行代码，其他线程就继续等待直到获得锁为止。ThreadLocal 最常用的地方就是为每个线程绑定一个数据库连接，HTTP请求，用户身份信息等，这样一个线程的所有调用到的处理函数都可以非常方便地访问这些资源。一个 ThreadLocal 变量虽然是全局变量，但每个线程都只能读写自己线程的独立副本，互不干扰。ThreadLocal 解决了参数在一个线程中各个函数之间互相传递的问题。

#### 1.1.34 正则表达式

在正则表达式中，如果直接给出字符，就是精确匹配。用\d 可以匹配一个数字，\w 可以匹配一个字母或数字。

要匹配变长的字符，在正则表达式中，用\*表示任意个字符（包括 0 个），用+表示至少一个字符，用?表示 0 个或 1 个字符，用{n}表示 n 个字符，用{n,m}表示 n-m 个字符。

如果要匹配'010-12345'的正则是\d{3}\-\d{3,8}。

要做更精确地匹配，可以用[]表示范围，比如： [0-9a-zA-Z\\_]可以匹配一个数字、字母或者下划线； [0-9a-zA-Z\\_]+可以匹配至少由一个数字、字母或者下划线组成的字符串，比如'a100'，'0\_Z'，'Py3000'等等；

^表示行的开头，^\d 表示必须以数字开头。

$表示行的结束，\d$表示必须以数字结束。

Python 提供 re 模块，包含所有正则表达式的功能。由于 Python 的字符串本身也用\转义。import re >>> re.match(r'^\d{3}\-\d{3,8}$', '010-12345')。

re.split(r'\s+', 'a b c') 切分字符串

除了简单地判断是否匹配之外，正则表达式还有提取子串的强大功能。用()表示的就是要提取的分组（Group）。注意到 group(0)永远是原始字符串，group(1)、group(2)……表示第 1、2、……个子串。

当我们在 Python 中使用正则表达式时，re 模块内部会干两件事情：

1. 编译正则表达式，如果正则表达式的字符串本身不合法，会报错；

2. 用编译后的正则表达式去匹配字符串。

>>> import re

# 编译:

>>> re\_telephone = re.compile(r'^(\d{3})-(\d{3,8})$')

# 使用：

>>> re\_telephone.match('010-12345').groups()

('010', '12345')

>>> re\_telephone.match('010-8086').groups()

('010', '8086')

#### 1.1.35 内建模块

datetime 是 Python 处理日期和时间的标准库

now = datetime.now() # 获取当前 datetime

dt = datetime(2015, 4, 19, 12, 20) # 用指定日期时间创建 datetime

dt.timestamp() # 把 timestamp 转换为 datetime

collections 是 Python 内建的一个集合模块，提供了许多有用的集合类。namedtuple 是一个函数，它用来创建一个自定义的 tuple 对象，并且规定了 tuple 元素的个数，并可以用属性而不是索引来引用 tuple 的某个元素。

deque 是为了高效实现插入和删除操作的双向列表，适合用于队列和栈。使用 list 存储数据时，按索引访问元素很快，但是插入和删除元素就很慢了，因为 list 是线性存储，数据量大的时候，插入和删除效率很低。

OrderedDict：使用 dict 时，Key 是无序的。在对 dict 做迭代时，我们无法确定 Key的顺序。如果要保持 Key 的顺序，可以用 OrderedDict。

Defaultdict：使用 dict 时，如果引用的 Key 不存在，就会抛出 KeyError。如果希望key 不存在时，返回一个默认值，就可以用 defaultdict。

Counter 是一个简单的计数器，例如，统计字符出现的个数。

Base64 是一种用 64 个字符来表示任意二进制数据的方法。所以，Base64 编码会把 3 字节的二进制数据编码为 4 字节的文本数据，长度增加 33%，好处是编码后的文本数据可以在邮件正文、网页等直接显示。如果要编码的二进制数据不是 3 的倍数，最后会剩下 1 个或 2 个字节怎么办？Base64 用\x00 字节在末尾补足后，再在编码的末尾加上 1 个或 2个=号，表示补了多少字节，解码的时候，会自动去掉。>>> import base64

>>> base64.b64encode(b'binary\x00string')

b'YmluYXJ5AHN0cmluZw=='

>>> base64.b64decode(b'YmluYXJ5AHN0cmluZw==')

b'binary\x00string'

hashlib 提供了常见的摘要算法，如 MD5，SHA1 等等。

itertools 提供了非常有用的用于操作迭代对象的函数。

Python 提供了 HTMLParser 来非常方便地解析 HTML，只需简单几行代码。

urllib 提供了一系列用于操作 URL 的功能。urllib 的 request 模块可以非常方便地抓取 URL 内容，也就是发送一个GET 请求到指定的页面，然后返回 HTTP 的响应。

PIL：操作图像。

virtualenv 就是用来为一个应用创建一套“隔离”的 Python 运行环境。

#### 1.1.36 if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_'

一个python的文件有两种使用的方法，第一是直接作为脚本执行，第二是import到其他的python脚本中被调用（模块重用）执行。因此if \_\_name\_\_ == 'main': 的作用就是控制这两种情况执行代码的过程，在if \_\_name\_\_ == 'main': 下的代码只有在第一种情况下（即文件作为脚本直接执行）才会被执行，而import到其他脚本中是不会被执行的。

每个python模块（python文件，也就是此处的test.py和import\_test.py）都包含内置的变量\_\_name\_\_,当运行模块被执行的时候，\_\_name\_\_等于文件名（包含了后缀.py）；如果import到其他模块中，则\_\_name\_\_等于模块名称（不包含后缀.py）。而“\_\_main\_\_”等于当前执行文件的名称（包含了后缀.py）。进而当模块被直接执行时，\_\_name\_\_ == 'main'结果为真。同样举例说明，我们在test.py脚本的if \_\_name\_\_=="\_\_main\_\_":之前加入print \_\_name\_\_，即将\_\_name\_\_打印出来。文件内容和结果如下。

#### 1.1.37 gui模块

我们编写的 Python 代码会调用内置的 Tkinter，Tkinter 封装了访问 Tk的接口。from tkinter import \*。pack()方法把 Widget 加入到父容器中，并实现布局。pack()是最简单的布局，grid()可以实现更复杂的布局。

from tkinter import \*

import tkinter.messagebox as messagebox

class Application(Frame):

def \_\_init\_\_(self, master=None):

Frame.\_\_init\_\_(self, master)

self.pack()

self.createWidgets()

def hello(self):

name = self.nameInput.get() or 'world';

messagebox.showinfo('Message', 'Hello, %s' % name)

def createWidgets(self):

#self.helloLabel = Label(self, text='Hello, world!');

#self.helloLabel.pack();

#self.quitButton = Button(self, text='Quit', command=self.quit);

#self.quitButton.pack();

self.nameInput = Entry(self)

self.nameInput.pack()

self.alertButton = Button(self, text='Hello',command=self.hello)

self.alertButton.pack()

def function\_tkinter():

app = Application();

# 设置窗口标题:

app.master.title('Hello World');

# 主消息循环:

app.mainloop();

#### 1.1.38 网络编程

import socket

# 创建一个 socket:

s = socket.socket(socket.AF\_INET, socket.SOCK\_STREAM)

# 建立连接:

s.connect(('www.sina.com.cn', 80))

s.send(b'GET / HTTP/1.1\r\nHost: www.sina.com.cn\r\nConnection:

close\r\n\r\n')

d = s.recv(1024)

接收数据时，调用 recv(max)方法，一次最多接收指定的字节数，因此，在一个 while 循环中反复接收，直到 recv()返回空数据，表示接收完毕，退出循环。

# 关闭连接:

s.close()

s.bind(('127.0.0.1', 9999))

紧接着，调用 listen()方法开始监听端口，传入的参数指定等待连接的最大数量：

s.listen(5)

SMTP 发送邮件import smtplib

Python 内置一个 poplib 模块，实现了 POP3 协议，可以直接用来收邮件。

#### 1.1.39 数据库

要操作关系数据库，首先需要连接到数据库，一个数据库连接称为Connection；连接到数据库后，需要打开游标，称之为 Cursor，通过 Cursor 执行 SQL语句，然后，获得执行结果。import sqlite3

def function\_sqllite():

# 连接到 SQLite 数据库,数据库文件是 test.db,如果文件不存在，会自动在当前目录创建:

conn = sqlite3.connect('test.db');

# 创建一个 Cursor:

cursor = conn.cursor();

#cursor.execute('create table user (id varchar(20) primary key, name varchar(20))');

#cursor.execute('insert into user (id, name) values (\'1\',\'Michael\')');

print(cursor.rowcount);

cursor.execute('select \* from user where id=?', '1');

values = cursor.fetchall();

print(values);

cursor.close();

conn.commit();# 提交事务:

conn.close();# 关闭 Connection:

使用 Cursor 对象执行 select 语句时，通过 featchall()可以拿到结果集。结果集是一个 list，每个元素都是一个 tuple，对应一行记录

#### 1.1.40 web框架

1.1.34 除了 Flask，常见的 Python Web 框架还有：

 Django：全能型 Web 框架；

 web.py：一个小巧的 Web 框架；

 Bottle：和 Flask 类似的 Web 框架；

 Tornado：Facebook 的开源异步 Web 框架。

除了 Jinja2，常见的模板还有：

 Mako：用<% ... %>和${xxx}的一个模板；

 Cheetah：也是用<% ... %>和${xxx}的一个模板；

 Django：Django 是一站式框架，内置一个用{% ... %}和{{ xxx }}

的模板。

#### 1.1.41 异步

asyncio 的编程模型就是一个消息循环。我们从 asyncio 模块中直接获取一个 EventLoop 的引用，然后把需要执行的协程扔到 EventLoop 中执行，就实现了异步 IO。

asyncio 提供了完善的异步 IO 支持；异步操作需要在 coroutine 中通过 yield from 完成；多个 coroutine 可以封装成一组 Task 然后并发执行。

asyncio 实现了 TCP、UDP、SSL 等协议，aiohttp 则是基于 asyncio 实现的 HTTP 框架。

协程，又称微线程，纤程。英文名 Coroutine。看起来 A、B 的执行有点像多线程，但协程的特点在于是一个线程执行，那和多线程比，协程有何优势？最大的优势就是协程极高的执行效率。因为子程序切换不是线程切换，而是由程序自身控制，因此，没有线程切换的开销，和多线程比，线程数量越多，协程的性能优势就越明显。第二大优势就是不需要多线程的锁机制，因为只有一个线程，也不存在同时写变量冲突，在协程中控制共享资源不加锁，只需要判断状态就好了，所以执行效率比多线程高很多。

Python 对协程的支持是通过 generator 实现的。在 generator 中，我们不但可以通过 for 循环来迭代，还可以不断调用next()函数获取由 yield 语句返回的下一个值。

import threading

import asyncio

@asyncio.coroutine

def hello():

print('Hello world! (%s)' % threading.currentThread())

yield from asyncio.sleep(1)

print('Hello again! (%s)' % threading.currentThread())

loop = asyncio.get\_event\_loop()

tasks = [hello(), hello()]

loop.run\_until\_complete(asyncio.wait(tasks))

loop.close()

Coroutine函数是多线程的。可见 3 个连接由一个线程通过 coroutine 并发完成。

只需要做两步简单的替换：

1. 把@asyncio.coroutine 替换为 async；

2. 把 yield from 替换为 await。

async def hello():

print("Hello world!")

r = await asyncio.sleep(1)

print("Hello again!")

### 1.2 额外功能

#### 1.2.1打包

【Terminal】打开终端，输入命令pip install pyinstaller

输入命令 pyinstaller，回车显示安装成功

输入命令 pyinstaller --console --onefile jingyan\_frame.py

## python 项目

### xlrd xlwt操作excel

import xlrd;

import xlwt;

相关列子在py代码中可以参考一下。主要有设置样式，保存 读取 sheet等。

### 豆瓣250抓包保存excel

#### request下载页面

get请求

参数也可以传递列表

payload = {'key1': 'value1', 'key2': ['value2', 'value3']}

r = requests.get('http://httpbin.org/get', params=payload)  
print(r.url)  
<http://httpbin.org/get?key1=value1&key2=value2&key2=value3>

r.text 返回headers中的编码解析的结果，可以通过r.encoding = 'gbk'来变更解码方式

r.content返回二进制结果

r.json()返回JSON格式，可能抛出异常

r.status\_code

r.raw返回原始socket respons，需要加参数stream=True

r = requests.get('https://api.github.com/events', stream=True)

r.raw

<requests.packages.urllib3.response.HTTPResponse object at 0x101194810>

都是r的方法

传入header cookie

data = requests.get('http://movie.douban.com/top250/', headers=headers, stream=True)

url = 'http://httpbin.org/cookies'

r = requests.get(url, cookies=dict(cookies\_are='working'))

r.text

'{"cookies": {"cookies\_are": "working"}}'

Post请求

传递表单

r = requests.post('http://httpbin.org/post', data = {'key':'value'})

传递文件

url = '<http://httpbin.org/post>'  
>>> files = {'file': open('report.xls', 'rb')}

>>> r = requests.post(url, files=files)

Get携带session

session，自动保存cookies，可以设置请求参数，下次请求自动带上请求参数

s = requests.Session()

s.get('http://httpbin.org/cookies/set/sessioncookie/123456789')

r = s.get('http://httpbin.org/cookies')

print(r.text)

# '{"cookies": {"sessioncookie": "123456789"}}'

SSL证书验证

>>> requests.get('https://kennethreitz.com', verify=True)

requests.exceptions.SSLError: hostname 'kennethreitz.com' doesn't match either of '\*.herokuapp.com', 'herokuapp.com'

Stream

如果设置stream为True，请求连接不会被关闭，除非读取所有数据或者调用Response.close。

Content

resp.text返回的是Unicode型的数据。

resp.content返回的是bytes型也就是二进制的数据。

（resp.json()返回的是json格式数据）

r.raw返回原始socket respons

#### 2.2.2 BeautifulSoup从网页抓取数据

Beautiful Soup支持Python标准库中的HTML解析器,还支持一些第三方的解析器，如果我们不安装它，则 Python 会使用 Python默认的解析器，lxml 解析器更加强大，速度更快，推荐安装。

soup = BeautifulSoup(doc, 'html.parser')

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 解析器 | 使用方法 | 优势 | 劣势 |
| Python标准库 | BeautifulSoup(markup, “html.parser”) | Python的内置标准库  执行速度适中  文档容错能力强 | Python 2.7.3 or 3.2.2)前 的版本中文档容错能力差 |
| lxml HTML 解析器 | BeautifulSoup(markup, “lxml”) | 速度快  文档容错能力强 | 需要安装C语言库 |
| lxml XML 解析器 | BeautifulSoup(markup, [“lxml”, “xml”])BeautifulSoup(markup, “xml”) | 速度快  唯一支持XML的解析器 | 需要安装C语言库 |
| html5lib | BeautifulSoup(markup, “html5lib”) | 最好的容错性  以浏览器的方式解析文档  生成HTML5格式的文档 | 速度慢  不依赖外部扩展 |

Beautiful Soup将复杂HTML文档转换成一个复杂的树形结构,每个节点都是Python对象,所有对象可以归纳为4种:Tag NavigableString BeautifulSoup Comment

1. Tag 是什么？通俗点讲就是 HTML 中的一个个标签，如下使用：

print soup.title

#<title>The Dormouse's story</title>

print soup.head

#<head><title>The Dormouse's story</title></head>

print soup.a

#<a class="sister" href="http://example.com/elsie" id="link1"><!-- Elsie --></a>

print soup.p

#<p class="title" name="dromouse"><b>The Dormouse's story</b></p>

对于 Tag，它有两个重要的属性，是 name 和 attrs。

如果我们想要单独获取某个属性，可以这样，例如我们获取它的 class 叫什么

print soup.p['class']

#['title']

还可以这样，利用get方法，传入属性的名称，二者是等价的

print soup.p.get('class')

#['title']

我们可以对这些属性和内容等等进行修改，例如

soup.p['class']="newClass"

print soup.p

#<p class="newClass" name="dromouse"><b>The Dormouse's story</b></p>

还可以对这个属性进行删除，例如

del soup.p['class']

print soup.p

#<p name="dromouse"><b>The Dormouse's story</b></p>

1. NavigableString

既然我们已经得到了标签的内容，那么问题来了，我们要想获取标签内部的文字怎么办呢？很简单，用 .string 即可，例如

print soup.p.string

#The Dormouse's story

这样我们就轻松获取到了标签里面的内容，想想如果用正则表达式要多麻烦。它的类型是一个 NavigableString，翻译过来叫 可以遍历的字符串，不过我们最好还是称它英文名字吧。

print type(soup.p.string)

#<class 'bs4.element.NavigableString'>

来检查一下它的类型

print type(soup.p.string)

#<class 'bs4.element.NavigableString'>

1. BeautifulSoup

BeautifulSoup 对象表示的是一个文档的全部内容.大部分时候,可以把它当作 Tag 对象，是一个特殊的 Tag，我们可以分别获取它的类型，名称，以及属性来感受一下

1. Comment

Comment 对象是一个特殊类型的 NavigableString 对象，其实输出的内容仍然不包括注释符号，但是如果不好好处理它，可能会对我们的文本处理造成意想不到的麻烦。

我们找一个带注释的标签

print soup.a

print soup.a.string

print type(soup.a.string)

运行结果如下

<a class="sister" href="http://example.com/elsie" id="link1"><!-- Elsie --></a>

Elsie

<class 'bs4.element.Comment'>

a 标签里的内容实际上是注释，但是如果我们利用 .string 来输出它的内容，我们发现它已经把注释符号去掉了，所以这可能会给我们带来不必要的麻烦。

另外我们打印输出下它的类型，发现它是一个 Comment 类型，所以，我们在使用前最好做一下判断，判断代码如下

if type(soup.a.string)==bs4.element.Comment:

print soup.a.string

上面的代码中，我们首先判断了它的类型，是否为 Comment 类型，然后再进行其他操作，如打印输出。

**遍历文档树**

1. 直接子节点

要点：.contents属性

tag 的 .content 属性可以将tag的子节点以列表的方式输出。它返回的不是一个 list，不过我们可以通过遍历获取所有子节点。输出方式为列表，我们可以用列表索引来获取它的某一个元素。soup.head.contents[0]。

.children返回的不是一个 list，不过我们可以通过遍历获取所有子节点。我们打印输出 .children 看一下，可以发现它是一个 list 生成器对象

1. 所有子孙节点

.contents 和 .children 属性仅包含tag的直接子节点，.descendants 属性可以对所有tag的子孙节点进行递归循环，和 children类似，我们也需要遍历获取其中的内容。

for child in soup.descendants:

print child

1. 节点内容

知识点：.string 属性

如果tag只有一个 NavigableString 类型子节点,那么这个tag可以使用 .string 得到子节点。如果一个tag仅有一个子节点,那么这个tag也可以使用 .string 方法,输出结果与当前唯一子节点的 .string 结果相同。

通俗点说就是：如果一个标签里面没有标签了，那么 .string 就会返回标签里面的内容。如果标签里面只有唯一的一个标签了，那么 .string 也会返回最里面的内容。

如果tag包含了多个子节点,tag就无法确定，string 方法应该调用哪个子节点的内容, .string 的输出结果是 None。

1. 多个内容

知识点： .strings .stripped\_strings 属性

.strings

获取多个内容，不过需要遍历获取，比如下面的例子

for string in soup.strings:

print(repr(string))

.stripped\_strings

输出的字符串中可能包含了很多空格或空行,使用 .stripped\_strings 可以去除多余空白内容。

（5）父节点

知识点： .parent 属性

（6）全部父节点

知识点：.parents 属性

通过元素的 .parents 属性可以递归得到元素的所有父辈节点。

（7）兄弟节点

知识点：.next\_sibling .previous\_sibling 属性

兄弟节点可以理解为和本节点处在统一级的节点，.next\_sibling 属性获取了该节点的下一个兄弟节点，.previous\_sibling 则与之相反，如果节点不存在，则返回 None

注意：实际文档中的tag的 .next\_sibling 和 .previous\_sibling 属性通常是字符串或空白，因为空白或者换行也可以被视作一个节点，所以得到的结果可能是空白或者换行

1. 全部兄弟节点

知识点：.next\_siblings .previous\_siblings 属性

通过 .next\_siblings 和 .previous\_siblings 属性可以对当前节点的兄弟节点迭代输出

（9）前后节点

知识点：.next\_element .previous\_element 属性

与 .next\_sibling .previous\_sibling 不同，它并不是针对于兄弟节点，而是在所有节点，不分层次

比如 head 节点为

<head><title>The Dormouse's story</title></head>

那么它的下一个节点便是 title，它是不分层次关系的

（10）所有前后节点

知识点：.next\_elements .previous\_elements 属性

通过 .next\_elements 和 .previous\_elements 的迭代器就可以向前或向后访问文档的解析内容,就好像文档正在被解析一样

**搜索文档树**

（1）find\_all( name , attrs , recursive , text , \*\*kwargs )

find\_all() 方法搜索当前tag的所有tag子节点,并判断是否符合过滤器的条件。

1）name 参数

name 参数可以查找所有名字为 name 的tag,字符串对象会被自动忽略掉

A.传字符串

最简单的过滤器是字符串.在搜索方法中传入一个字符串参数,Beautiful Soup会查找与字符串完整匹配的内容,下面的例子用于查找文档中所有的<b>标签

soup.find\_all('b')

# [<b>The Dormouse's story</b>]

B.传正则表达式

如果传入正则表达式作为参数,Beautiful Soup会通过正则表达式的 match() 来匹配内容.下面例子中找出所有以b开头的标签,这表示<body>和<b>标签都应该被找到

import re

for tag in soup.find\_all(re.compile("^b")):

print(tag.name)

C.传列表

如果传入列表参数,Beautiful Soup会将与列表中任一元素匹配的内容返回.下面代码找到文档中所有<a>标签和<b>标签

soup.find\_all(["a", "b"])

D.传 True

True 可以匹配任何值,下面代码查找到所有的tag,但是不会返回字符串节点

for tag in soup.find\_all(True):

print(tag.name)

E.传方法

如果没有合适过滤器,那么还可以定义一个方法,方法只接受一个元素参数 [4] ,如果这个方法返回 True 表示当前元素匹配并且被找到,如果不是则反回 False

下面方法校验了当前元素,如果包含 class 属性却不包含 id 属性,那么将返回 True:

def has\_class\_but\_no\_id(tag):

return tag.has\_attr('class') and not tag.has\_attr('id')

def has\_class\_but\_no\_id(tag):

return tag.has\_attr('class') and not tag.has\_attr('id')

将这个方法作为参数传入 find\_all() 方法,将得到所有<p>标签:

soup.find\_all(has\_class\_but\_no\_id)

2）keyword 参数

注意：如果一个指定名字的参数不是搜索内置的参数名,搜索时会把该参数当作指定名字tag的属性来搜索,如果包含一个名字为 id 的参数,Beautiful Soup会搜索每个tag的”id”属性

soup.find\_all(id='link2')

如果传入 href 参数,Beautiful Soup会搜索每个tag的”href”属性

soup.find\_all(href=re.compile("elsie"))

# [<a class="sister" href="http://example.com/elsie" id="link1">Elsie</a>]

使用多个指定名字的参数可以同时过滤tag的多个属性

soup.find\_all(href=re.compile("elsie"), id='link1')

# [<a class="sister" href="http://example.com/elsie" id="link1">three</a>]

在这里我们想用 class 过滤，不过 class 是 python 的关键词，这怎么办？加个下划线就可以

soup.find\_all("a", class\_="sister")

有些tag属性在搜索不能使用,比如HTML5中的 data-\* 属性

data\_soup = BeautifulSoup('<div data-foo="value">foo!</div>')

data\_soup.find\_all(data-foo="value")

但是可以通过 find\_all() 方法的 attrs 参数定义一个字典参数来搜索包含特殊属性的tag

data\_soup.find\_all(attrs={"data-foo": "value"})

3）text 参数

通过 text 参数可以搜搜文档中的字符串内容.与 name 参数的可选值一样, text 参数接受 字符串 , 正则表达式 , 列表, True

soup.find\_all(text="Elsie")

4）limit 参数

find\_all() 方法返回全部的搜索结构,如果文档树很大那么搜索会很慢.如果我们不需要全部结果,可以使用 limit 参数限制返回结果的数量.效果与SQL中的limit关键字类似,当搜索到的结果数量达到 limit 的限制时,就停止搜索返回结果.

文档树中有3个tag符合搜索条件,但结果只返回了2个,因为我们限制了返回数量

5）recursive 参数

调用tag的 find\_all() 方法时,Beautiful Soup会检索当前tag的所有子孙节点,如果只想搜索tag的直接子节点,可以使用参数 recursive=False .

（2）find( name , attrs , recursive , text , \*\*kwargs )

它与 find\_all() 方法唯一的区别是 find\_all() 方法的返回结果是值包含一个元素的列表,而 find() 方法直接返回结果

（3）find\_parents() find\_parent()

find\_all() 和 find() 只搜索当前节点的所有子节点,孙子节点等. find\_parents() 和 find\_parent() 用来搜索当前节点的父辈节点,搜索方法与普通tag的搜索方法相同,搜索文档搜索文档包含的内容

（4）find\_next\_siblings() find\_next\_sibling()

这2个方法通过 .next\_siblings 属性对当 tag 的所有后面解析的兄弟 tag 节点进行迭代, find\_next\_siblings() 方法返回所有符合条件的后面的兄弟节点,find\_next\_sibling() 只返回符合条件的后面的第一个tag节点

（5）find\_previous\_siblings() find\_previous\_sibling()

这2个方法通过 .previous\_siblings 属性对当前 tag 的前面解析的兄弟 tag 节点进行迭代, find\_previous\_siblings() 方法返回所有符合条件的前面的兄弟节点, find\_previous\_sibling() 方法返回第一个符合条件的前面的兄弟节点

（6）find\_all\_next() find\_next()

这2个方法通过 .next\_elements 属性对当前 tag 的之后的 tag 和字符串进行迭代, find\_all\_next() 方法返回所有符合条件的节点, find\_next() 方法返回第一个符合条件的节点

（7）find\_all\_previous() 和 find\_previous()

这2个方法通过 .previous\_elements 属性对当前节点前面的 tag 和字符串进行迭代, find\_all\_previous() 方法返回所有符合条件的节点, find\_previous()方法返回第一个符合条件的节点

**CSS选择器**

我们在写 CSS 时，标签名不加任何修饰，类名前加点，id名前加 #，在这里我们也可以利用类似的方法来筛选元素，用到的方法是 soup.select()，返回类型是 list

（1）通过标签名查找

print soup.select('title')

（2）通过类名查找

print soup.select('.sister')

（3）通过 id 名查找

print soup.select('#link1')

（4）组合查找

组合查找即和写 class 文件时，标签名与类名、id名进行的组合原理是一样的，例如查找 p 标签中，id 等于 link1的内容，二者需要用空格分开

print soup.select('p #link1')

直接子标签查找

print soup.select("head > title")

（5）属性查找

查找时还可以加入属性元素，属性需要用中括号括起来，注意属性和标签属于同一节点，所以中间不能加空格，否则会无法匹配到。

print soup.select('a[class="sister"]')

同样，属性仍然可以与上述查找方式组合，不在同一节点的空格隔开，同一节点的不加空格

print soup.select('p a[href="http://example.com/elsie"]')

以上的 select 方法返回的结果都是列表形式，可以遍历形式输出，然后用 get\_text() 方法来获取它的内容。

#### 2.2.3 参考链接：

<https://cuiqingcai.com/1319.html>

### Scrapy简单入门及实例讲解

#### 2.3.1 scrapy介绍

Scrapy是一个为了爬取网站数据，提取结构性数据而编写的应用框架。 其可以应用在数据挖掘，信息处理或存储历史数据等一系列的程序中。其最初是为了页面抓取 (更确切来说, 网络抓取 )所设计的， 也可以应用在获取API所返回的数据(例如 Amazon Associates Web Services ) 或者通用的网络爬虫。Scrapy用途广泛，可以用于数据挖掘、监测和自动化测试。

Scrapy 使用了 Twisted异步网络库来处理网络通讯。整体架构大致如下：



Scrapy主要包括了以下组件：

**引擎(Scrapy)**  
用来处理整个系统的数据流, 触发事务(框架核心)

**调度器(Scheduler)**  
用来接受引擎发过来的请求, 压入队列中, 并在引擎再次请求的时候返回. 可以想像成一个URL（抓取网页的网址或者说是链接）的优先队列, 由它来决定下一个要抓取的网址是什么, 同时去除重复的网址

**下载器(Downloader)**  
用于下载网页内容, 并将网页内容返回给蜘蛛(Scrapy下载器是建立在twisted这个高效的异步模型上的)

**爬虫(Spiders)**  
爬虫是主要干活的, 用于从特定的网页中提取自己需要的信息, 即所谓的实体(Item)。用户也可以从中提取出链接,让Scrapy继续抓取下一个页面

**项目管道(Pipeline)**  
负责处理爬虫从网页中抽取的实体，主要的功能是持久化实体、验证实体的有效性、清除不需要的信息。当页面被爬虫解析后，将被发送到项目管道，并经过几个特定的次序处理数据。

**下载器中间件(Downloader Middlewares)**  
位于Scrapy引擎和下载器之间的框架，主要是处理Scrapy引擎与下载器之间的请求及响应。

**爬虫中间件(Spider Middlewares)**  
介于Scrapy引擎和爬虫之间的框架，主要工作是处理蜘蛛的响应输入和请求输出。

**调度中间件(Scheduler Middewares)**  
介于Scrapy引擎和调度之间的中间件，从Scrapy引擎发送到调度的请求和响应。

Scrapy运行流程大概如下：

1.引擎从调度器中取出一个链接(URL)用于接下来的抓取

2.引擎把URL封装成一个请求(Request)传给下载器

3.下载器把资源下载下来，并封装成应答包(Response)

4,爬虫解析Response

5.解析出实体（Item）,则交给实体管道进行进一步的处理

6.解析出的是链接（URL）,则把URL交给调度器等待抓取

#### 2.3.1 scrpay在pycharm实例抓美剧

需要安装scrapy wheel lxml pyopenssl Twisted pywin32

Scrapy爬虫的运行需要到命令行下运行，在pychram中左下角有个Terminal,点开就可以在Pycharm下进入命令行，默认是在项目目录下的，要运行项目。

1、创建工程

scrapy startproject movie

2、创建爬虫程序

cd movie

scrapy genspider meiju meijutt.com

Tips:在创建爬虫时使用模板更加方便一些，如：

scrapy genspider [-t template] <name> <domain> 即：scrapy genspider testDemoSpider baidu.com

3、自动创建目录及文件

Spiders

4、文件说明：

scrapy.cfg 项目的配置信息，主要为Scrapy命令行工具提供一个基础的配置信息。（真正爬虫相关的配置信息在settings.py文件中）

items.py 设置数据存储模板，用于结构化数据，如：Django的Model

pipelines 数据处理行为，如：一般结构化的数据持久化

settings.py 配置文件，如：递归的层数、并发数，延迟下载等

spiders 爬虫目录，如：创建文件，编写爬虫规则

注意：一般创建爬虫文件时，以网站域名命名

5、设置数据存储模板

items.py

import scrapy

class MovieItem(scrapy.Item):

# define the fields for your item here like:

# name = scrapy.Field()

name = scrapy.Field()

1. 编写爬虫

meiju.py

# -\*- coding: utf-8 -\*-

import scrapy

from movie.items import MovieItem

class MeijuSpider(scrapy.Spider):

name = "meiju"

allowed\_domains = ["meijutt.com"]

start\_urls = ['http://www.meijutt.com/new100.html']

def parse(self, response):

movies = response.xpath('//ul[@class="top-list fn-clear"]/li')

for each\_movie in movies:

= item['name'] = each\_movie.xpath('./h5/a/@title').extract()[0]

yield item

7、设置配置文件

settings.py增加如下内容

ITEM\_PIPELINES = {'movie.pipelines.MoviePipeline':100}

8、编写数据处理脚本

pipelines.py

class MoviePipeline(object):

def process\_item(self, item, spider):

with open("my\_meiju.txt",'a') as fp:

fp.write(item['name'].encode("utf8") + '\n')

9、执行爬虫

cd movie

scrapy crawl meiju --nolog

scrapy crawl 爬虫名 ，即可运行爬虫。

### python+tensorflow+opencv人脸识别

参考链接：<https://blog.csdn.net/qq_42633819/article/details/81191308>

参考github：<https://github.com/Hironsan/BossSensor>

参考链接：<https://blog.csdn.net/mdzzname/article/details/78239973>

Anaconda里面集成了很多关于python科学计算的第三方库，主要是安装方便，如果不使用anaconda，那么安装起来会很麻烦，各个库之间的依赖性就很难连接的很好，简单点说就是Anaconda已经包含了python,而且安装非常快捷方便。

在安装Anaconda的时候特别需要注意的是，有人到官网以后看到了最新的Anacoda3立马就下了最新的，需要说明的是，Anaconda2和3分别对应的是python版本的2.7和3.6,python的2和3的差别是比较明显的，然而opencv目前支持的python版本是2.7的，如何使用Anaconda3的话，在pycharm中调用的时候会出现无法导入opencv库的情况！！

#### 2.4.1 搭建环境

##### 1.Anaconda2安装

Anaconda2的下载：<https://www.anaconda.com/distribution/>

进行安装

##### 2.opencv安装

opencv库下载好以后，进入安装目录的build\python\2.7的目录，这里面有两个目录,一个是64位的一个是32位的，里面都包含着一个cv2.pyd文件，复制与你安装Anaconda位数相同的里面的cv2.pyd文件，将其粘贴到Anaconda安装目录的Lib\site-packages目录下。

如果不行得话，可以手动安装，先先下载一个whl文件，关于opencv的，下载地址在这里：<https://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/#opencv。>



当时下载红色的那个（对应的是cv3.4版，python3.6版）

现在应该3.4.1了，最新的肯定没问题，只是pip 时候名字对应，跟自己python3.x，win\_x对应就好 win32是32位，amd64是64位。

下完了，放到conda对应的文件夹里：

可以在pycharm terminal在输入

cd C:\Anaconda3\Lib\site-packages\

输入打开命令行：

pip install opencv\_python-3.4.6-cp37-cp37m-win\_amd64.whl

差不多完成了。

##### 3.tensorflow安装

TensorFlow即可以支持CPU，也可以支持CPU+GPU。前者的环境需求简单，后者需要额外的支持。具备了上述安装条件（CPU或GPU）之后，TensorFlow可以通过两种方式进行安装。一是”native” pip，二是Anaconda。

**Anaconda配置tensorflow**

1. 检查Anaconda是否成功安装：conda --version
2. 检测目前安装了哪些环境：conda info --envs
3. 检查目前有哪些版本的python可以安装：conda search --full-name python
4. 安装不同版本的python：conda create --name tensorflow python=3.6最好安装3.6或者3.5
5. 按照提示，激活之：activate tensorflow
6. 确保名叫tensorflow的环境已经被成功添加：conda info --envs
7. 检查新环境中的python版本：python --version
8. 退出当前环境：deactivate
9. 切换环境：activate tensorflow

**安装tensorflow**

1.一种尝试

安装CPU版本输入

安装GPU版本输入

Pip install --ignore-installed --upgrade tensorflow-gpu

（网络不好，多下载几次就成功了）

2.另一种尝试：pip install tensorflow

3.配置pycharm中使用tensorflw得python.exe

安装完设置pycharm选择anaconda下anaconda2/envs/python.exe

File-》setting-》project interpreter-》选择设置-》add-》conda environment-》exsitingt environmeng-》选择anaconda2/envs/tensorflow下python.exe。

参考链接：<https://blog.csdn.net/Eppley/article/details/79297503>

##### 4.sklearn等搭建

自2007年发布以来，scikit-learn已经成为Python重要的机器学习库了。scikit-learn简称sklearn，支持包括分类、回归、降维和聚类四大机器学习算法。还包含了特征提取、数据处理和模型评估三大模块。

  sklearn是Scipy的扩展，建立在NumPy和matplotlib库的基础上。利用这几大模块的优势，可以大大提高机器学习的效率。

  sklearn拥有着完善的文档，上手容易，具有着丰富的API，在学术界颇受欢迎。sklearn已经封装了大量的机器学习算法，包括LIBSVM和LIBINEAR。同时sklearn内置了大量数据集，节省了获取和整理数据集的时间。

在anaconda2里面添加tensorflow sklearn等库，一个利用pip install 有时候网络不好 还有一种是用anaconda2 navigater界面

安装sklearn可以通过pip install安装

pip install keras

pip install Keras-2.2.4-py2.py3-none-any.whl 可以下载在：<https://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/#opencv，然后通过pip安装也可以通过pip> uninstall卸载。

pip install sklearn

#### 2.4.2 函数讲解

选择使用人脸识别分类器

classfier = cv2.CascadeClassifier("./haarcascade\_frontalface\_alt2.xml")

Xml位于opencv\\build\\etc\\haarcascades\\haarcascade\_frontalface\_alt2.xml

人脸检测器（默认）：haarcascade\_frontalface\_default.xml

人脸检测器（快速Harr）：haarcascade\_frontalface\_alt2.xml

人脸检测器（侧视）：haarcascade\_profileface.xml

眼部检测器（左眼）：haarcascade\_lefteye\_2splits.xml

眼部检测器（右眼）：haarcascade\_righteye\_2splits.xml

嘴部检测器：haarcascade\_mcs\_mouth.xml

鼻子检测器：haarcascade\_mcs\_nose.xml

身体检测器：haarcascade\_fullbody.xml

人脸检测器（快速LBP）：lbpcascade\_frontalface.xml

人脸检测，1.2和2分别为图片缩放比例和需要检测的有效点数

faceRects = classfier.detectMultiScale(grey, scaleFactor = 1.2, minNeighbors = 3, minSize = (32, 32))

这个函数完成对人脸的识别以及用一个框框给框起来，其中grey是要识别的图像数据，转化为灰度可以减少计算量。scaleFactor：图像缩放比例，可以理解为同一个物体与相机距离不同，其大小亦不同，必须将其缩放到一定大小才方便识别，该参数指定每次缩放的比例。minNeighbors：对特征检测点周边多少有效点同时检测，这样可避免因选取的特征检测点太小而导致遗漏。minSize：特征检测点的最小值。

1. pycharm中配置解析器

安装完设置pycharm选择anaconda下python.exe

File-》setting-》project interpreter-》选择设置-》add-》conda environment-》exsitingt environmeng-》选择anaconda2得安装路径下ptyho.exe。

## 3.常用库

#### 3.1 nuppy

# LINUX

## Linux系统函数

### 1.1 select函数

在Linux中，我们可以使用select函数实现I/O端口的复用，传递给 select函数的参数会告诉内核：

•我们所关心的文件描述符

•对每个描述符，我们所关心的状态。(我们是要想从一个文件描述符中读或者写，还是关注一个描述符中是否出现异常)

•我们要等待多长时间。(我们可以等待无限长的时间，等待固定的一段时间，或者根本就不等待)

从 select函数返回后，内核告诉我们一下信息：

•对我们的要求已经做好准备的描述符的个数

•对于三种条件哪些描述符已经做好准备.(读，写，异常)

有了这些返回信息，我们可以调用合适的I/O函数(通常是 read 或 write)，并且这些函数不会再阻塞。

|  |
| --- |
| #include <sys/select.h>  **int** select(**int maxfdp1, fd\_set \*readset, fd\_set \*writeset, fd\_set \*exceptset,struct timeval \*timeout);** |

返回：做好准备的文件描述符的个数，超时为0，错误为 -1.

首先我们先看一下最后一个参数。它指明我们要等待的时间：

struct timeval{

long tv\_sec; /\*秒 \*/

long tv\_usec; /\*微秒 \*/

}

有三种情况：

timeout == NULL 等待无限长的时间。等待可以被一个信号中断。当有一个描述符做好准备或者是捕获到一个信号时函数会返回。如果捕获到一个信号， select函数将返回 -1,并将变量 erro设为 EINTR。

timeout->tv\_sec == 0 &&timeout->tv\_usec == 0不等待，直接返回。加入描述符集的描述符都会被测试，并且返回满足要求的描述符的个数。这种方法通过轮询，无阻塞地获得了多个文件描述符状态。

timeout->tv\_sec !=0 ||timeout->tv\_usec!= 0 等待指定的时间。当有描述符符合条件或者超过超时时间的话，函数返回。在超时时间即将用完但又没有描述符合条件的话，返回 0。对于第一种情况，等待也会被信号所中断。

中间的三个参数 readset, writset, exceptset,指向描述符集。这些参数指明了我们关心哪些描述符，和需要满足什么条件(可写，可读，异常)。一个文件描述集保存在 fd\_set 类型中。fd\_set类型变量每一位代表了一个描述符。我们也可以认为它只是一个由很多二进制位构成的数组，所以fd\_set每一位代表一个fd。如下图所示：



对于 fd\_set类型的变量我们所能做的就是声明一个变量，为变量赋一个同种类型变量的值，或者使用以下几个宏来控制它：

|  |  |
| --- | --- |
|  | #include <sys/select.h>  **int** FD\_ZERO(**int fd, fd\_set \*fdset);**  **int** FD\_CLR(**int fd, fd\_set \*fdset);**  **int** FD\_SET(**int fd, fd\_set \*fd\_set);**  **int** FD\_ISSET(**int fd, fd\_set \*fdset);</span>** |

D\_ZERO宏将一个 fd\_set类型变量的所有位都设为 0，使用FD\_SET将变量的某个位置位。清除某个位时可以使用 FD\_CLR，我们可以使用 FD\_SET来测试某个位是否被置位。

当声明了一个文件描述符集后，必须用FD\_ZERO将所有位置零。之后将我们所感兴趣的描述符所对应的位置位，操作如下：

fd\_set rset;

int fd;

FD\_ZERO(&rset);

FD\_SET(fd, &rset);

FD\_SET(stdin, &rset);

select返回后，用FD\_ISSET测试给定位是否置位：

|  |  |
| --- | --- |
|  | **if**(FD\_ISSET(fd, &rset)  { ... }</span> |

具体解释select的参数：

（1）intmaxfdp是一个整数值，是指集合中所有文件描述符的范围，即所有文件描述符的最大值加1，不能错。

说明：对于这个原理的解释可以看上边fd\_set的详细解释，fd\_set是以位图的形式来存储这些文件描述符。maxfdp也就是定义了位图中有效的位的个数。

（2）fd\_set\*readfds是指向fd\_set结构的指针，这个集合中应该包括文件描述符，我们是要监视这些文件描述符的读变化的，即我们关心是否可以从这些文件中读取数据了，如果这个集合中有一个文件可读，select就会返回一个大于0的值，表示有文件可读；如果没有可读的文件，则根据timeout参数再判断是否超时，若超出timeout的时间，select返回0，若发生错误返回负值。可以传入NULL值，表示不关心任何文件的读变化。

（3）fd\_set\*writefds是指向fd\_set结构的指针，这个集合中应该包括文件描述符，我们是要监视这些文件描述符的写变化的，即我们关心是否可以向这些文件中写入数据了，如果这个集合中有一个文件可写，select就会返回一个大于0的值，表示有文件可写，如果没有可写的文件，则根据timeout参数再判断是否超时，若超出timeout的时间，select返回0，若发生错误返回负值。可以传入NULL值，表示不关心任何文件的写变化。

（4）fd\_set\*errorfds同上面两个参数的意图，用来监视文件错误异常文件。

（5）structtimeval\* timeout是select的超时时间，这个参数至关重要，它可以使select处于三种状态，第一，若将NULL以形参传入，即不传入时间结构，就是将select置于阻塞状态，一定等到监视文件描述符集合中某个文件描述符发生变化为止；第二，若将时间值设为0秒0毫秒，就变成一个纯粹的非阻塞函数，不管文件描述符是否有变化，都立刻返回继续执行，文件无变化返回0，有变化返回一个正值；第三，timeout的值大于0，这就是等待的超时时间，即 select在timeout时间内阻塞，超时时间之内有事件到来就返回了，否则在超时后不管怎样一定返回，返回值同上述。

说明：

函数返回：

（1）当监视的相应的文件描述符集中满足条件时，比如说读文件描述符集中有数据到来时，内核(I/O)根据状态修改文件描述符集，并返回一个大于0的数。

（2）当没有满足条件的文件描述符，且设置的timeval监控时间超时时，select函数会返回一个为0的值。

（3）当select返回负值时，发生错误。

理解select模型：

理解select模型的关键在于理解fd\_set,为说明方便，取fd\_set长度为1字节，fd\_set中的每一bit可以对应一个文件描述符fd。则1字节长的fd\_set最大可以对应8个fd。

（1）执行fd\_set set;FD\_ZERO(&set);则set用位表示是0000,0000。

（2）若fd＝5,执行FD\_SET(fd,&set);后set变为0001,0000(第5位置为1)

（3）若再加入fd＝2，fd=1,则set变为0001,0011

（4）执行select(6,&set,0,0,0)阻塞等待

（5）若fd=1,fd=2上都发生可读事件，则select返回，此时set变为0000,0011。注意：没有事件发生的fd=5被清空。

基于上面的讨论，可以轻松得出select模型的特点：

（1)可监控的文件描述符个数取决与sizeof(fd\_set)的值。我这边服务器上sizeof(fd\_set)＝512，每bit表示一个文件描述符，则我服务器上支持的最大文件描述符是512\*8=4096。据说可调，另有说虽然可调，但调整上限受于编译内核时的变量值。

（2）将fd加入select监控集的同时，还要再使用一个数据结构array保存放到select监控集中的fd，一是用于再select返回后，array作为源数据和fd\_set进行FD\_ISSET判断。二是select返回后会把以前加入的但并无事件发生的fd清空，则每次开始 select前都要重新从array取得fd逐一加入（FD\_ZERO最先），扫描array的同时取得fd最大值maxfd，用于select的第一个参数。

（3）可见select模型必须在select前循环array（加fd，取maxfd），select返回后循环array（FD\_ISSET判断是否有时间发生）。

基本原理：



 select()系统调用顺序如下：sys\_select() à core\_sys\_select() à do\_select() à fop->poll()



参考链接：

<https://www.cnblogs.com/ccsccs/articles/4224253.html>

## linux命令

## gdb

### 3.1gdb调试

对C/C++程序的调试，需要在编译前就加上-g选项:

$g++ -g hello.cpp -o hello

调试core文件(core是程序非法执行后core dump后产生的文件):

$gdb <program> <core dump file>

$gdb program core.11127

运行

run：简记为 r ，其作用是运行程序，当遇到断点后，程序会在断点处停止运行，等待用户输入下一步的命令。

continue （简写c ）：继续执行，到下一个断点处（或运行结束）

next：（简写 n），单步跟踪程序，当遇到函数调用时，也不进入此函数体；此命令同 step 的主要区别是，step 遇到用户自定义的函数，将步进到函数中去运行，而 next 则直接调用函数，不会进入到函数体内。

step（简写s）：单步调试如果有函数调用，则进入函数；与命令n不同，n是不进入调用的函数的

until：当你厌倦了在一个循环体内单步跟踪时，这个命令可以运行程序直到退出循环体。

until+行号： 运行至某行，不仅仅用来跳出循环

finish： 运行程序，直到当前函数完成返回，并打印函数返回时的堆栈地址和返回值及参数值等信息。

call 函数(参数)：调用程序中可见的函数，并传递“参数”，如：call gdb\_test(55)

quit：简记为 q ，退出gdb

设置断点

break n （简写b n）:在第n行处设置断点

（可以带上代码路径和代码名称： b OAGUPDATE.cpp:578）

b fn1 if a＞b：条件断点设置

break func（break缩写为b）：在函数func()的入口处设置断点，如：break cb\_button

delete 断点号n：删除第n个断点

disable 断点号n：暂停第n个断点

enable 断点号n：开启第n个断点

clear 行号n：清除第n行的断点

info b （info breakpoints） ：显示当前程序的断点设置情况

delete breakpoints：清除所有断点：

查看源代码

list ：简记为 l ，其作用就是列出程序的源代码，默认每次显示10行。

list 行号：将显示当前文件以“行号”为中心的前后10行代码，如：list 12

list 函数名：将显示“函数名”所在函数的源代码，如：list main

list ：不带参数，将接着上一次 list 命令的，输出下边的内容。

打印表达式

print 表达式：简记为 p ，其中“表达式”可以是任何当前正在被测试程序的有效表达式，比如当前正在调试C语言的程序，那么“表达式”可以是任何C语言的有效表达式，包括数字，变量甚至是函数调用。

print a：将显示整数 a 的值

print ++a：将把 a 中的值加1,并显示出来

print name：将显示字符串 name 的值

print gdb\_test(22)：将以整数22作为参数调用 gdb\_test() 函数

print gdb\_test(a)：将以变量 a 作为参数调用 gdb\_test() 函数

display 表达式：在单步运行时将非常有用，使用display命令设置一个表达式后，它将在每次单步进行指令后，紧接着输出被设置的表达式及值。如： display a

watch 表达式：设置一个监视点，一旦被监视的“表达式”的值改变，gdb将强行终止正在被调试的程序。如： watch a

whatis ：查询变量或函数

info function： 查询函数

扩展info locals： 显示当前堆栈页的所有变量

查询运行信息

where/bt ：当前运行的堆栈列表；

bt backtrace 显示当前调用堆栈

up/down 改变堆栈显示的深度

set args 参数:指定运行时的参数

show args：查看设置好的参数

info program： 来查看程序的是否在运行，进程号，被暂停的原因。

分割窗口

layout：用于分割窗口，可以一边查看代码，一边测试：

layout src：显示源代码窗口

layout asm：显示反汇编窗口

layout regs：显示源代码/反汇编和CPU寄存器窗口

layout split：显示源代码和反汇编窗口

Ctrl + L：刷新窗口

### 3.2gdb 调试coredump文件过程

gdb 调试coredump文件过程：

**第一步：首先需要一个进程的coredump文件，怎么搞出coredump文件呢？**

1、 ps -fax|grep                 进程名称 找到进程的pid

2、gdb -p pid                     调试进程

3、gcore coredump名称        则生成core文件

**第二步：找出coredump文件的应用程序**

1、gdb -c corefile   使用gdb调试core文件

2、info auxv          索引31对应的是core文件的应用程序

**第三部：gdb使用应用程序调试coredump文件**

gdb  coredump应用程序  coredump文件     调试coredump文件

通过以上三步就可以调试coredump文件了

**通过以下命令调试coredump文件**

info threads 显示所有线程

bt 显示线程堆栈信息

thread thread\_num   切换线程

frame num  切换栈

info r 显示当前帧的寄存器信息 （每一帧的寄存器信息都是不相同的）

**readelf应用coredump**

readelf -h 读取coredump文件头

readelf -wl 读取应用程序debug\_line

readelf -wf 读取应用程序fde和cie信息

参考链接：<https://www.cnblogs.com/wangjian8888/p/5950912.html>

### 软件安装

#### LibCurl

1.下载 或者使用sudo apt install curl安装

下载链接：<https://curl.haxx.se/download/>

Github链接：<https://github.com/curl/curl>

2.解压到当前目录（或者 http://www.linuxidc.com/Linux/2014-08/106022.htm）

tar -zxf curl-7.20.0.tar.gz

3.进入解压后的目录内

cd curl-7.17.1

4.配置，指定安装的目录，这里是“/usr/local/curl”

./configure --prefix=/usr/local/curl

Make

Make install

1. 卸载

#### 4.2 libjson

linux下json库的编译及例程链接：<https://blog.csdn.net/renzha0401/article/details/6740205>

linux下json库的编译及例程：<https://www.cnblogs.com/zendu/p/4980312.html>

1、下载JsonCpp

http://sourceforge.net/projects/jsoncpp/files/

2、解压jsconcpp

tar -zvxf jsoncpp-src-0.5.0.tar.gz

我的解压到了/opt/JSON/jsoncpp-src-0.5.

3、进入到jsoncpp解压目录下，执行命令：

scons platform=linux-gcc

4、将/jsoncpp-src-0.5.0/include/目录下的json文件夹拷贝到/usr/include/

5、将jsoncpp-src-0.5.0/libs/Linux-gcc-4.9.1/目录下的libjson\_linux-gcc-4.9.1\_libmt.a 拷贝到/usr/local/lib/下，并为了方便使用，将其重命名为libjson.a

# CMake

## 3.1 CMake

### 3.1.1 介绍

CMake是一种跨平台编译工具，比make更为高级。CMake主要是编写CMakeLists.txt文件，然后用cmake命令将CMakeLists.txt文件转化为make所需要的makefile文件，最后用make命令编译源码生成可执行程序。

cmake 指向CMakeLists.txt所在的目录，例如cmake .. 表示CMakeLists.txt在当前目录的上一级目录。

### 3.1.2 cmake编译

cmake会生成很多中间文件，所以建议新建一个文件夹存放，分四个步骤：

1. mkdir bulid   //新建文件夹存放编译的中间文件
2. cd bulid //进入bulide文件夹
3. cmake .. //因为CMakeLists.txt文件在当前目录的外面，所以cmake命令需要使用cmake ..
4. Make //make命令根据makefile文件编译源码，在bulid目录下生成一个可执行文件，运行获取结果

CMakeLists.txt主要包含以上的7个步骤：

#1.cmake verson，指定cmake版本

cmake\_minimum\_required(VERSION 3.13)

#2.project name，指定项目的名称，一般和项目的文件夹名称FirstProject对应PROJECT(FirstProject)

#3.head file path，头文件目录

INCLUDE\_DIRECTORIES()

#4.source directory，源文件目录

AUX\_SOURCE\_DIRECTORY(src DIR\_SRCS)

#5.set environment variable，设置环境变量，编译用到的源文件全部都要放到这里，否则编译能够通过，但是执行的时候会出现各种问题，比如"symbol lookup error xxxxx , undefined symbol"

SET(TEST\_MATH) 需要的源文件

#6.add executable file，添加要编译的可执行文件

ADD\_EXECUTABLE(${PROJECT\_NAME} ${TEST\_MATH})

#7.add link library，添加可执行文件所需要的库（命名规则：lib+name+.so）,就添加该库的名称TARGET\_LINK\_LIBRARIES(${PROJECT\_NAME} m)

### 3.1.3 cmake语法

1. #： 注释

2.变量：使用set命令显式定义及赋值，在非if语句中，使用${}引用，if中直接使用变量名引用；后续的set命令会清理变量原来的值；${FS\_BUILD\_BINARY\_PREFIX}

3.command (args ...)： #命令不分大小写，参数使用空格分隔，使用双引号引起参数中空格

4.set(var a;b;c) <=> set(var a b c)：#定义变量var并赋值为a;b;c这样一个string list

5.Add\_executable(${var}) <=> Add\_executable(a b c): #变量使用${xxx}引用

6.条件语句：

if(var) #var非empty 0 N No OFF FALSE... #非运算使用NOT

…

else()/elseif() … endif(var)

7. 循环语句

Set(VAR a b c)

Foreach(f ${VAR}) …Endforeach(f)

8. 循环语句

WHILE() … ENDWHILE()

### 3.1.4cmake变量

CMAKE\_C\_COMPILER：指定C编译器

CMAKE\_CXX\_COMPILER：

CMAKE\_C\_FLAGS：编译C文件时的选项，如-g；也可以通过add\_definitions添加编译选项

EXECUTABLE\_OUTPUT\_PATH：可执行文件的存放路径

LIBRARY\_OUTPUT\_PATH：库文件路径

CMAKE\_BUILD\_TYPE:：build 类型(Debug, Release, ...)，CMAKE\_BUILD\_TYPE=Debug

BUILD\_SHARED\_LIBS：Switch between shared and static libraries

内置变量的使用：

>> 在CMakeLists.txt中指定，使用set

>> cmake命令中使用，如cmake -DBUILD\_SHARED\_LIBS=OFF

### 3.1.5cmake命令

**project** (HELLO)   #指定项目名称，生成的VC项目的名称；

>>使用${HELLO\_SOURCE\_DIR}表示项目根目录

**include\_directories**：指定头文件的搜索路径，相当于指定gcc的-I参数

>> include\_directories (${HELLO\_SOURCE\_DIR}/Hello)  #增加Hello为include目录

**link\_directories**：动态链接库或静态链接库的搜索路径，相当于gcc的-L参数

       >> link\_directories (${HELLO\_BINARY\_DIR}/Hello)     #增加Hello为link目录

**add\_subdirectory**：包含子目录

       >> add\_subdirectory (Hello)

**add\_executable**：编译可执行程序，指定编译，好像也可以添加.o文件

       >> add\_executable (helloDemo demo.cxx demo\_b.cxx)   #将cxx编译成可执行文件——

**add\_definitions**：添加编译参数

>> add\_definitions(-DDEBUG)将在gcc命令行添加DEBUG宏定义；

>> add\_definitions( “-Wall -ansi –pedantic –g”)

**target\_link\_libraries**：添加链接库,相同于指定-l参数，添加动态库和静态库。

>> target\_link\_libraries(demo Hello) #将可执行文件与Hello连接成最终文件demo

**add\_library**:

>> add\_library(Hello hello.cxx)  #将hello.cxx编译成静态库如libHello.a

**add\_custom\_target**:

**message**( status|fatal\_error, “message”):在执行CMAKE时打印消息。message([SEND\_ERROR | STATUS | FATAL\_ERROR] "message to display" ...)

**set\_target\_properties**( ... ): lots of properties... OUTPUT\_NAME, VERSION, ....

**link\_libraries**( lib1 lib2 ...): All targets link with the same set of libs

**IF语句中使用字串或数字比较**：数字比较LESS、GREATER、EQUAL，字串比STRLESS、STRGREATER、STREQUAL。

### 3.1.6 cmake基础

CMakeLists.txt 的语法比较简单，由命令、注释和空格组成，其中命令是不区分大小写的。符号 # 后面的内容被认为是注释。命令由命令名称、小括号和参数组成，参数之间使用空格进行间隔。

PROJECT\_BINARY\_DIR=全路径/build

PROJECT\_SOURCE\_DIR=全路径/src

一个是src源文件目录，一个是build目录

**多源多目标**

cmake\_minimum\_required (VERSION 2.8)：说明CMake 最低版本号要求

project (Demo2)：项目信息

aux\_source\_directory(. DIR\_SRCS)：查找当前目录下的所有源文件，并将名称保存到 DIR\_SRCS 变量。

add\_executable(Demo ${DIR\_SRCS})：指定生成目标

add\_subdirectory(math)：添加 math 子目录，指明本项目包含一个子目录 math，这样 math 目录下的 CMakeLists.txt 文件和源代码也会被处理。

target\_link\_libraries(Demo MathFunctions)：添加链接库使用命令 target\_link\_libraries 指明可执行文件 main 需要连接一个名为 MathFunctions 的链接库。

add\_library (MathFunctions ${DIR\_LIB\_SRCS})： 将 src 目录中的源文件编译为静态链接库。

**自定义编译选项**

CMake 允许为项目增加编译选项，从而可以根据用户的环境和需求选择最合适的编译方案。

# CMake 最低版本号要求

cmake\_minimum\_required (VERSION 2.8)

# 项目信息

project (Demo4)

# 加入一个配置头文件，用于处理 CMake 对源码的设置

configure\_file (

"${PROJECT\_SOURCE\_DIR}/config.h.in"

"${PROJECT\_BINARY\_DIR}/config.h"

)

# 是否使用自己的 MathFunctions 库

option (USE\_MYMATH

"Use provided math implementation" ON)

# 是否加入 MathFunctions 库

if (USE\_MYMATH)

include\_directories ("${PROJECT\_SOURCE\_DIR}/math")

add\_subdirectory (math)

set (EXTRA\_LIBS ${EXTRA\_LIBS} MathFunctions)

endif (USE\_MYMATH)

# 查找当前目录下的所有源文件

# 并将名称保存到 DIR\_SRCS 变量

aux\_source\_directory(. DIR\_SRCS)

# 指定生成目标

add\_executable(Demo ${DIR\_SRCS})

target\_link\_libraries (Demo ${EXTRA\_LIBS})

configure\_file命令：用于加入一个配置头文件 config.h ，这个文件由 CMake 从 config.h.in 生成，通过这样的机制，将可以通过预定义一些参数和变量来控制代码的生成config.h.in->config.h。#cmakedefine USE\_MYMATH。先写config.h.in，在cmakelist中使用configure命令生成config.h，分别将 USE\_MYMATH 设为 ON 和 OFF 得到的结果，#define USE\_MYMATH，/\* #undef USE\_MYMATH \*/。

option命令：添加了一个 USE\_MYMATH 选项，并且默认值为 ON 。

USE\_MYMATH：变量的值来决定是否使用我们自己编写的 MathFunctions 库。

修改 main.cc 文件，让其根据 USE\_MYMATH 的预定义值来决定是否调用标准库还是 MathFunctions 库。在代码中也可以用这个预定义值。

**安装和测试**

CMake 也可以指定安装规则，以及添加测试。这两个功能分别可以通过在产生 Makefile 后使用 make install 和 make test 来执行。在 CMake 里，这样的工作同样只需要简单的调用几条命令。

定制安装规则

Install命令：

# 指定 MathFunctions 库的安装路径 module目录下cmakelist

install (TARGETS MathFunctions DESTINATION bin)

install (FILES MathFunctions.h DESTINATION include)

# 指定安装路径 根目录下cmakelist

install (TARGETS Demo DESTINATION bin)

install (FILES "${PROJECT\_BINARY\_DIR}/config.h" DESTINATION include)

通过上面的定制，生成的 Demo 文件和 MathFunctions 函数库 libMathFunctions.o 文件将会被复制到 ./bin 中，而 MathFunctions.h 和生成的 config.h 文件则会被复制到 ./include 中。

add\_test：添加测试同样很简单。CMake 提供了一个称为 CTest 的测试工具。我们要做的只是在项目根目录的 CMakeLists 文件中调用一系列的 add\_test 命令。

# 启用测试

enable\_testing()

# 测试程序是否成功运行 5 2 应该是入参

add\_test (test\_run Demo 5 2)

# 测试帮助信息是否可以正常提示

add\_test (test\_usage Demo)

set\_tests\_properties (test\_usage

PROPERTIES PASS\_REGULAR\_EXPRESSION "Usage: .\* base exponent")

# 测试 5 的平方

add\_test (test\_5\_2 Demo 5 2)

set\_tests\_properties (test\_5\_2

PROPERTIES PASS\_REGULAR\_EXPRESSION "is 25")

PASS\_REGULAR\_EXPRESSION 用来测试输出是否包含后面跟着的字符串。

macro ：用宏减少重复行动

# 定义一个宏，用来简化测试工作

macro (do\_test arg1 arg2 result)

add\_test (test\_${arg1}\_${arg2} Demo ${arg1} ${arg2})

set\_tests\_properties (test\_${arg1}\_${arg2}

PROPERTIES PASS\_REGULAR\_EXPRESSION ${result})

endmacro (do\_test)

# 使用该宏进行一系列的数据测试

do\_test (5 2 "is 25")

do\_test (10 5 "is 100000")

do\_test (2 10 "is 1024")

**支持 gdb**

添加编译选项：让 CMake 支持 gdb 的设置也很容易，只需要指定 Debug 模式下开启 -g 选项：

set(CMAKE\_BUILD\_TYPE "Debug")

set(CMAKE\_CXX\_FLAGS\_DEBUG "$ENV{CXXFLAGS} -O0 -Wall -g -ggdb")

set(CMAKE\_CXX\_FLAGS\_RELEASE "$ENV{CXXFLAGS} -O3 -Wall")

**添加环境检查**

有时候可能要对系统环境做点检查，例如要使用一个平台相关的特性的时候。在这个例子中，我们检查系统是否自带 pow 函数。如果带有 pow 函数，就使用它；否则使用我们定义的 power 函数。

添加 CheckFunctionExists 宏：首先在顶层 CMakeLists 文件中添加 CheckFunctionExists.cmake 宏，并调用 check\_function\_exists 命令测试链接器是否能够在链接阶段找到 pow 函数。

# 检查系统是否支持 pow 函数

include (${CMAKE\_ROOT}/Modules/CheckFunctionExists.cmake)

check\_function\_exists (pow HAVE\_POW)

将上面这段代码放在 configure\_file 命令前。

**添加版本号**

首先修改顶层 CMakeLists 文件，在 project 命令之后加入如下两行：

set (Demo\_VERSION\_MAJOR 1)

set (Demo\_VERSION\_MINOR 0)

分别指定当前的项目的主版本号和副版本号。

之后，为了在代码中获取版本信息，我们可以修改 config.h.in 文件，添加两个预定义变量：

// the configured options and settings for Tutorial

#define Demo\_VERSION\_MAJOR @Demo\_VERSION\_MAJOR@

#define Demo\_VERSION\_MINOR @Demo\_VERSION\_MINOR@

**生成安装包**

习如何配置生成各种平台上的安装包，包括二进制安装包和源码安装包。为了完成这个任务，我们需要用到 CPack ，它同样也是由 CMake 提供的一个工具，专门用于打包。

首先在顶层的 CMakeLists.txt 文件尾部添加下面几行：

# 构建一个 CPack 安装包

include (InstallRequiredSystemLibraries)

set (CPACK\_RESOURCE\_FILE\_LICENSE

"${CMAKE\_CURRENT\_SOURCE\_DIR}/License.txt")

set (CPACK\_PACKAGE\_VERSION\_MAJOR "${Demo\_VERSION\_MAJOR}")

set (CPACK\_PACKAGE\_VERSION\_MINOR "${Demo\_VERSION\_MINOR}")

include (CPack)

上面的代码做了以下几个工作：

1.导入 InstallRequiredSystemLibraries 模块，以便之后导入 CPack 模块；

2.设置一些 CPack 相关变量，包括版权信息和版本信息，其中版本信息用了上一节定义的版本号；

3.导入 CPack 模块。

接下来的工作是像往常一样构建工程，并执行 cpack 命令。

生成二进制安装包：cpack -C CPackConfig.cmake

生成源码安装包：cpack -C CPackSourceConfig.cmak

### 3.1.7迁移CMake

CMake 可以很轻松地构建出在适合各个平台执行的工程环境。而如果当前的工程环境不是 CMake ，而是基于某个特定的平台，是否可以迁移到 CMake 呢？答案是可能的。下面针对几个常用的平台，列出了它们对应的迁移方案。

autotools

[am2cmake](https://projects.kde.org/projects/kde/kdesdk/kde-dev-scripts/repository/revisions/master/changes/cmake-utils/scripts/am2cmake" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank) 可以将 autotools 系的项目转换到 CMake，这个工具的一个成功案例是 KDE 。

[Alternative Automake2CMake](http://emanuelgreisen.dk/stuff/kdevelop_am2cmake.php.tgz" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank) 可以转换使用 automake 的 KDevelop 工程项目。

[Converting autoconf tests](http://www.cmake.org/Wiki/GccXmlAutoConfHints" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

qmake

[qmake converter](http://www.cmake.org/Wiki/CMake:ConvertFromQmake" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank) 可以转换使用 QT 的 qmake 的工程。

Visual Studio

[vcproj2cmake.rb](http://vcproj2cmake.sf.net/" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank) 可以根据 Visual Studio 的工程文件（后缀名是 .vcproj 或 .vcxproj）生成 CMakeLists.txt 文件。

[vcproj2cmake.ps1](http://nberserk.blogspot.com/2010/11/converting-vc-projectsvcproj-to.html" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank) vcproj2cmake 的 PowerShell 版本。

[folders4cmake](http://sourceforge.net/projects/folders4cmake/" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank) 根据 Visual Studio 项目文件生成相应的 “source\_group” 信息，这些信息可以很方便的在 CMake 脚本中使用。支持 Visual Studio 9/10 工程文件。

CMakeLists.txt 自动推导

[gencmake](http://websvn.kde.org/trunk/KDE/kdesdk/cmake/scripts/" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank) 根据现有文件推导 CMakeLists.txt 文件。

[CMakeListGenerator](http://www.vanvelzensoftware.com/postnuke/index.php?name=Downloads&req=viewdownload&cid=7" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank) 应用一套文件和目录分析创建出完整的 CMakeLists.txt 文件。仅支持 Win32 平台。

相关链接

[官方主页](http://www.cmake.org/" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[官方文档](http://www.cmake.org/cmake/help/cmake2.4docs.html" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[官方教程](http://www.cmake.org/cmake/help/cmake_tutorial.html" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[Wiki](http://www.cmake.org/Wiki/CMake" \l "Basic_CMakeLists.txt_from-scratch-generator" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[FAQ](http://www.cmake.org/Wiki/CMake_FAQ" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[bug tracker](http://www.cmake.org/Bug" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

邮件列表：

[cmake on Gmane](http://dir.gmane.org/gmane.comp.programming.tools.cmake.user" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[http://www.mail-archive.com/cmake@cmake.org/](http://www.mail-archive.com/cmake@cmake.org/" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[http://marc.info/?l=cmake](http://www.mail-archive.com/cmake@cmake.org/" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

其他推荐文章

[在 linux 下使用 CMake 构建应用程序](http://www.ibm.com/developerworks/cn/linux/l-cn-cmake/" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[cmake的一些小经验](http://www.cppblog.com/skyscribe/archive/2009/12/14/103208.aspx" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[Packaging Software with CPack](http://www.kitware.com/media/archive/kitware_quarterly0107.pdf" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

[视频教程: 《Getting Started with CMake》](http://www.youtube.com/watch?v=CLvZTyji_Uw" \t "https://www.hahack.com/codes/cmake/_blank)

### 3.1.8参考链接：

1.CMake 入门实战

<https://www.hahack.com/codes/cmake/#>

2.cmake 简介

<https://www.cnblogs.com/lidabo/p/7359422.html>

# C++

## 4.1 c++

部分C++基础在面试中

#### 4.1.1 回调函数

1.定义函数指针：typedef void (\*callback\_t)(void \*);

2.void repeat\_three\_times(callback\_t f, void \*para)

{

f(para);

}

repeat\_three\_times(count\_numbers, (void \*)8);

给函数指针传参数和调用方式

3.// 定义结构体数组（函数表）并初始化

typedef struct CmdEntry

{

PFUNCMD pfuncmd; // 定义函数指针，用于接收函数的入口地址

char cHelp[HELP\_LEN];

}CmdEntry;

static CmdEntry cmdArray[TABLE\_LEN] =

{

{CreateFile,"CreateFile HELP"}, // 取CreatFile()函数地址，帮助信息

{OpenFile,"OpenFile HELP"}, // 取OpenFile()函数地址，帮助信息

{&SaveFile,"SaveFile HELP"}, // 取SaveFile()函数地址，帮助信息

{0,0} // 退出

};

可以给cmdArray数组添加一个结构体cmdArray[i] = cmdentry;

1. 可以利用多线程传入函数指针

5. A\_SetTestCb(B\_UserTestCbDetail);

A\_CallTestCb();

首先A模块里面有全局函数指针，然后模块A对外函提供给模块B，模块A内部定义的全局callback变量与外部模块注册的回调函数绑定起来,用于后续模块A,满足触发条件后,触发回调。A\_CallTestCb()调用触发回调函数。

6.结构体赋值函数值方法

A.callback = a\_callback;

B.callback = &b\_callback;

给结构体数组赋值结构体

struct operation ops[2];

ops[0] = A;

ops[1] = B;

1. 不用typedef函数指针

int call2(int(\*ptr)(),char \*p)

int call1(CallBackFun pCallBack,char \*p)

typedef int (\*CallBackFun)(char \*p);

两个等价

1. 函数传入常值

func((struct argv){"hello ZiMianLiang",24});

int func(struct argv a)

struct argv

{

char a[64];

int b;

};

## 4.2 reactor设计模式

### 4.2.1参考链接

1.Reactor模式详解

<https://www.cnblogs.com/winner-0715/p/8733787.html>

2.Reactor模式

<https://www.jianshu.com/p/eef7ebe28673>

### 4.2.2 reactor介绍

反应器设计模式(Reactor pattern)是一种为处理并发服务请求，并将请求提交到一个或

者多个服务处理程序的事件设计模式。当客户端请求抵达后，服务处理程序使用多路分配策略，由一个非阻塞的线程来接收所有的请求，然后派发这些请求至相关的工作线程进行处理。

### 4.2.3 什么场景下使用Reactor模式？

对于高并发系统，常会使用Reactor模式，其代替了常用的多线程处理方式，节省系统的资源，提高系统的吞吐量。

下面用比较直观的形式来介绍这种模式的使用场景。

以餐厅为例，每一个人就餐就是一个事件，顾客会先看下菜单，然后点餐，处理这些就餐事件需要服务人员。就像一个网络服务会有很多的请求，服务器会收到每个请求，然后指派工作线程去处理一样，在多线程处理方式下：

 一个人来就餐，一个服务员去服务，然后客人会看菜单，点菜。 服务员将菜单给后厨。

二个人来就餐，二个服务员去服务……

五个人来就餐，五个服务员去服务……

这类似多线程的处理方式，一个事件到来，就会有一个线程为其服务。很显然这种方式在人少的情况下会有很好的用户体验，每个客人都感觉自己享有了最好的服务。同一时间会来10个客人，老板很开心，但是只有5个服务员，这样就不能一对一服务了，有些客人就不能马上享有服务员为其服务了。综合考虑了一下，老板决定就使用10个服务人员的线程池！

但是这样又有一个比较严重的缺点：如果正在接受服务员服务的客人点菜很慢，其他的

客人可能就要等好长时间了。有些脾气火爆的客人可能就等不了走人了。

这样，那就引入了Reactor模式。那么，Reactor模式是如何处理这个问题呢？老板后来发现，客人点菜比较慢，大部服务员都在等着客人点菜，其实干的活不是太多。老板之所以能当老板当然有点不一样的地方，终于发现了一个新的方法，那就是：当客人点菜的时候，服务员就可以去招呼其他客人了，等客人点好了菜，直接招呼一声“服务员”，马上就有个服务员过去服务。在用了这个新方法后，老板进行了一次裁员，只留了一个服务员！这就是用单个线程来做多线程的事。实际的餐馆都是用的Reactor模式在服务。

### 4.2.4 reactor处理流程

在处理web请求时，通常有两种体系结构，分别为：thread-based architecture（基于线程）、event-driven architecture（事件驱动）。

actor设计模式是event-driven architecture的一种实现方式，处理多个客户端并发的向服务端请求服务的场景。每种服务在服务端可能由多个方法组成。reactor会解耦并发请求的服务并分发给对应的事件处理器来处理。总体图示如下：



reactor主要由以下几个角色构成：handle、Synchronous Event Demultiplexer、Initiation Dispatcher、Event Handler、Concrete Event Handler。

Handlehandle在linux中一般称为文件描述符，而在window称为句柄，两者的含义一样。handle是事件的发源地。比如一个网络socket、磁盘文件等。而发生在handle上的事件可以有connection、ready for read、ready for write等。

Synchronous Event Demultiplexer同步事件分离器，本质上是系统调用。比如linux中的select、poll、epoll等。比如，select方法会一直阻塞直到handle上有事件发生时才会返回。 Event Handler事件处理器，其会定义一些回调方法或者称为钩子函数，当handle上有事件发生时，回调方法便会执行，一种事件处理机制。

Concrete Event Handler具体的事件处理器，实现了Event Handler。在回调方法中会实现具体的业务逻辑。

Initiation Dispatcher初始分发器，也是reactor角色，提供了注册、删除与转发event handler的方法。当Synchronous Event Demultiplexer检测到handle上有事件发生时，便会通知initiation dispatcher调用特定的event handler的回调方法。

处理流程

1. 当应用向Initiation Dispatcher注册Concrete Event Handler时，应用会标识出该事件处理器希望Initiation Dispatcher在某种类型的事件发生发生时向其通知，事件与handle关联 2. Initiation Dispatcher要求注册在其上面的Concrete Event Handler传递内部关联的handle，该handle会向操作系统标识
2. 当所有的Concrete Event Handler都注册到 Initiation Dispatcher上后，应用会调用handle\_events方法来启动Initiation Dispatcher的事件循环，这时Initiation Dispatcher会将每个Concrete Event Handler关联的handle合并，并使用Synchronous Event Demultiplexer来等待这些handle上事件的发生
3. 当与某个事件源对应的handle变为ready时，Synchronous Event Demultiplexer便会通知 Initiation Dispatcher。比如tcp的socket变为ready for reading
4. Initiation Dispatcher会触发事件处理器的回调方法。当事件发生时， Initiation Dispatcher会将被一个“key”（表示一个激活的handle）定位和分发给特定的Event Handler的回调方法
5. Initiation Dispatcher调用特定的Concrete Event Handler的回调方法来响应其关联的handle上发生的事件

### 4.2.5多线程IO的致命缺陷

多线程并发模式，一个连接一个线程的缺点是：缺点在于资源要求太高，系统中创建线程是需要比较高的系统资源的，如果连接数太高，系统无法承受，而且，线程的反复创建-销毁也需要代价。改进方法是：采用基于事件驱动的设计，当有事件触发时，才会调用处理器进行数据处理。使用Reactor模式，对线程的数量进行控制，一个线程处理大量的事件。

### 4.2.6 单/多线程Reactor

单Reactor单线程模型：Reactor线程是个多面手，负责多路分离套接字，Accept新连接，并分派请求到Handler处理器中。Reactor和Hander 处于一条线程执行。



单线程模式的缺点:

1、 当其中某个 handler 阻塞时， 会导致其他所有的 client 的 handler 都得不到执行， 并且更严重的是， handler 的阻塞也会导致整个服务不能接收新的 client 请求(因为 acceptor 也被阻塞了)。 因为有这么多的缺陷， 因此单线程Reactor 模型用的比较少。这种单线程模型不能充分利用多核资源，所以实际使用的不多。

2、因此，单线程模型仅仅适用于handler 中业务处理组件能快速完成的场景。

多线程的Reactor：在线程Reactor模式基础上，做如下改进：

（1）将Handler处理器的执行放入线程池，多线程进行业务处理。

（2）而对于Reactor而言，可以仍为单个线程。如果服务器为多核的CPU，为充分利用系统资源，可以将Reactor拆分为两个线程。

一个简单的图如下：





### 4.2.7 Reactor模式详解

在学习Reactor模式之前，我们需要对“I/O的四种模型”以及“什么是I/O多路复用”进行简单的介绍，因为Reactor是一个使用了同步非阻塞的I/O多路复用机制的模式。

## 4.3 Proactor模式

### 4.3.1 同步 异步 阻塞 非阻塞

在高性能的I/O设计中，有两个比较著名的模式Reactor和Proactor模式，其中Reactor模式用于同步I/O，而Proactor运用于异步I/O操作。

在比较这两个模式之前，我们首先的搞明白几个概念，什么是阻塞和非阻塞，什么是同步和异步,同步和异步是针对应用程序和内核的交互而言的，同步指的是用户进程触发IO操作并等待或者轮询的去查看IO操作是否就绪，而异步是指用户进程触发IO操作以后便开始做自己的事情，而当IO操作已经完成的时候会得到IO完成的通知。而阻塞和非阻塞是针对于进程在访问数据的时候，根据IO操作的就绪状态来采取的不同方式，说白了是一种读取或者写入操作函数的实现方式，阻塞方式下读取或者写入函数将一直等待，而非阻塞方式下，读取或者写入函数会立即返回一个状态值。

一般来说I/O模型可以分为：同步阻塞，同步非阻塞，异步阻塞，异步非阻塞IO。

同步阻塞IO：

在此种方式下，用户进程在发起一个IO操作以后，必须等待IO操作的完成，只有当真正完成了IO操作以后，用户进程才能运行。JAVA传统的IO模型属于此种方式！

同步非阻塞IO:

在此种方式下，用户进程发起一个IO操作以后边可返回做其它事情，但是用户进程需要时不时的询问IO操作是否就绪，这就要求用户进程不停的去询问，从而引入不必要的CPU资源浪费。其中目前JAVA的NIO就属于同步非阻塞IO。

异步阻塞IO：

此种方式下是指应用发起一个IO操作以后，不等待内核IO操作的完成，等内核完成IO操作以后会通知应用程序，这其实就是同步和异步最关键的区别，同步必须等待或者主动的去询问IO是否完成，那么为什么说是阻塞的呢？因为此时是通过select系统调用来完成的，而select函数本身的实现方式是阻塞的，而采用select函数有个好处就是它可以同时监听多个文件句柄，从而提高系统的并发性！

异步非阻塞IO:

在此种模式下，用户进程只需要发起一个IO操作然后立即返回，等IO操作真正的完成以后，应用程序会得到IO操作完成的通知，此时用户进程只需要对数据进行处理就好了，不需要进行实际的IO读写操作，因为真正的IO读取或者写入操作已经由内核完成了。目前Java中还没有支持此种IO模型。

搞清楚了以上概念以后，我们再回过头来看看，Reactor模式和Proactor模式。首先来看看Reactor模式，Reactor模式应用于同步I/O的场景。我们分别以读操作和写操作为例来看看Reactor中的具体步骤：

读取操作：

1. 应用程序注册读就需事件和相关联的事件处理器

2. 事件分离器等待事件的发生

3. 当发生读就需事件的时候，事件分离器调用第一步注册的事件处理器

4. 事件处理器首先执行实际的读取操作，然后根据读取到的内容进行进一步的处理

写入操作类似于读取操作，只不过第一步注册的是写就绪事件。

下面我们来看看Proactor模式中读取操作和写入操作的过程：

读取操作：

1. 应用程序初始化一个异步读取操作，然后注册相应的事件处理器，此时事件处理器不关注读取就绪事件，而是关注读取完成事件，这是区别于Reactor的关键。

2. 事件分离器等待读取操作完成事件

3. 在事件分离器等待读取操作完成的时候，操作系统调用内核线程完成读取操作，并将读取的内容放入用户传递过来的缓存区中。这也是区别于Reactor的一点，Proactor中，应用程序需要传递缓存区。

4. 事件分离器捕获到读取完成事件后，激活应用程序注册的事件处理器，事件处理器直接从缓存区读取数据，而不需要进行实际的读取操作。

Proactor中写入操作和读取操作，只不过感兴趣的事件是写入完成事件。

从上面可以看出，Reactor和Proactor模式的主要区别就是真正的读取和写入操作是有谁来完成的，Reactor中需要应用程序自己读取或者写入数据，而Proactor模式中，应用程序不需要进行实际的读写过程，它只需要从缓存区读取或者写入即可，操作系统会读取缓存区或者写入缓存区到真正的IO设备.

综上所述，同步和异步是相对于应用和内核的交互方式而言的，同步需要主动去询问，而异步的时候内核在IO事件发生的时候通知应用程序，而阻塞和非阻塞仅仅是系统在调用系统调用的时候函数的实现方式而已。

说到阻塞,首先得说说I/O等待。I/O等待是不可避免的,那么既然有了等待,就会有阻塞,但是注意,我们说的阻塞是指当前发起I/O操作的进程被阻塞。同步阻塞I/O便是指,当进程调用某些涉及I/O操作的系统调用或库函数时,比如accept()(注意accept也算在了i/o操作)、send()、recv()等,进程便暂停下来,等待I/O操作完成再继续运行。这是一种简单而有效的I/O模型,它可以和多进程结合起来有效的利用CPU资源,但是代价就是多进程的大量内存开销。

比如我们使用非阻塞recv()接收网络数据的时候,如果网卡缓冲区中没有可接收的数据,函数就及时返回,告诉进程没有数据可读了。相比于阻塞I/O,这种非阻塞I/O结合反复的轮询来尝试数据是否就绪,防止进程被阻塞,最大的好处便在于可以在一个进程里同时处理多个I/O操作。但正是由于需要进程执行多次的轮询来查看数据是否就绪,这花费了大量的CPU时间,使得进程处于忙碌等待状态。

非阻塞I/O一般只针对网络I/O有效,我们只要在socket的选项设置中使用O\_NONBLOCK即可,这样对于该socket的send()或recv()便采用非阻塞方式。如果服务器想要同时接收多个TCP连接的数据,就必须轮流对每个socket调用接收数据的方法,比如recv()。不管这些socket有没有可以接收的数据,都要询问一遍,假如大部分socket并没有数据可以接收,那么进程便会浪费很多CPU时间用于检查这些socket,这显然不是我们所希望看到的。

阻塞和非阻塞是指当进程访问的数据如果尚未就绪,进程是否需要等待,简单说这相当于函数内部的实现区别,也就是未就绪时是直接返回还是等待就绪;

而同步和异步是指访问数据的机制,同步一般指主动请求并等待I/O操作完毕的方式,当数据就绪后在读写的时候必须阻塞(区别就绪与读写二个阶段,同步的读写必须阻塞),异步则指主动请求数据后便可以继续处理其它任务,随后等待I/O,操作完毕的通知,这可以使进程在数据读写时也不阻塞。(等待"通知")

### 4.3.2 Reactor和Proactor模式

Reactor模式



Proactor模式



从上面可以看出，Reactor和Proactor模式的主要区别就是真正的读取和写入操作是有谁来完成的，Reactor中需要应用程序自己读取或者写入数据，而Proactor模式中，应用程序不需要进行实际的读写过程，它只需要从缓存区读取或者写入即可，操作系统会读取缓存区或者写入缓存区到真正的IO设备.





堵塞、非堵塞的区别是在于第一阶段，即数据准备阶段。无论是堵塞还是非堵塞，都是用应用主动找内核要数据，而read数据的过程是‘堵塞’的，直到数据读取完。

同步、异步的区别在于第二阶段，若由请求者主动的去获取数据，则为同步操作，需要说明的是：read/write操作也是‘堵塞’的，直到数据读取完。

若数据的read都由kernel内核完成了(在内核read数据的过程中，应用进程依旧可以执行其他的任务)，这就是异步操作。

I/O多路复用是指使用一个线程来检查多个文件描述符(Socket)的就绪状态，比如调用select和poll函数，传入多个文件描述符，如果有一个文件描述符就绪，则返回，否则阻塞直到超时。得到就绪状态后进行真正的操作可以在同一个线程里执行，也可以启动线程执行(比如使用线程池)。

## 4.4 muduo框架

## 4.5 STL相关使用介绍

组成

容器（containers）

算法（algorithms）

迭代器（iterators）

仿函数（functors）

配接器（adapters）

空间配置器（allocator）

### 4.5.1 vector（数组）

向量（Vector）是一个封装了动态大小数组的顺序容器（Sequence Container）。跟任意其它类型容器一样，它能够存放各种类型的对象。可以简单的认为，向量是一个能够存放任意类型的动态数组。特性如下：

1.顺序序列

顺序容器中的元素按照严格的线性顺序排序。可以通过元素在序列中的位置访问对应的元素。

2.动态数组

支持对序列中的任意元素进行快速直接访问，甚至可以通过指针算述进行该操作。操供了在序列末尾相对快速地添加/删除元素的操作。

3.能够感知内存分配器的（Allocator-aware）

容器使用一个内存分配器对象来动态地处理它的存储需求。

**基本函数实现**

**构造函数**

vector():创建一个空vector

vector(int nSize):创建一个vector,元素个数为nSize

vector(int nSize,const t& t):创建一个vector，元素个数为nSize,且值均为t

vector(const vector&):复制构造函数

vector(begin,end):复制[begin,end)区间内另一个数组的元素到vector中

**增加函数**

void push\_back(const T& x):向量尾部增加一个元素X

iterator insert(iterator it,const T& x):向量中迭代器指向元素前增加一个元素x

iterator insert(iterator it,int n,const T& x):向量中迭代器指向元素前增加n个相同的元素x

iterator insert(iterator it,const\_iterator first,const\_iterator last):向量中迭代器指向元素前插入另一个相同类型向量的[first,last)间的数据

**删除函数**

iterator erase(iterator it):删除向量中迭代器指向元素

iterator erase(iterator first,iterator last):删除向量中[first,last)中元素

void pop\_back():删除向量中最后一个元素

void clear():清空向量中所有元素

**遍历函数**

reference at(int pos):返回pos位置元素的引用

reference front():返回首元素的引用

reference back():返回尾元素的引用

iterator begin():返回向量头指针，指向第一个元素

iterator end():返回向量尾指针，指向向量最后一个元素的下一个位置

reverse\_iterator rbegin():反向迭代器，指向最后一个元素

reverse\_iterator rend():反向迭代器，指向第一个元素之前的位置

**判断函数**

bool empty() const:判断向量是否为空，若为空，则向量中无元素

**大小函数**

int size() const:返回向量中元素的个数

int capacity() const:返回当前向量张红所能容纳的最大元素值

int max\_size() const:返回最大可允许的vector元素数量值

**其他函数**

void swap(vector&):交换两个同类型向量的数据

void assign(int n,const T& x):设置向量中第n个元素的值为x

void assign(const\_iterator first,const\_iterator last):向量中[first,last)中元素设置成当前向量元素

**汇总**

*1.push\_back 在数组的最后添加一个数据*

*2.pop\_back 去掉数组的最后一个数据*

*3.at 得到编号位置的数据*

*4.begin 得到数组头的指针*

*5.end 得到数组的最后一个单元+1的指针*

*6.front 得到数组头的引用*

*7.back 得到数组的最后一个单元的引用*

*8.max\_size 得到vector最大可以是多大*

*9.capacity 当前vector分配的大小*

*10.size 当前使用数据的大小*

*11.resize 改变当前使用数据的大小，如果它比当前使用的大，者填充默认值*

*12.reserve 改变当前vecotr所分配空间的大小*

*13.erase 删除指针指向的数据项*

*14.clear 清空当前的vector*

*15.rbegin 将vector反转后的开始指针返回(其实就是原来的end-1)*

*16.rend 将vector反转构的结束指针返回(其实就是原来的begin-1)*

*17.empty 判断vector是否为空*

*18.swap 与另一个vector交换数据*

### 4.5.2 array（数组）

array也位于名称空间std中,与数组一样,array对象的长度也是固定的,也使用栈(静态内存分配),而不是自由存储区,因此其效率与数组相同,但更方便,更安全。

**创建**

array<int, 5> myarray = {2, 16, 77,34, 50};创建

**访问**

array::begin：返回指向数组容器中第一个元素的迭代器。

array::end：返回指向数组容器中最后一个元素之后的理论元素的迭代器。

array::rbegin：返回指向数组容器中最后一个元素的反向迭代器。

array::rend：返回一个反向迭代器，指向数组中第一个元素之前的理论元素（这被认为是它的反向结束）。

array::cbegin：返回指向数组容器中第一个元素的常量迭代器（const\_iterator）；这个迭代器可以增加和减少，但是不能用来修改它指向的内容。

array::cend：返回指向数组容器中最后一个元素之后的理论元素的常量迭代器（const\_iterator）。这个迭代器可以增加和减少，但是不能用来修改它指向的内容。

array::crbegin：返回指向数组容器中最后一个元素的常量反向迭代器（const\_reverse\_iterator）

array::crend：返回指向数组中第一个元素之前的理论元素的常量反向迭代器（const\_reverse\_iterator），它被认为是其反向结束。

**操作函数**

array::size：返回数组容器中元素的数量。

array::max\_size：返回数组容器可容纳的最大元素数。数组对象的max\_size与其size一样，始终等于用于实例化数组模板类的第二个模板参数。

array::empty：返回一个布尔值，指示数组容器是否为空，即它的size()是否为0。

array::operator[]：返回数组中第n个位置的元素的引用。与array::at相似，但array::at会检查数组边界并通过抛出一个out\_of\_range异常来判断n是否超出范围，而array::operator[]不检查边界。使用Array[1]访问。

array::at：返回数组中第n个位置的元素的引用。与array::operator[]相似，但array::at会检查数组边界并通过抛出一个out\_of\_range异常来判断n是否超出范围，而array::operator[]不检查边界。

array::front：返回对数组容器中第一个元素的引用。array::begin返回的是迭代器，array::front返回的是直接引用。在空容器上调用此函数会导致未定义的行为。

array::back：返回对数组容器中最后一个元素的引用。array::end返回的是迭代器，array::back返回的是直接引用。在空容器上调用此函数会导致未定义的行为。

array::data：返回指向数组对象中第一个元素的指针。由于数组中的元素存储在连续的存储位置，所以检索到的指针可以偏移以访问数组中的任何元素。

array::fill：用val填充数组所有元素，将val设置为数组对象中所有元素的值。

array::swap：通过x的内容交换数组的内容，这是另一个相同类型的数组对象（包括相同的大小）。与其他容器的交换成员函数不同，此成员函数通过在各个元素之间执行与其大小相同的单独交换操作，以线性时间运行。

get（array）：形如：std::get<0>(myarray)；传入一个数组容器，返回指定位置元素的引用。

### 4.5.3 deque（队列）

双端队列，底层是一个双向链表。常用的有队列的尾部入队、首部出队。

普通队列：queue

queue 模板类的定义在<queue>头文件中。与stack 模板类很相似，queue 模板类也需要两个模板参数，一个是元素类型，一个容器类型，元素类型是必要的，容器类型是可选的，默认为deque 类型。

定义queue 对象的示例代码如下：

queue<int> q1;

queue<double> q2;

queue 的基本操作有：

入队，如例：q.push(x); 将x 接到队列的末端。

出队，如例：q.pop(); 弹出队列的第一个元素，注意，并不会返回被弹出元素的值。

访问队首元素，如例：q.front()，即最早被压入队列的元素。

访问队尾元素，如例：q.back()，即最后被压入队列的元素。

判断队列空，如例：q.empty()，当队列空时，返回true。

访问队列中的元素个数，如例：q.size()

**1.构造**

无参构造：

deque<T> a;　　//<>内自定义数据类型；

带参构造：

deque(beg,end); //构造函数将[beg, end)区间中的元素拷贝给本身。注意该区间是左闭右开的区间。

deque(n,elem); //构造函数将n个elem拷贝给本身。

deque(const deque &deq); //拷贝构造函数。

**2.头部&尾部的添加和删除**

deque.push\_back(elem); //在容器尾部添加一个数据

deque.push\_front(elem); //在容器头部插入一个数据

deque.pop\_back(); //删除容器最后一个数据

deque.pop\_front(); //删除容器第一个数据

**3.中间数据存取**

deque.at(idx); //返回索引idx所指的数据，如果idx越界，抛出out\_of\_range。

deque[idx]; //返回索引idx所指的数据，如果idx越界，不抛出异常，直接出错。

deque.front(); //返回第一个数据。

deque.back(); //返回最后一个数据

**4.元素插入**

deque.insert(pos,elem); //在pos位置插入一个elem元素的拷贝，返回新数据的位置。

deque.insert(pos,n,elem); //在pos位置插入n个elem数据，无返回值。

deque.insert(pos,beg,end); //在pos位置插入[beg,end)区间的数据，无返回值。

**5.数据删除**

deque.clear(); //移除容器的所有数据

deque.erase(beg,end); //删除[beg,end)区间的数据，返回下一个数据的位置。

deque.erase(pos); //删除pos位置的数据，返回下一个数据的位置。

**6.迭代指针**

deque.begin(); //返回容器中第一个元素的迭代器。

deque.end(); //返回容器中最后一个元素之后的迭代器。

deque.rbegin(); //返回容器中倒数第一个元素的迭代器。

deque.rend(); //返回容器中倒数最后一个元素之后的迭代器。

deque<int>::iterator it = dequeA.begin();

**7.赋值&拷贝**

deque.assign(beg,end); //将[beg, end)区间中的数据拷贝赋值给本身。注意该区间是左闭右开的区间。

deque.assign(n,elem); //将n个elem拷贝赋值给本身。

deque& operator=(const deque &deq); //重载等号操作符

deque.swap(deq); // 将vec与本身的元素互换

**8.大小&判断非空**

复制代码

deque.size(); //返回容器中元素的个数

deque.empty(); //判断容器是否为空

deque.resize(num); //重新指定容器的长度为num，若容器变长，则以默认值填充新位置。如果容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。

deque.resize(num, elem); //重新指定容器的长度为num，若容器变长，则以elem值填充新位置。如果容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。

### 4.5.4 list（双向链表）

list 由双向链表（doubly linked list）实现而成，元素也存放在堆中，每个元素都是放在一块内存中，他的内存空间可以是不连续的，通过指针来进行数据的访问，这个特点使得它的随机存取变得非常没有效率，因此它没有提供 [] 操作符的重载。但是由于链表的特点，它可以很有效率的支持任意地方的插入和删除操作。

**1.构造**

list<int> a; // 定义一个int类型的列表a

list<int> a(10); // 定义一个int类型的列表a，并设置初始大小为10

list<int> a(10, 1); // 定义一个int类型的列表a，并设置初始大小为10且初始值都为1

list<int> b(a); // 定义并用列表a初始化列表b

deque<int> b(a.begin(), ++a.end()); // 将列表a中的第1个元素作为列表b的初始值

1. **容量函数**

容器大小：lst.size();

容器最大容量：lst.max\_size();

更改容器大小：lst.resize();

容器判空：lst.empty();

1. **添加函数&删除函数**

头部添加元素：lst.push\_front(const T& x);

末尾添加元素：lst.push\_back(const T& x);

任意位置插入一个元素：lst.insert(iterator it, const T& x);

任意位置插入 n 个相同元素：lst.insert(iterator it, int n, const T& x);

插入另一个向量的 [forst,last] 间的数据：lst.insert(iterator it, iterator first, iterator last);

头部删除元素：lst.pop\_front();

末尾删除元素：lst.pop\_back();

任意位置删除一个元素：lst.erase(iterator it);

删除 [first,last] 之间的元素：lst.erase(iterator first, iterator last);

清空所有元素：lst.clear();

1. **访问函数**

访问第一个元素：lst.front();

访问最后一个元素：lst.back();

1. **其他函数**

多个元素赋值：lst.assign(int nSize, const T& x); // 类似于初始化时用数组进行赋值

交换两个同类型容器的元素：swap(list&, list&); 或 lst.swap(list&);

合并两个列表的元素（默认升序排列）：lst.merge();

在任意位置拼接入另一个list：lst.splice(iterator it, list&);

删除容器中相邻的重复元素：lst.unique();

remove\_if()函数括号中可以传入，回调函数，创建用于比较的类，传入类名及初始化参数

Revese()list翻转

1. **迭代器**

开始迭代器指针：lst.begin();

末尾迭代器指针：lst.end(); // 指向最后一个元素的下一个位置

指向常量的开始迭代器指针：lst.cbegin(); // 意思就是不能通过这个指针来修改所指的内容，但还是可以通过其他方式修改的，而且指针也是可以移动的。

指向常量的末尾迭代器指针：lst.cend();

反向迭代器指针，指向最后一个元素：lst.rbegin();

反向迭代器指针，指向第一个元素的前一个元素：lst.rend();

可以看到，list 与 vector、deque 的用法基本一致，除了以下几处不同：

list 为双向迭代器，故不支持it+=i；

list 不支持下标访问和at方法访问

### 4.5.5 forward\_list（单向链表）

forward\_list（单向链表）是序列容器，允许在序列中的任何地方进行恒定的时间插入和擦除操作。forward\_list（单向链表）被实现为单链表; 单链表可以将它们包含的每个元素存储在不同和不相关的存储位置中。通过关联到序列中下一个元素的链接的每个元素来保留排序。forward\_list容器和列表之间的主要设计区别容器是第一个内部只保留一个到下一个元素的链接，而后者每个元素保留两个链接：一个指向下一个元素，一个指向前一个元素，允许在两个方向上有效的迭代，但是每个元素消耗额外的存储空间并且插入和移除元件的时间开销略高。因此，forward\_list对象比列表对象更有效率，尽管它们只能向前迭代。

与其他基本的标准序列容器（array，vector和deque），forward\_list通常在插入，提取和移动容器内任何位置的元素方面效果更好，因此也适用于密集使用这些元素的算法，如排序算法。



list的特点

不支持随机访问；

在任何位置插入或删除非常迅速；

forward\_list的特点

forward\_list只提供前向迭代器，因此不支持反向迭代器，比如rbegin()等成员函数。

forward\_list不提供size（）成员函数。

forward\_list没有指向最末元素的锚点，因此不提供back（）、push\_back（）和pop\_back

forward\_list不提供随机访问，这一点跟list相同。

插入和删除元素不会造成“指向至其他元素”的指针，引用和迭代器失效。

### 4.5.5 [stack](https://github.com/huihut/interview/tree/master/STL" \l "stack)（堆栈）

stack（堆栈） 是一个容器类的改编，为程序员提供了堆栈的全部功能，——也就是说实现了一个先进后出（FILO）的数据结构。特性总结: 栈不能遍历,不支持随机存取，只能通过 top 从栈顶获取和删除元素.

c++ stl栈stack的成员函数介绍

操作 比较和分配堆栈

stack 构造函数

stack<T> stkT;//stack 采用模板类实现， stack 对象的默认构造形式：

stack(const stack &stk);//拷贝构造函数

stack 赋值操作

stack& operator=(const stack &stk);//重载等号操作符

stack 数据存取操作

push(elem);//向栈顶添加元素

pop();//从栈顶移除第一个元素

top();//返回栈顶元素

stack 大小操作

empty();//判断堆栈是否为空

size();//返回堆栈的大小

### 4.5.6 [queue](https://github.com/huihut/interview/tree/master/STL" \l "queue)(队列)

queue翻译为队列，在STL中主要则是实现了一个先进先出的容器。

1.初始化

需要头文件<queue>

queue<int>que;

2.成员函数

C++队列Queue类成员函数如下:

back()返回最后一个元素

empty()如果队列空则返回真

front()返回第一个元素

pop()删除第一个元素

push()在末尾加入一个元素

size()返回队列中元素的个数

3.queue 的基本操作举例如下：

queue入队，如例：q.push(x); 将x 接到队列的末端。

queue出队，如例：q.pop(); 弹出队列的第一个元素，注意，并不会返回被弹出元素的值。

访问queue队首元素，如例：q.front()，即最早被压入队列的元素。

访问queue队尾元素，如例：q.back()，即最后被压入队列的元素。

判断queue队列空，如例：q.empty()，当队列空时，返回true。

访问队列中的元素个数，如例：q.size()

### 4.5.7 [priority\_queue](https://github.com/huihut/interview/tree/master/STL" \l "priority_queue)（[优先队列](https://www.cnblogs.com/huashanqingzhu/p/11040390.html)）

普通的队列是一种先进先出的数据结构，元素在队列尾追加，而从队列头删除。在优先队列中，元素被赋予优先级。当访问元素时，具有最高优先级的元素最先删除。优先队列具有最高级先出 （first in, largest out）的行为特征。要包含头文件#include<queue>, 他和queue不同的就在于我们可以自定义其中数据的优先级, 让优先级高的排在队列前面,优先出队。优先队列具有队列的所有特性，包括队列的基本操作，只是在这基础上添加了内部的一个排序，它本质是一个堆实现的。

和队列基本操作相同:

top 访问队头元素

empty 队列是否为空

size 返回队列内元素个数

push 插入元素到队尾 (并排序)

emplace 原地构造一个元素并插入队列

pop 弹出队头元素

swap 交换内容

### 4.5.8 [set](https://github.com/huihut/interview/tree/master/STL" \l "set)

### 4.5.9 [multiset](https://github.com/huihut/interview/tree/master/STL" \l "multiset)

### 4.5.10 [map](https://github.com/huihut/interview/tree/master/STL" \l "map)

### 4.5.11 [multimap](https://github.com/huihut/interview/tree/master/STL" \l "multimap)

### 4.5.12 hash\_set

### 4.5.13 hash\_multiset

### 4.5.14 hash\_map

### 4.5.15 hash\_multimap

### 4.5.16 tuple

### 4.5.16 pair

# 数据结构与算法

## 5.1数据结构与算法

数据结构

1.线性

栈

队列 双端队列 循环队列 优先队列

散列表 哈希表

2非线性结构

二叉树 满二叉树 完全二叉树 二叉树自平衡(红黑树，AVL树，树堆)

深度优先遍历：前序 中序 后序 广度优先遍历：层序

二叉堆(最小堆最小在最上面，最大堆最大在最上面。利用完全二叉树交换最后面一个)----可实现优先队列

算法

1排序算法

冒泡 选择 插入 希尔O(n2)

快速 并归 堆 O(nlogn)

计数 桶 基数 复杂度线性

冒泡：优化可能后半有序，可设置标志位推出，保存最后一次值下次跳过 起始值跳过。

鸡尾酒排序：比较交换双向，类似钟摆，先是左到右，后是右到左。减少排序回合，适用大部分有序。

插入排序：有序和无序，将无序插入有序，进行移位操作。

选择：选择最大最右，然后最大的放在右边，依次直到排序完成。

希尔排序：选择上修改，10数增量5-2-1，每5增量形成一组，每组按大小重新挑选成一个数组，然后再按2-1增量排序。

快速排序：分治冒泡，交换排序，选择基准把数分两边，直到不能分。交换有双边和单边循环。双边除基数，头尾两个指针指向数和基数比较，符合分组移动指针，交换值，直到排序完成。单边循环有一个指针进行分组。

堆排序：在二叉堆上进行插入，最后输出。

计数排序：创建最大-最小范围数组，依次找数在对应下标下加1，最后根据数组大小排序。

桶排序：创建几个分组桶。(最大-最小)/桶数，分组拍寻。

面试算法

1. 判断是否有环：依次遍历比较之前是否有相同值，或者依次放入hash中看重复值，两个指针一个+1一个+2，比较是否相同，类似速度追寻比较。
2. 计算环长：环头依次找到和环头相等值，或者两个指针相差乘以步数相等即环长。

## 5.2 算法数据结构实现

### 5.2.1 二叉查找树插入和显示

二叉树基本结构：

struct TreeList  
{  
 int data;  
 struct TreeList \* p\_leftleaf;  
 struct TreeList \* p\_rightleaf;  
};

二叉查找树：左边小于根节点，右边大于根节点

插入数据方法：

1. 通过调用递归函数方法插入数据，一个个找数据，大于右边或者小于左边并为0则插入左边，否则不为0则递归调用
2. 通过一个中间指针循环找出适合插入得根结点，最后插入

显示数据方法：左 中 右 也是递归方法

printf("\n data = %d", p\_leaf->data);  
ShowTreeDataPre(p\_leaf->p\_leftleaf);  
ShowTreeDataPre(p\_leaf->p\_rightleaf);

### 5.2.2 单向链表基本操作

单向链表基础结构：

truct NodeList  
{  
 int data;  
 struct NodeList \* p\_next;  
};

链表插入数据：找到next尾部为0，在next指向插入malloc数据。

在指定位置插入数据：一次查找到指定位置，p\_temp = p\_ptr->p\_next;p\_ptr = p\_ptr->p\_next;插入数据。

查找数据返回位置：指针一次查找，返回位置

升序或降序排序：两个指针指向，依次指向为非0，比较大小冒泡排序

显示数据：指针依次找为非0，依次打印

删除：指针得指针

while(0 != \*p\_head)  
{  
 p\_ptr = \*p\_head;  
 \*p\_head = (\*p\_head)->p\_next;  
 free(p\_ptr);  
}

## 5.3 leetcode

### 5.3.1 求数组中和为目标值得

1.暴力法，是依次找和为目标值

2从开头，找目标值-第一个值

1. 用key value
2. 用这样方式

while (low < high){  
 if (numbers[low] + numbers[high] == target){  
 result.push\_back(low+1);  
 result.push\_back(high+1);  
 return result;  
 }else{  
 numbers[low] + numbers[high] > target ? high-- : low++;  
 }  
}

如果是求三个数和，可以安装两个和。或者先排序再计算和。

### 5.3.2 求数组中最长不含重复字符长度

比如aijhgkab，就是a到a。从第一位开始，计算到末尾出现重复长度，保存最长长度。

### 5.3.3 求整形数据反转

比如198 891。198/10 =8，sum = 8\*10,依次整除直到为0.while（x!=0）

### 5.3.4 求两个有序数组中位数

首先判断两个数组为0情况，计算A数组中间值在B组得位置，如果位置值等于两个数组得和一半，即为中间值。如果不等于一半，需要减少一个值计算中间值。如果位置值大于两个数组和，需要递归计算到正确得中间值。如果位置值小于两个数组之和，需要递归计算到正确中间值。

### 5.3.5 最长回文子串

求一个字符串最长回文子串，1232134即为12321长度。方法1从1开始遍历找到下一个相同得。方法2字符串反转再求公共字符串。方法3中心扩展，即一个数前后比较。方法4假设回文长度为1~n进行查找比较是否存在。方法5动态规划法即123321是 2332也是依次。

### 5.3.6 字符串进行反转

字符串反转，asdfg变成gfdsa，方法1首尾交换，依次交换即可反转。

### 5.3.7正则表达式匹配

匹配正则表达式和是字符串是否相同，.\*用指针比较，是否相等。叠加比较。

### 5.3.8 计算一系列线段包围最大面积

盛最多水的容器，暴力法从1开始计算面积。

### 5.3.9 括号生成

方法1暴力法检查是否有效。方法2递归

void generator(vector<string>& result, int left, int right, string s){  
 if (left==0 && right==0){  
 result.push\_back(s);  
 return;  
 }  
 if (left>0){  
 generator(result, left-1, right, s+'(');  
 }  
 if (right>0 && right>left){  
 generator(result, left, right-1, s+')');  
 }  
}

### 5.3.10 **[移除相同元素](https://leetcode-cn.com/problems/remove-element/)**

排序后进行查找，

int removeElement(vector<int>& nums, int val) {

int pos = 0;

for (int i=0; i<nums.size(); i++){

if (nums[i] != val){

nums[pos++] = nums[i];

}

}

return pos;

}

int removeElement(int A[], int n, int elem) {

int tail = n-1;

int i = 0;

while ( i<=tail ){

if (A[i]==elem){

A[i] = A[tail--];

continue;

}

i++;

}

return tail+1;

}

将后面的排在后面或者将尾部排在后面

### 5.3.11 下一个数

1234 1243

方法1 暴力法

方法2 一遍扫描



1往后找到两是下降的4比7小。再往找比4大最接近5交换

### 5.3.12 [组合总和](https://leetcode-cn.com/problems/combination-sum/)

计算一个数组中和为目标的总和

递归法

### 5.3.13 [缺失的第一个正数](https://leetcode-cn.com/problems/first-missing-positive/)

给定一个未排序的整数数组，找出其中没有出现的最小的正整数。方法1 排序之后再查找一下

方法2.桶排序，比较索引上得值，放在合适位置上，到时候比较位置上值和索引值，不合适得即为

方法3 如果 a ^ b = c ，那么 a ^ c = b 与 b ^ c = a 同时成立，利用这一条，可以用于交换两个变量的值。

### 5.3.14 [接雨水](https://leetcode-cn.com/problems/trapping-rain-water/)

给定 n 个非负整数表示每个宽度为 1 的柱子的高度图，计算按此排列的柱子，下雨之后能接多少雨水。输入: [0,1,0,2,1,0,1,3,2,1,2,1]

输出: 6



方法1 按行求

整个思路就是，求第 i 层的水，遍历每个位置，如果当前的高度小于 i，并且两边有高度大于等于 i 的，说明这个地方一定有水，水就可以加 11。

方法2 按列求

初始化 ans=0ans=0

从左向右扫描数组：

初始化 {max\_left}=0max\_left=0 和 {max\_right}=0max\_right=0

从当前元素向左扫描并更新：

{max\_left}=\max({max\_left},{height}[j])max\_left=max(max\_left,height[j])

从当前元素向右扫描并更新：

{max\_right}=\max({max\_right},{height}[j])max\_right=max(max\_right,height[j])

将\min({max\_left},{max\_right}) - {height}[i]min(max\_left,max\_right)−height[i] 累加到 {ans}ans

方法3

找到数组中从下标 i 到最左端最高的条形块高度 {left\\_max}left\_max。

找到数组中从下标 i 到最右端最高的条形块高度 {right\\_max}right\_max。

扫描数组 {height}height 并更新答案：

累加 \min({max\\_left}[i],{max\\_right}[i]) - {height}[i]min(max\_left[i],max\_right[i])−height[i] 到 ansans 上

### 5.3.15 [跳跃游戏](https://leetcode-cn.com/problems/jump-game-ii/)

给定一个非负整数数组，你最初位于数组的第一个位置。数组中的每个元素代表你在该位置可以跳跃的最大长度。你的目标是使用最少的跳跃次数到达数组的最后一个位置。

方法1 计算每一步内能达到最长长度 ，然后下一步依次到最后一步

方法2 计算每一步到最后一步最短长度，暴力法

### 5.3.15 图像数组旋转90度

方法1 单次循环中旋转 4 个矩形

for( int i=0; i<n/2; i++ ){

int low=i, high=n-i-1;

for (int j=low; j<high; j++){

int tmp;

tmp = matrix[i][j];

// left to top

matrix[i][j] = matrix[n-j-1][i];

// bottom to left

matrix[n-j-1][i] = matrix[n-i-1][n-j-1];

// right to bottom

matrix[n-i-1][n-j-1] = matrix[j][n-i-1];

// top to right

matrix[j][n-i-1] = tmp;

}

}

### 5.3.16 N皇后问题

n 皇后问题研究的是如何将 n 个皇后放置在 n×n 的棋盘上，并且使皇后彼此之间不能相互攻击。

方法1 依次排除前后下上

方法2 约束编程 它的基本含义是在放置每个皇后以后增加限制。当在棋盘上放置了一个皇后后，立即排除当前行，列和对应的两个对角线。该过程传递了 约束 从而有助于减少需要考虑情况数。

### 5.3.17求数组合并区间

方法1 数组根据start数进行排序进行合并

### 5.3.18 旋转链表

输入: 1->2->3->4->5->NULL, k = 2

输出: 4->5->1->2->3->NULL

方法1：找到断点k = k%len，然后后面的作为head 前面移到末尾

### 5.3.19 不同路径动态规划

个机器人位于一个 m x n 网格的左上角 （起始点在下图中标记为“Start” ）。机器人每次只能向下或者向右移动一步。机器人试图达到网格的右下角（在下图中标记为“Finish”）。问总共有多少条不同的路径？

方法1 动态规划

vector< vector <int> > dp (n, vector<int>(m, 1));

for (int row=1; row<n; row++) {

for (int col=1; col<m; col++) {

dp[row][col] = dp[row-1][col] + dp[row][col-1];

}

}

return dp[n-1][m-1];

障碍物

如果第一个格点 obstacleGrid[0,0] 是 1，说明有障碍物，那么机器人不能做任何移动，我们返回结果 0。

否则，如果 obstacleGrid[0,0] 是 0，我们初始化这个值为 1 然后继续算法。

遍历第一行，如果有一个格点初始值为 1 ，说明当前节点有障碍物，没有路径可以通过，设值为 0 ；否则设这个值是前一个节点的值 obstacleGrid[i,j] = obstacleGrid[i,j-1]。

遍历第一列，如果有一个格点初始值为 1 ，说明当前节点有障碍物，没有路径可以通过，设值为 0 ；否则设这个值是前一个节点的值 obstacleGrid[i,j] = obstacleGrid[i-1,j]。

现在，从 obstacleGrid[1,1] 开始遍历整个数组，如果某个格点初始不包含任何障碍物，就把值赋为上方和左侧两个格点方案数之和 obstacleGrid[i,j] = obstacleGrid[i-1,j] + obstacleGrid[i,j-1]。

如果这个点有障碍物，设值为 0 ，这可以保证不会对后面的路径产生贡献。

#### [最小路径和](https://leetcode-cn.com/problems/minimum-path-sum/)

暴力



#### **二维动态规划**



### 5.3.20 求平方根

res = (res + x / res) / 2多执行几次既可以

( 4 + 2/ 4 ) / 2 = 2.25

( 2.25 + 2/ 2.25 ) / 2 = 1.56944..

( 1.56944..+ 2/1.56944..) / 2 = 1.42189..

( 1.42189..+ 2/1.42189..) / 2 = 1.41423..

### 5.3.21 求路径

/a/./b/../../c/

利用堆栈的原理去解决

### 5.3.22 编辑距离

给定两个单词 word1 和 word2，计算出将 word1 转换成 word2 所使用的最少操作数 。

动态规划

//Dynamic Programming

int row, col;

for (row=1; row<m.size(); row++) {

for(col=1; col<m[row].size(); col++){

if (word1[row-1] == word2[col-1] ){

m[row][col] = m[row-1][col-1];

}else{

int minValue = min(m[row-1][col-1], m[row-1][col], m[row][col-1]);

m[row][col] = minValue + 1;

}

}

}



### 5.3.23 [最小覆盖子串](https://leetcode-cn.com/problems/minimum-window-substring/)

给你一个字符串 S、一个字符串 T，请在字符串 S 里面找出：包含 T 所有字母的最小子串。

方法1采用窗口得方法，即用两个指针依次排查，一前一后。

初始，leftleft指针和rightright指针都指向SS的第一个元素.

将 rightright 指针右移，扩张窗口，直到得到一个可行窗口，亦即包含TT的全部字母的窗口。得到可行的窗口后，将lefttleftt指针逐个右移，若得到的窗口依然可行，则更新最小窗口大小。若窗口不再可行，则跳转至 22。

### 5.3.24 组合

给定两个整数 n 和 k，返回 1 ... n 中所有可能的 k 个数的组合。

方法1 依次排列出来

方法2 利用字典 00011 对应所有数字

### 5.3.25 柱状图中最大的矩形

方法1 暴力法求解

放法2 分治

算法

通过观察，可以发现，最大面积矩形存在于以下几种情况：

确定了最矮柱子以后，矩形的宽尽可能往两边延伸。

在最矮柱子左边的最大面积矩形（子问题）。

在最矮柱子右边的最大面积矩形（子问题）。

举个例子：

[6, 4, 5, 2, 4, 3, 9]

这里最矮柱子高度为 2 。以 2 为高的最大子矩阵面积是 2x7=14 。现在，我们考虑上面提到的第二种和第三种情况。我们对高度为 2 柱子的左边和右边采用同样的过程。在 2 的左边， 4 是最小的，形成区域为 4x3=12 。将左边区域再继续分，矩形的面积分别为 6x1=6 和 5x1=5 。同样的，我们可以求出右边区域的面积为 3x3=9, 4x1=4 和 9x1=9 。因此，我们得到最大面积是 16 。

方法3 栈

在这种方法中，我们维护一个栈。一开始，我们把 -1 放进栈的顶部来表示开始。初始化时，按照从左到右的顺序，我们不断将柱子的序号放进栈中，直到遇到相邻柱子呈下降关系，也就是 a[i-1] > a[i]a[i−1]>a[i] 。现在，我们开始将栈中的序号弹出，直到遇到 stack[j]stack[j] 满足a\big[stack[j]\big] \leq a[i]a[stack[j]]≤a[i] 。每次我们弹出下标时，我们用弹出元素作为高形成的最大面积矩形的宽是当前元素与 stack[top-1]stack[top−1] 之间的那些柱子。也就是当我们弹出 stack[top]stack[top] 时，记当前元素在原数组中的下标为 i ，当前弹出元素为高的最大矩形面积为：

(i-stack[top-1]-1) \times a\big[stack[top]\big].

(i−stack[top−1]−1)×a[stack[top]].

更进一步，当我们到达数组的尾部时，我们将栈中剩余元素全部弹出栈。在弹出每一个元素是，我们用下面的式子来求面积： (stack[top]-stack[top-1]) \times a\big[stack[top]\big](stack[top]−stack[top−1])×a[stack[top]]，其中，stack[top]stack[top]表示刚刚被弹出的元素。因此，我们可以通过每次比较新计算的矩形面积来获得最大的矩形面积。

### 5.3.26 格雷编码

格雷编码是一个二进制数字系统，在该系统中，两个连续的数值仅有一个位数的差异。

给定一个代表编码总位数的非负整数 n，打印其格雷编码序列。格雷编码序列必须以 0 开头



就是在前面依次加 0 1 叠加就可以

### 5.3.27 [交错字符串](https://leetcode-cn.com/problems/interleaving-string/)

给定三个字符串 s1, s2, s3, 验证 s3 是否是由 s1 和 s2 交错组成的。输入: s1 = "aabcc", s2 = "dbbca", s3 = "aadbbcbcac"

输出: true

方法1 暴力法列举所有得可能性

方法2 利用队列得方法，有相同得取出即可，都没有就报错。

方法3 动态规划

### 5.3.28 [二叉树展开为链表](https://leetcode-cn.com/problems/flatten-binary-tree-to-linked-list/)

给定一个二叉树，原地将它展开为链表。

\* 1

\* / \

\* 2 5

\* / \ \

\* 3 4 6

\* 1

\* \

\* 2

\* \

\* 3

\* \

\* 4

\* \

\* 5

\* \

\* 6

方法1 递归依次计算

方法2

将左子树插入到右子树的地方

将原来的右子树接到左子树的最右边节点

考虑新的右子树的根节点，一直重复上边的过程，直到新的右子树为 null

### 5.3.29 [不同的子序列](https://leetcode-cn.com/problems/distinct-subsequences/)

给定一个字符串 S 和一个字符串 T，计算在 S 的子序列中 T 出现的个数。

一个字符串的一个子序列是指，通过删除一些（也可以不删除）字符且不干扰剩余字符相对位置所组成的新字符串。（例如，"ACE" 是 "ABCDE" 的一个子序列，而 "AEC" 不是）

方法1 暴力法

方法2 动态规划

从0到字符串的长度，即需要一个  dp[ t.size()+1 ] [ s.size()+1 ]  的矩阵。其中，dp[ i ][ j ] 代表当字符串 s 走到 j 位置，字符串 t 走到 i 位置， 有多少次匹配。

其中暴力递归中

dfs(res, s, t, i, j+1)  对应  dp[ i ][ j ] = dp[ i ][ j-1 ]，

dfs(res, s, t, i+1, j+1)  对应  dp[ i ][ j ] += dp[ i-1 ][ j-1 ]。

初始化第一行的意义是字符串 s 匹配空字符串的结果， 结果为 1 。

S = "babgbag", T = "bag" 时的 dp 矩阵



即遇到相同得计算左边和左边上面和之值，不相同得话保持相同值。

### 5.3.30 单词接龙

给定两个单词（beginWord 和 endWord）和一个字典 wordList，找出所有从 beginWord 到 endWord 的最短转换序列。转换需遵循如下规则：

每次转换只能改变一个字母。

转换过程中的中间单词必须是字典中的单词。

beginWord = "hit",

endWord = "cog",

wordList = ["hot","dot","dog","lot","log","cog"]

输出

[

["hit","hot","dot","dog","cog"],

  ["hit","hot","lot","log","cog"]

]

利用map或者堆栈进行记录所有路线

### 5.3.31 分发糖果

老师想给孩子们分发糖果，有 N 个孩子站成了一条直线，老师会根据每个孩子的表现，预先给他们评分。你需要按照以下要求，帮助老师给这些孩子分发糖果：

每个孩子至少分配到 1 个糖果。相邻的孩子中，评分高的孩子必须获得更多的糖果。

方法1暴力法，先都赋值1 依次比较 增加

方法2 用两个数组，一个从左，一个从右比较。大于就加1 ，然后两个数组比较，取大的。即满足要求

### 5.3.32 [LRU缓存机制](https://leetcode-cn.com/problems/lru-cache/)

LRU是Least Recently Used的缩写，即最近最少使用，是一种常用的页面置换算法，选择最近最久未使用的页面予以淘汰。该算法赋予每个页面一个访问字段，用来记录一个页面自上次被访问以来所经历的时间 t，当须淘汰一个页面时，选择现有页面中其 t 值最大的，即最近最少使用的页面予以淘汰。

支持以下操作： 获取数据 get 和 写入数据 put 。

获取数据 get(key) - 如果密钥 (key) 存在于缓存中，则获取密钥的值（总是正数），否则返回 -1。

写入数据 put(key, value) - 如果密钥不存在，则写入其数据值。当缓存容量达到上限时，它应该在写入新数据之前删除最近最少使用的数据值，从而为新的数据值留出空间。

就是双向链表 key-vlaue 去除最后一个

### 5.3.33 直线上最多的点数

给定一个二维平面，平面上有 n 个点，求最多有多少个点在同一条直线上。

方法 ：暴力查找法

### 5.3.34 逆波兰表达式求值

根据逆波兰表示法，求表达式的值。

有效的运算符包括 +, -, \*, / 。每个运算对象可以是整数，也可以是另一个逆波兰表达式。

### 5.3.35 股票买卖

方法1 暴力穷举法

方法2 现在，我们完成了「状态」的穷举，我们开始思考每种「状态」有哪些「选择」，应该如何更新「状态」。只看「持有状态」，可以画个状态转移图。



通过这个图可以很清楚地看到，每种状态（0 和 1）是如何转移而来的。根据这个图，我们来写一下状态转移方程：

dp[i][k][0] = max(dp[i-1][k][0], dp[i-1][k][1] + prices[i])

max( 选择 rest , 选择 sell )

解释：今天我没有持有股票，有两种可能：

要么是我昨天就没有持有，然后今天选择 rest，所以我今天还是没有持有；

要么是我昨天持有股票，但是今天我 sell 了，所以我今天没有持有股票了。

dp[i][k][1] = max(dp[i-1][k][1], dp[i-1][k-1][0] - prices[i])

max( 选择 rest , 选择 buy )

解释：今天我持有着股票，有两种可能：

要么我昨天就持有着股票，然后今天选择 rest，所以我今天还持有着股票；

要么我昨天本没有持有，但今天我选择 buy，所以今天我就持有股票了。

这个解释应该很清楚了，如果 buy，就要从利润中减去 prices[i]，如果 sell，就要给利润增加 prices[i]。今天的最大利润就是这两种可能选择中较大的那个。而且注意 k 的限制，我们在选择 buy 的时候，把 k 减小了 1，很好理解吧，当然你也可以在 sell 的时候减 1，一样的。

现在，我们已经完成了动态规划中最困难的一步：状态转移方程。如果之前的内容你都可以理解，那么你已经可以秒杀所有问题了，只要套这个框架就行了。不过还差最后一点点，就是定义 base case，即最简单的情况。

dp[-1][k][0] = 0

解释：因为 i 是从 0 开始的，所以 i = -1 意味着还没有开始，这时候的利润当然是 0 。

dp[-1][k][1] = -infinity

解释：还没开始的时候，是不可能持有股票的，用负无穷表示这种不可能。

dp[i][0][0] = 0

解释：因为 k 是从 1 开始的，所以 k = 0 意味着根本不允许交易，这时候利润当然是 0 。

dp[i][0][1] = -infinity

解释：不允许交易的情况下，是不可能持有股票的，用负无穷表示这种不可能。

把上面的状态转移方程总结一下：

base case：

dp[-1][k][0] = dp[i][0][0] = 0

dp[-1][k][1] = dp[i][0][1] = -infinity

状态转移方程：

dp[i][k][0] = max(dp[i-1][k][0], dp[i-1][k][1] + prices[i])

dp[i][k][1] = max(dp[i-1][k][1], dp[i-1][k-1][0] - prices[i])

### 5.3.36 最短回文串

给定一个字符串 s，你可以通过在字符串前面添加字符将其转换为回文串。找到并返回可以用这种方式转换的最短回文串。

示例 1:

输入: "aacecaaa"

输出: "aaacecaaa"

方法1 暴力法找到最短回文字符串然后反转添加头或者尾

方法2 双指针递归方法

方法3 kmp Knuth-Morris-Pratt 字符串查找算法，简称为 “KMP算法”，常用于在一个文本串S内查找一个模式串P 的出现位置，这个算法由Donald Knuth、Vaughan Pratt、James H. Morris三人于1977年联合发表，故取这3人的姓氏命名此算法。即用前缀和后缀进行比较

或者进行反转进行比较

### 5.3.37 [寻找重复数](https://leetcode-cn.com/problems/find-the-duplicate-number/)

给定一个包含 n + 1 个整数的数组 nums，其数字都在 1 到 n 之间（包括 1 和 n），可知至少存在一个重复的整数。假设只有一个重复的整数，找出这个重复的数。

方法1 排完序之后再找

方法2 利用key vvlue

方法3 弗洛伊德的乌龟和兔子（循环检测）



双指针，两个一个指向index，慢慢比较两个值

### 5.3.38 Nim 游戏

你和你的朋友，两个人一起玩 Nim 游戏：桌子上有一堆石头，每次你们轮流拿掉 1 - 3 块石头。 拿掉最后一块石头的人就是获胜者。你作为先手。

你们是聪明人，每一步都是最优解。 编写一个函数，来判断你是否可以在给定石头数量的情况下赢得游戏。

如果堆中石头的数量 nn 不能被 44 整除，那么你总是可以赢得 Nim 游戏的胜利。

推理

让我们考虑一些小例子。显而易见的是，如果石头堆中只有一块、两块、或是三块石头，那么在你的回合，你就可以把全部石子拿走，从而在游戏中取胜。而如果就像题目描述那样，堆中恰好有四块石头，你就会失败。因为在这种情况下不管你取走多少石头，总会为你的对手留下几块，使得他可以在游戏中打败你。因此，要想获胜，在你的回合中，必须避免石头堆中的石子数为 4 的情况。

同样地，如果有五块、六块、或是七块石头，你可以控制自己拿取的石头数，总是恰好给你的对手留下四块石头，使他输掉这场比赛。但是如果石头堆里有八块石头，你就不可避免地会输掉，因为不管你从一堆石头中挑出一块、两块还是三块，你的对手都可以选择三块、两块或一块，以确保在再一次轮到你的时候，你会面对四块石头。

显然，它以相同的模式不断重复 n=4,8,12,16,\dotsn=4,8,12,16,…，基本可以看出是 44 的倍数。

### 5.3.39**[数据流的中位数](https://leetcode-cn.com/problems/find-median-from-data-stream/solution/shu-ju-liu-de-zhong-wei-shu-by-leetcode/)**

方法1 将数字存储在可调整大小的容器中。每次需要输出中间值时，对容器进行排序并输出中间值。

方法2 插入排序 保持容易排序

方法3 用两个堆，保持两个堆平衡

### 5.3.40 判断是否是4的倍数

与01010101比较

### 5.3.41 最大单词长度乘积

给定一个字符串数组 words，找到 length(word[i]) \* length(word[j]) 的最大值，并且这两个单词不含有公共字母。你可以认为每个单词只包含小写字母。如果不存在这样的两个单词，返回 0。

示例 1:

输入: ["abcw","baz","foo","bar","xtfn","abcdef"]

输出: 16

解释: 这两个单词为 "abcw", "xtfn"。

方法1 用00000000000 代表每一个字母 然后或一下

### 5.3.42 拼接最大数

给定长度分别为 m 和 n 的两个数组，其元素由 0-9 构成，表示两个自然数各位上的数字。现在从这两个数组中选出 k (k <= m + n) 个数字拼接成一个新的数，要求从同一个数组中取出的数字保持其在原数组中的相对顺序。

求满足该条件的最大数。结果返回一个表示该最大数的长度为 k 的数组。

示例 1:

输入:

nums1 = [3, 4, 6, 5]

nums2 = [9, 1, 2, 5, 8, 3]

k = 5

输出:

[9, 8, 6, 5, 3]

方法1 依次从两个数组中找到k k-i个数最大数 用一个数组循环从1 到k进行查找比较

### 5.3.43 求一个二叉树和

public int pathSum(TreeNode root, int sum) {

if(root == null) return 0;

return helper(root, sum) + pathSum(root.left, sum) + pathSum(root.right, sum);

}

int helper(TreeNode root, int sum){

if(root == null) return 0;

sum -= root.val;

return (sum == 0 ? 1 : 0) + helper(root.left, sum) + helper(root.right, sum);

}