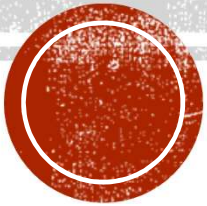
C++高质量编程



运行正确的代码 != 好的代码

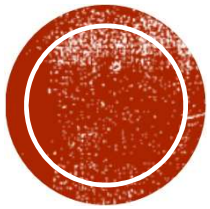
```
class Solution{      public:bool isMatch
(const char *s, const   char*p) {int n= 0, m =
0; while(*(s + m)!='\0' )m ++;while (*(p + n)  !=
'\0')n++  ;vector < vector<bool  >> dp(m + 1, vector
< bool>(n + 1, false)  );for (int j = n;j >= 0; j--)for
( int i =  m  ;i >= 0; i--) { if (j < n && p  [j] =='*'
)continue;if (j == n) {if (i == m){dp[  i][j] = true
;}}else if (i == m) {if (p[j + 1] == '*')dp[   i]
[j] = dp[i][j + 2];} else {if (j <n- 1 &&p[j +
1] == '*' && dp[i][j + 2])dp[i] [j] = true
;if (p[j] == '.' || p[j]== s[i]) {if (
dp[i + 1][j + 1]) dp[i][j]= true;
if ( p [j + 1] == '*' && dp[i +
1] [j]) dp[i][j] = true
; } } } return dp[0]
[ 0] ; } } ;
```

高质量代码

- 别人能看懂（可维护）
- 别人能改进（可扩展）
- 别人能信任（安全性）

大纲

- 良好的可维护性
  - 统一代码风格
  - 命名规范
  - const关键词
  - 注释
  - 传值和引用
  - 资源的释放
  - 编程规范
  - 其他可维护性
- 良好的可扩展性
  - 代码抽象
  - 设计模式
- 安全性
  - 输入判断
  - 异常处理
  - 路径的写法
- 其他



良好的可维护性

统一代码风格

项目合作中编程风格要统一

逗号后面空一格

```
void Foo(int m, bool n)
{
    for (int i = 0; i < m; i++)
    {
        for (int j = 0; j < n; j++)
        {
            int sum = i + j;
            printf("%d + %d = %d", i, j, sum);
        }
    }
}
```

无论几条语句，for, if, while要加{}

一行只写一条语句

运算符前后空一格

代码要缩进对齐

命名规范

- 有描述性的名字　　~~int a, b, c;~~　int nDayOfDate, nMonthOfDate, nYearOfDate;
- 风格要统一　　~~int size_of_nodes, currentPosition;~~
- 尽量避免缩写　　~~ImageProcessor ip;~~
- 避免过于相似的命名　　~~filename1, filename2~~ configFilename, inputFilename
- 通过命名空间来避免冲突

- 经典命名规则
  - 匈牙利命名法：　　变量名=属性+类型+对象描述，例如 m_pCar, g_nMaxSize
  - 骆驼命名法：　　首字母小写，其它单词首字母大写，例如 createObject, run
  - 帕斯卡命名法：　　每个单词首字母大写，例如 BeginSend, Start

推荐的命名习惯

- 类型（类/结构体）帕斯卡命名
  - class StreamReader
  - struct RequestContext
- 变量名匈牙利命名
  - 指针类型的成员变量　　m_pObject
  - 整型的全局变量　　g_nAge
  - 静态字符串局部变量　　s_zHostName,
- 函数名帕斯卡命名或骆驼命名（但要一致）
  - GetInstance()
  - isRunning()
  - Verb + Noun
- 常量　　全大写
  - MAX_LENGTH

属性前缀	说明
无	局部变量
m_	类的成员变量
sm_	类的静态成员变量
s_	静态变量(静态局部变量)
g_	全局变量
sg_	静态全局变量

类型前缀	说明
n	整型和位域变量（number）
e	枚举型变量（enumeration）
c	字符型变量（char）
b	布尔型变量（bool）
f	浮点型变量
p	指针型变量和迭代
pfn	函数指针

插播：静态变量STATIC

- 静态局部变量：
  - 它不管其所在的函数是否被调用，都将一直存在
  - 函数体内如果在定义静态变量的同时进行了初始化，则以后程序不再进行初始化操作
  - 把局部变量改变为静态变量后是改变了它的存储方式，即改变了它的生存期
- 静态全局变量：
  - 静态全局变量则限制了其作用域，即只在定义该变量的源文件内有效，在同一源程序的其它源文件中不能使用它
  - 外部的Static声明亦可用于声明函数
  - 把全局变量改变为静态变量后是改变了它的作用域，限制了它的使用范围
- 函数的可重入性
  - 函数重复调用时，相同输入是否保证给出相同的输出

插播：静态变量STATIC

- 局部变量：生存期（时域）局部；可见性（空域）局部
- 静态局部变量：生存期（时域）全局；可见性（空域）局部
- 全局变量：生存期（时域）全局；可见性（空域）全局
- 静态全局变量：生存期（时域）全局；可见性（空域）局部（本文件内）

类的静态成员?

其它命名习惯

- 抽象类命名I+类型描述

```
class IProcessor
```

- 继承类命名C+类描述，或Impl+类描述

```
class CFactory      class ImplRequestDispatcher
```

- 私有成员变量/函数以_开头或结尾

```
int count_;         void _OnTimer()
```

小心！系统头文件里将宏名、变量名、内部函数名用"_"开头

其它命名习惯

- 常量命名（以k开头，大小写混合）

```
const int kAge = 23
```

- 命名空间命名（使用小写，避免命名空间嵌套、冲突）
  - 比如，不要创建嵌套std的命名空间

合理使用CONST关键字

- 提高可读性，仅通过声明可以了解内部实现的一些特性

```
const char* doSomething(const char* input) {
    // ...
}
```

我不会修改你的输入

返回内部数据请不要修改

- 通过const关键字来保证特定变量不能被误改
- 在编译时发现潜在问题
- 提高编译的代码优化能力
- 提高自身对代码的了解

正确理解CONST关键字

- const① char* Foo(const② char* const ③ &p) const ④
- ① 无法直接通过返回的指针修改目标值

```
const char* a = object.Foo(p); // 此处无法直接赋值给 char*，只能是const char*
*a = ‘c’; // 编译错误
```

- ② 无法通过*p修改目标值
- ③ p值不能在方法内被修改
- ④ 修饰成员方法，表示该方法不会修改该对象的成员变量

CONST关键字作用

在下面代码中寻找BUG

```
void f(int x, int y) {
 if ((x==2 && y==3)||(x==1))
 cout << 'a' << endl;
 if ((y==x-1)&&(x==-1||y=-1))
 cout << 'b' << endl;
 if ((x==3)&&(y==2*x))
 cout << 'c' << endl;
}
```

```
void f(const int x, const int y) {
 if ((x==2 && y==3)||(x==1))
 cout << 'a' << endl;
 if ((y==x-1)&&(x==-1||y=-1))
 cout << 'b' << endl;
 if ((x==3)&&(y==2*x))
 cout << 'c' << endl;
}
```

test.cpp: In function 'void f(int, int)': test.cpp:7:31: error: assignment of read-only parameter 'y'

提供“完整”的注释

- 注释帮助别人加速理解代码

```
// 查找元素所在位置，如果未找到返回-1
int FindIndex(Element ele)

// 获取指定位置的对象，如果位置非法，抛出异常
Element GetObjectByIndex(int position)

// 构造时间对象，ticks为Unix时间戳
DateTime(ulong ticks)
```

- 使用//或者使用/**/都可以，但是要保持风格统一。//更常用
- //后一般接一个空格

案例1：一个函数

```
/**
* 查找数组中第N大的元素
* @param tArray:      T类型元素的向量
* @param n:           返回的元素的顺位
* @param tComparer:   定义了T类型元素之间的比较。 当Compare(a, b) > 0, 元素a会排在b之前
* @return:            返回按tCompare的排序方式排序的第n个元素
* @note:              1. 若有多个第n位元素，返回任意一个.
*                     2. 要Compare方法有传递性.
*                     3. 如果向量长度小于n则返回排序后的最后一个元素
*/
template <class T>
T NthElement(std::vector<T>& tArray, int n, Comparer<T> tComparer)
{
   /* 该方法首先会以vector的第一个元素作为中心点，从左到右遍历
   vector所有元素，当当前位置的元素小于中心点......*/
    ……
}
```

注释要写什么

- 函数注释
  - 每个参数是什么意思?
  - 返回结果是什么?
  - 异常情况下预期的结果是什么?
  - 调用时特别需要注意的地方
- 类注释
  - 描述类的功能和用法,除非它的功能相当明显
  - 多线程是否安全? (静态变量)
- 文件注释
  - 版权, 如Copyright (c) Some Corporation. All rights reserved。
  - 许可版本, 如Apache 2.0
  - 作者、日期
  - 内容简介

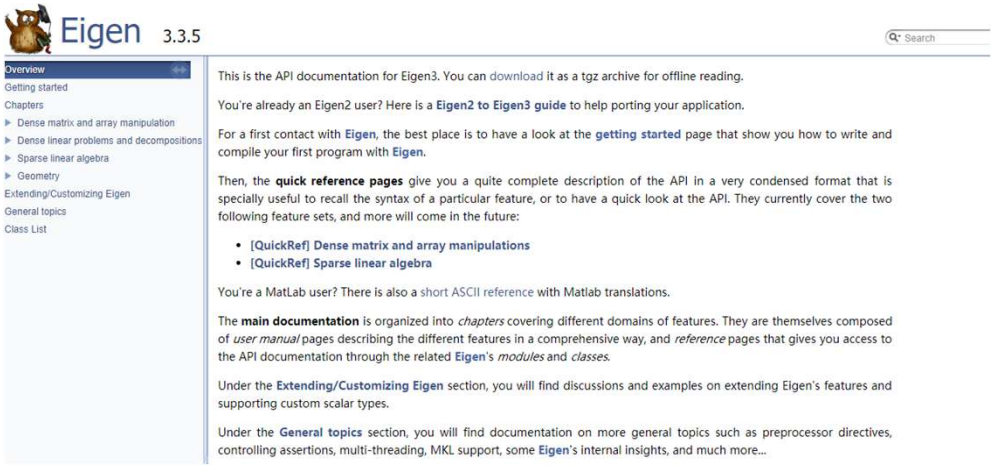
TODO 注释

- 对临时的解决方案，仍然不够完美的代码使用大写TODO注释
  - TODO后圆括号内加入自己的名字、邮箱地址、bug ID
  - 在注释说明中写出待实现的功能

```
// TODO(wzb@mails.tsinghua.edu.cn): Update …
// TODO(Zhibo Wang): …
```

DOXYGEN 文档生成工具

- Doxygen 由已注释代码生成对应的文档
  - 能够生成在线的网页文档以及PDF
  - 能够提取出代码的结构，并且生成一幅代码的结构图
- 注释要符合特殊的语法规则
- Doxygen生成的文档的例子
  - Eigen文档 http://eigen.tuxfamily.org/dox/



案例2：一个二分查找

```
int BinSearch(vector<int>&array, int left, int right, int want) {
    if (left >= right) return -1;
    int mid = left + (right - left) / 2;
    if (array[mid] == want) return mid;
    if (array[mid] < want) return BinSearch(array, mid + 1, right, want);
    return BinSearch(array, left, mid, want);
}
```

对于10M个数字做查询，占用内存890MB

对于10M个数字做查询，占用内存41MB

引用/值传递

- 什么时候用引用传递
  - （大型）对象

```
BYTE* ExtractFeature(const Image& srcImage)
Complex& operator=(const Complex& rhs)
```

  - 需要改变参数（对象）本身

```
void Swap(int& a, int& b)
```

  - 多态继承（动态多态性）

值传递的陷阱

- 当值传递发生时，会调用参数声明类型的拷贝构造函数

```
class BaseClass
{
public:
    BaseClass(){};
    ~BaseClass(){};

    BaseClass(const BaseClass& rhs)
    {
        std::cout << “BaseClass called!"
            << std::endl;

    }

    virtual void Mew()
    {
        std::cout << "BaseClass mew"
            << std::endl;
    }
};
```

```
class DerivedClass : public BaseClass
{
public:
    DerivedClass(){};
    virtual ~DerivedClass(){};

    DerivedClass(const DerivedClass& rhs) : BaseClass
    {
        std::cout << "DerivedClass called"
            << std::endl;
    }

    virtual void Mew()
    {
        std::cout << "DerivedClass mew"
            << std::endl;
    }
};
```

```
void Foo(BaseClass& object)

void Foo(BaseClass object)
{
    object.Mew();
}

int _tmain(int argc, _TCHAR* argv[])
{
    DerivedClass derivedObject;
    Foo(derivedObject);
}
```

OUTPUT:

BaseClass called
BaseClass mew

RAII

- Resource Acquisition Is Initialization
- 这是C++中的一个重要的概念：
  - 当一个对象初始化时，该对象在其构造函数中应当已经获取了对应的资源
  - 当离开这个对象的作用域时，该对象在其析构函数中应当释放掉其使用的所有资源

案例3：日志记录

```
void output(const char* fileName, char* message)
{
    FILE* fout = fopen(fileName, "a");
    if (fout == nullptr || message == nullptr)
    {
        return;
    }

    fwrite(message, sizeof(char), strlen(message), fout);
    fclose(fout);
}
```

符合RAII的代码

```
class FileObj {
public:
  FILE* ptr;
  FileObj(char* name) : ptr(fopen(name, “r”)) {}
  ~FileObj() { fclose(ptr); }
};
```

及时释放资源

- 有哪些资源?
  - 内存、文件、线程、网络、锁
- 所有的创建都应该有对应的释放
  - new / delete
  - socket.connect(); / socket.close();
  - fopen / fclose
- 特别注意，异常情况往往是出现泄露的原因
- 尽量延迟变量的声明及初始化
- 合理使用智能指针解决内存释放问题
  - 将指针装在一个类的对象里，在对象被析构时尝试释放指针指向的地址

```
int Foo()
{
    unique_ptr<char[]> pBuffer(new char[1024]);
// Do something
    return 0;
}
```

我的例子:

```
Cimg* a = new Cimg(width, height);
a=cvClone(b);
Release(*a);
Release(*b);
```

CVCOPY 与 CVCLONE

opencv中的cvCopy函数与cvClone函数都可以用做图像的复制

- cvCopy使用时需要先手动开一段内存并作为输入，该函数会把要进行复制的图像拷贝到这段内存中

- cvClone使用时则会自动开一段内存并进行复制，之后返回这段内存。循环使用时易引发内存泄漏

智能指针

- std::unique_ptr
  - 独占其所拥有的资源
  - 离开该变量的作用域，资源释放
- std::shared_ptr
  - 可以与其他shared_ptr共享资源
  - 当资源无指针指向，资源释放

避免“野”指针

- “野”指针
  - 没有赋值的指针
    - 任何指针变量刚被创建时不会自动成为空指针，它的缺省值是随机的，它会乱指一气。
  - 被delete但没有赋为空的指针
    - 别看free和delete的名字恶狠狠的（尤其是delete），它们只是把指针所指的内存给释放掉，但并没有把指针本身干掉。
- 问题
  - 无法判断指针是不是有效
- 解决方法
  - #define SAFE_DELETE(x) if (x) delete (x); (x) = nullptr;

注意多个指针指向同一块内存的情况

- 注意
  - 1：不要返回指向栈内存的指针或引用，因为栈内存在函数结束时会被释放.
  - 2: 在使用指针进行内存操作前记得要先给指针分配一个动态内存。

使用nullptr赋值空指针

- C++11定义了一个特殊的表示空指针的符号：nullptr，使用nullptr而非0或NULL

```
void fun(int) {
std::cout << "fun1" << std::endl;
}
void fun(void *) {
 std::cout << "fun2" << std::endl;
}
int main(int argc, char *argv[])
{
 fun(NULL); // 输出 fun1 而非 fun2
 system("pause");
 return 0;
}
```

插播：栈内存和堆内存

- 本质区别
  - 栈区（stack）—由编译器自动分配释放
  - 堆区（heap）—一般由程序员分配释放
  - 全局区（静态区）（static）—全局变量和静态变量
- 效率
  - 栈：由系统自动分配，速度较快。但程序员是无法控制的。
  - 堆：由new分配的内存，一般速度比较慢，而且容易产生内存碎片，在内存中并不连续
- 大小
  - 栈：较小，连续的内存区域，由编译器决定栈的大小（一般1M/2M）
  - 堆：较大，是不连续的内存区域（链表管理），受限于计算机系统中有效的虚拟内存

其他编程规范

- 不要将程序输出目录直接设置为源文件目录
- 不要在.h文件中使用using namespace，但尽量把自己的函数和类定义在namespace
- 头文件务必使用#pragma once或#ifndef XXX…#define…#endif

其他编程规范

- 使用{}

```
// Bad Idea
// This compiles and does what you want, but can lead to confusing
// errors if modification are made in the future and close attention
// is not paid.
for (int i = 0; i < 15; ++i)
  std::cout << i << std::endl;
```

```
// Bad Idea
// The cout is not part of the loop in this case even though it appears to be.
int sum = 0;
for (int i = 0; i < 15; ++i)
  ++sum;
  std::cout << i << std::endl;
```

其他编程规范

- 每行代码应有一个合理的长度

```
// Bad Idea
// hard to follow
if (x && y && myFunctionThatReturnsBool() && caseNumber3 && (15 > 12 || 2 < 3)) {
}

// Good Idea
// Logical grouping, easier to read
if (x && y && myFunctionThatReturnsBool()
    && caseNumber3
    && (15 > 12 || 2 < 3)) {
}
```

其他编程规范

- 引用头文件时使用双引号

```
// Bad Idea. Requires extra -I directives to the compiler
// and goes against standards.
#include <string>
#include <includes/MyHeader.hpp>

// Worse Idea
// Requires potentially even more specific -I directives and
// makes code more difficult to package and distribute.
#include <string>
#include <MyHeader.hpp>


// Good Idea
// Requires no extra params and notifies the user that the file
// is a local file.
#include <string>
#include "MyHeader.hpp"
```

其他编程规范

- 变量初始化
  - 在使用变量时声明变量
  - 尽量让变量的声明和初始化在一起

```
std::vector<std::string> text;
….
text={“aa”,”bb”,”cc”};
…
for(const auto& it:text)
{…}
```

```
std::vector<std::string> text={“aa”,”bb”,”cc”};
for(const auto& it:text)
{…}
```

其他编程规范

- 成员变量的初始化

```
// Bad Idea
class MyClass
{
public:
  MyClass(int t_value)
  {
    m_value = t_value;
  }

private:
  int m_value;
};
```

```
// Good Idea
// C++'s member initializer list is unique to the language and leads to
// cleaner code and potential performance gains that other languages cannot
// match.
class MyClass
{
public:
  MyClass(int t_value)
    : m_value(t_value)
  {
  }

private:
  int m_value;
};
```

初始化列表省一次变量的构造

其他编程规范

- 成员变量的初始化2
  - C++11中，可以尝试给每个成员变量设定初值

```
// Best Idea

// ... //
private:
  int m_value{ 0 }; // allowed
  unsigned m_value_2 { -1 }; // compile-time error, narrowing from signed to unsigned.
// ... //
```

  - 使用{}进行初值的设定!
  - 忘记初始化造成的问题，是程序开发中一种较难发现的bug

其他编程规范

- 当初始化参数过多时，可以用初始化参数列表进行初始化

```
class Test
{
public:
  Test(int x,int y,int z) : a(x), b(y), c(z) {} //初始化参数列表
private:
  int a;
  int b;
  int c;
};

int main(){
  Test test(0,1,2); //x=0, y=1, z=2
  return 0;
}
```

其他编程规范

- 当初始化参数过多时，可以用初始化参数列表进行初始化

```
class ClassA
{
public:
  ClassA(){ cout<< "construct\n"
<<endl; }
  ClassA(const ClassA&
classB){ cout<< "Copy\n" <<endl; }…
//初始化参数列表
};

Class Test
{
Public:
  Test(ClassA &x,ClassA &y,int z) :
a(x), b(y), c(z) {} //初始化参数列表
Private:
  ClassA a;
  ClassA b;
  int c;
};


  int z=0;
  ClassA CA1, CA2;
  Test test(CA1, CA2, z);
  //这一行会输出什么?
```

其他编程规范

- 谨慎处理STL的返回值类型
  - Auto转化成了std::size_t

```
std::vector<int> v1{2,3,4,5,6,7,8,9};
std::vector<int> v2{9,8,7,6,5,4,3,2,1};
const auto s1 = v1.size();
const auto s2 = v2.size();
const auto diff = s1 - s2; // diff underflows to a very large number
```

插播：AUTO

- 声明变量时，根据初始化表达式自动推断该变量的类型、声明函数时函数返回值的占位符

```
auto f=3.14; //double
auto z = new auto(9); // int*
auto x1 = 5, x2 = 5.0, x3='r';//错误，必须是初始化为同一类型
```

- auto关键字更适用于类型冗长复杂、变量使用范围专一时，使程序更清晰易读：

```
std::vector<int> vect;
for(auto it = vect.begin(); it != vect.end(); ++it)
{ //it的类型是std::vector<int>::iterator
   std::cin >> *it;
}
```

插播：AUTO

- 在模板函数定义时，如果变量的类型依赖于模板参数，使用auto关键字使得在编译期确定这些类型，如：

```
template <class T, class U>void Multiply(T t, U u)
{
    auto v = t * u;
    std::cout<<v;
}
```

其他编程规范

- 使用.hpp和.cpp
  - 广泛的被各种编辑器和工具所识别
  - Vim并不能识别.cc文件
- 编程时不要混合使用Tab和space
  - 不同编辑器对两者的处理不同，可能造成代码“混乱”
- 不要再assert()中放置实际运算代码
  - Release编译下，assert不可见

```
assert(registerSomeThing()); // make sure that registerSomeThing() returns true
```

其他编程规范

- 运算符重载要小心
  - 只有操作的意义非常清晰且毫无争议，才考虑进行运算符重载；否则，定义一个函数，并起个好名字
  - 重载时，一定要完全符合被重载运算符的语意信息
    - 用减法操作重载“+”
  - 重载一个运算符之后，要将所有其它相关的运算符也进行重载
    - +和+=

其他编程规范

- 避免隐式的数据转化
  - 将单参数的构造函数和数据转化操作符定义为explicit

```
class MyClass
{
  public:
  MyClass( int num );
}
//.
MyClass obj = 10; //ok
```

```
class MyClass
{
  public:
  explicit MyClass( int num );
}
//.
MyClass obj = 10; //err
```

除非我有一个好理由允许构造函数被用于隐式类型转换，否则我会把它声明为**explicit**。

——**effective C++**