东南大学吴健雄学院

CHIEN-SHIUNG WU COLLEGE OF SEU

C++程序设计

——类与对象

内容

类与对象的基本概念

构造函数与析构函数

聚合类及其构造函数

运算符重载与友元

静态成员

字符串与字符串类

名字空间域和类域*（自学）

类与对象的基本概念

使用过对象吗?

```
cin >> x;  cout << x;
ch = cin.get();
ifstream ifile;   ifile.open("文件名");
string st1, st2;        //char st1[40], st2[40];
st1 = st2;              //strcpy(st1, st2);
st1 = st1 + st2;        //strcat(st1,st2);
```

再观察一组:

```
Book b;    cout << b;    //结构体
Array a;   cin >> a;     //数组
Complex c1, c2, c3;      //复数
c3 = c1 + c2;
```

是否希望支持这样操作?

对象

```
Array a;   cin >> a;
Complex c1, c2, c3;     c3 = c1 + c2;
```

对象是经过封装（定义）的数据，使用起来就像标准数据一样简单

封装（Encapsulation）是OOP（Object-Oriented Prog.）设计的最基本技术

什么是OOP？　——对应POP （Procedure-Oriented Prog.）

为什么OOP？　——复杂系统难以流程化描述。考虑一个应用程序，或一个游戏程序

怎么封装对象？

究竟什么是对象?

- 某个数据
- 某个问题
- …

} 你所面对的一切一切

怎么描述对象?

- 长什么样
- 能干什么

封装（定义）对象类型

属性（样子） —— 数据

功能（作用） —— 函数

从使用对象的角度看封装需求

以复数对象为例，是否理解以下使用：

```
Complex c1, c2, c3;
c1.set(3, 5);          //设置c1的值为3+5i
c2.set(2, -4)          //设置c2为2-4i
C3 = c1.add(c2);   //c1和c2相加
c3.output();          //输出c3
double x, y;
c3.get(x, y);          //获取c3的实部和虚部
```

如何支持复数这样的使用？

封装复数类（新类型，物以类同）

```
class Complex
{      double re, im;      //样子
public:                          //功能
      void set(double a, double b);
      void get(double &a, double &b);
      Complex add(Complex c);
      void output();
};      //分号不可少
```

复数类的完整封装

```
class Complex
{
    double re, im;
public:
    void set(double a, double b)
    {   re = a;   im =  b; }
    void get(double &a, double &b)
    {   a = re;   b =  im; }
    Complex add(Complex c);
    void output();
};      //分号不可少
```

成员函数可以在类内声明，类外定义

```
Complex Complex :: add(Complex c)
{     Complex s;
      s.re = re + c.re;    s.im = im + c.im;
      return s;
}
void Complex :: output()
{
      cout << re << '+' << im << 'i';
}
```

语法问题

access specifier（访问权限）：

- public：在类之外可以访问
- private：缺省，在类之外不能访问
- protected： 介于公有和私有之间前两者之间，派生类可访问

Q&A

1. 类和对象是什么关系?
2. 复数对象使用的例子中，“面向对象”体现在何处?
3. 结构体和类，有什么异同?
4. 两个复数相加这一功能，定义为一般函数和定义为类成员函数，在函数形式上有何差别?
5. 数据成员可否放在 public当中?
6. get函数的作用是什么？跟output函数区别是什么?

再说封装

1. 封装的2层含义

- 类 = 数据 + 操作
- 对数据的私有化限制

2. 发挥接口（interface）作用的成员及其必要性（如get 、set）

- 因数据成员私有，须通过接口函数，间接访问数据成员
- 数据私有的意义：简化和安全（对象属性与外界隔离，如钟表）

3. 封装类（对象）时如何入手

- 通用类 —— 应完备、周全、通用，如字符串、复数
- 非通用类 —— 满足特定需求即可，如为信息管理设计对象

封装类的例子——超市商品信息管理

```
Cgoods  cgoods1;                                    //某种商品
int amount;
double price, totalValue;
cgoods1.Register( “toothpast_ZhongHua”, 1000, 6.5);     //设置某种商品基本信息
cgoods1.CountTotal();                               //计算该商品总价
Cgoods1.display();                                  //输出该商品完整信息
price = Cgoods1. getPrice();                        //读出单价
amount = Cgoods1.getAmount();                       //读出数量
totalValue = Cgoods1.getTotal();                    //读出总价
```

```
class Cgoods                                  //定义类
{
        char  Name[40];                       //或string Name，商品名
        int   Amount;                         //商品数量
        float Price;                          //单价
        float Total_value;                    //总价
public :
       void  RegisterGoods(char[], int, float);   //修改数据，接口
       void  CountTotal();                    //计算总价
       int   getAmount();                     //读商品数量，接口
       float getPrice();                      //读商品单价，接口
       float getTotal ();                     //读商品总价，接口
       void display();                        //输出商品信息
 };
```

// 在类外定义部分成员函数

```
void  Cgoods :: RegisterGoods(char name[], int m, float p)
{     strcpy(Name, strlen(name)+1, name);
      Amount = m;
      Price = p;
 }
void Cgoods :: CountTotal()
{
     Total_value = Amount * Price;
 }
int Cgoods :: getAmount()
{
     return Amount;
}
```

```
cgoods1.Register( “toothpast_ZhongHua” , 1000, 6.5);
```

```
cgoods1.CountTotal();
```

```
amount = Cgoods1.getAmount();
```

再看一例：复数类

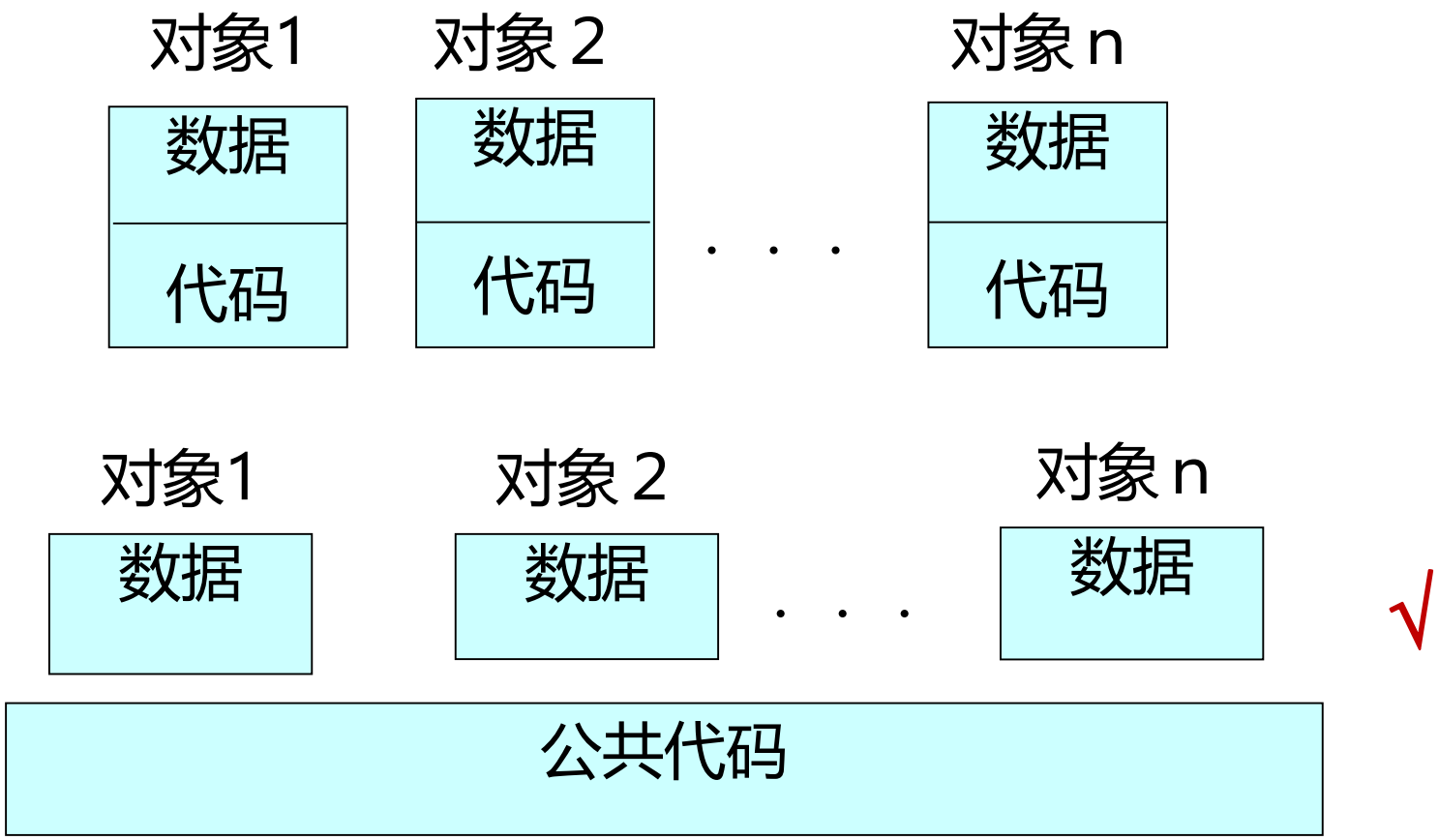
```
class Complex
{
      double re, im;
public:
      void set(double, double);          //修改，接口
      void get(double &, double &) ; //读，接口
      Complex add(Complex);              //加法
      void output();                     //输出
};      //分号不可少
```

```
void Complex :: set(double r, double i)
{      re = r;   im = i;   }

void Complex :: get(double &r, double &i)
{      r = re;   i = im;   }

Complex Complex :: add(Complex c)
{     Complex s;
       s.re = re + c.re;    s.im = im + c.im;
       return s;
}

void Complex :: output()
{    cout << re << '+' << im << 'i' ;    }
```

复数对象的使用：

```
Complex c1, c2, c3;
c1.set(2, 4);  c2.set(3, -5);
c3 = c1.add(c2);
double a, b;  c3.get(a,b);
```

对象的存储形式



构造函数与析构函数

定义类时，会自动产生一个**缺省**的构造函数和析构函数

```
class Complex
{       double re, im;
public:
      Complex() {};          //构造函数
      ~Complex() {};         //析构函数
     void get(double &a,double &b);
     void set(double a,double b);
     Complex add(Complex c);
     void output();
};
```

特殊在哪里？　为什么提它？

做什么用？

什么时候用？

构造/析构函数做什么用

构造函数：**创建对象**，获得对象空间

析构函数：**撤销对象**所占空间

```
int main()
{
    Complex c1, c2, c3;          //3次调用构造函数
    return 0;                    //3次调用析构函数
}
```

构造/析构函数什么时候用?

创建对象时自动调用构造函数，对象生命期结束时自动调用析构函数

像是隐形人，为什么提它?

创建对象时还有其他需要，例如初始化对象；或者，

缺省析构函数不能达成撤销对象的全部要求；

——就需要显式定义构造/析构函数

利用构造初始化对象

Complex :: Complex(double r, double i)　　//带参构造

{　re = r; im = i; }

能否支持创建对象：　Complex c1(2, 3), c2(1, 6), c3(5), Complex c4;

如何应对各种初始化要求?

Complex c1(1,2), c2, c3(4);

——重载构造函数　　**注意：定义带参构造则会覆盖缺省构造函数**

——带缺省参数值的构造函数（万金油）

```
class Complex
{
        double re,im;
public:                 //重载应对各种初始化
    Complex() { };      //必须有
    Complex(double r, double i)
    {    re = r;     im = i;    }
    Complex(double r)
    {    re = r;    im = 0;    }
     //其他成员略
};
Complex c1, c2(3, 4), c3(4);
```

//带缺省参数值的构造，以一当百

```
Complex(double r = 0, double i = 0)
{    re = r;    im = i;    }
```

有一种形式的初始化带缺省参数值的构造函数无法支持

拷贝构造函数——拷贝初始化

Complex c1,c2(1 ,2), c3(c2);

用对象初始化对象（对象拷贝），由另一个缺省构造函数支持

```
Complex :: Complex(Complex & c)     //拷贝构造函数，必须是引用形参
{  re = c.re;   im = c.im;  }
```

缺省拷贝构造函数通常不需显式定义。

到底封装类的时候要不要定义构造和析构？何时需要定义？

一般应定义构造函数（重载或带缺省参数值），支持对象初始化；

一般不需定义拷贝构造函数和析构函数，除非类中含有指针成员。

聚合类及其构造函数

聚合类：含有对象成员 —— 用对象构造新对象的方法

例：用点构造线段

```
class Point
{     double x,y;
public:
      Point(double = 0,double = 0);
      void Set(double, double);
      void Get(double &, double &);
      double dis(Point d);
      double dis(double x, double y);
      void show();
};
```

```
class Segment
{     Point d1,d2;
      double len;              //非必须成员
public:
      Segment(double = 0, double = 0 ,double = 0, double = 0);
      void SetD1(double, double);          //设置端点1值
      void SetD2(double, double);          //设置端点2值
      void GetD1(double &, double &);   //获取端点1值
      void GetD2(double &, double &);   //获取端点1值
      double calLen();                          //计算线段长度
      double GetLen();                           //获取长度
      void show();
};
```

```
Point :: Point (double a, double b)
{   x = a;  y = b;  }
void Point :: Set(double  a, double b)
{   x = a; y = b;   }
void Point :: Get(double & a, double & b)
{   a = x;  b = y;  }
double Point :: dis( Point d)
{   double distance;
   distance = (x – d.x) * (x – d.x) +
                  (y – d.y) * (y – d.y);
   return sqrt(distance);
}
double Point :: dis(double a, double b)
{   double distance;
    distance = (x – a) * (x – a) +
                   (y – b) * (y – b);
    return sqrt(distance);
}
void Point :: show()
{  cout << '(' << x << ", " << y << ')';
```

```
Segment :: Segment(double a1, double b1 ,double a2, double b2)
: d1(a1, b1), d2(a2, b2)  {    len = calLen();    }
void Segment :: SetD1(double a, double b)
{    d1.Set(a, b);   len = calLen();    }
void Segment :: SetD2(double a, double b)
{    d2.Set(a, b);   len= calLen();    }
void Segment :: GetD1(double & a, double & b)
{    d1.Get(a, b);   }
void Segment :: GetD2(double & a, double & b)
{   d2.Get(a, b);   }
double Segment :: calLen()
{   return  (d1.dis(d2));   }
double  Segment ::  GetLen()
{   return len;      }
 void Segment :: show()
{   d1.show();   d2. show();   cout << ", length = " << len;   }
```

小结与回顾

类和对象（类型和实例变量的关系，物以类聚）；封装（属性和功能，私有成员）；

封装类的要件（构造，接口，其他功能（通用，适用））；

封装类的形式（声明，定义，作用域运算符）；

构造/析构函数（特殊性，何时、如何被调用，哪些情况下需显示定义）；

聚合类（概念，构造函数特殊性）。

“面向对象”的进一步理解（成员函数的参数个数，**本对象**的存在）

封装类时有一个缺省成员：指向本对象的指针this；

```
void Complex :: set(double re, double im)
{    this->re = re;    this->im = im;    }
```

```
Complex c1;   c1.set(2, 3);
```

```
Class Complex
{    double re, im;
     Complex *this;
     …
};
```

运算符重载与友元

为什么重载运算符?

标准数据类型可直接使用运算符（为什么？）

自定义数据类型可否使用那些运算符?

希望将运算符的应用延伸到自定义数据类型，如复数c1 + c2

重载：在自定义的类型中重载（定义）运算符的功能

方式:

- 成员函数
- 友元函数（教材4.6节）

以复数为例，成员重载+，友元重载-

c2 + c3的解读： c2.operator+ (c3);

c2 - c1的解读： operator- (c2, c1);

```
class Complex
{
      double re, im;
public:
      //其他成员略
      Complex operator +(Complex);                    //用成员重载 +
      friend Complex operator – (Complex, Complex);   //用友元重载 -
};
```

Complex add (Complex); ⇨ c3 = c1.add(c2);

两种重载方式形式有何不同?

```
Complex Complex :: operaor +(Complex c)
{   Complex s;    s.re = re + c.re;    s.im = im + c.im;    return s;   }

Complex operaor - (Complex c1, Complex c2)
{   Complex d;    d.re = c1.re - c2.re;    d.im = c1.im - c2.im;    return d;   }
```

运语法问题：成员函数的几种参数形式

```
Complex Complex :: operator+(Complex c);
Complex Complex :: operator+(Complex & c);          //有必要使用引用形参吗?
Complex Complex :: operator+(const Complex & c);    //只读形参
```

此处引用形参只为提高空间效率

只读形参为了提高参数安全性

简单了解友元

- 友元声明在类中, 用friend修饰;
- 友元**不是成员**，不受访问权限限制，可定义在类的任意部分;
- 友元提供了特权，可在类外以对象.成员的方式访问类中私有成员;
- 友元对封装有一定“破坏”，应用并不很多, 运算符重载是其中一个;
- 友元类：A类的所有成员都是B类的友元，A类就是B类的友元类（见教材）

```
class Complex
{
      double re, im;
public:
      //其他成员略
     friend Complex operator – (const
      Complex &, const Complex &);
};

Complex operaor - (const Complex & c1,
      const Complex & c2)
{     Complex d;
      d.re = c1.re - c2.re;
      d.im = c1.im - c2.im;
      return d;
}
```

几个稍有特殊的运算符重载—— =、 ++、 >>/<<、类型转换

= 运算符 —— 系统有缺省定义，用于支持 c2 = c1;

```
Complex & Complex :: operator = (const Complex & c)
{   re = c.re;   im = c.im;    return *this;   }
```

- 只能用成员函数重载，不能用友元重载; 但+=可以用友元重载
- 通常不需重载=，除非含有指针成员

++ 运算符 ——运算符前置与后置的区分：++c1 、 c1++

成员重载

```
Complex Complex :: operator++()        //前置
Complex Complex :: operator++(int)     //后置
```

友元重载

```
Complex operator++(Complex & c)        //前置
Complex operator++(Complex & c, int)   //后置
```

此处int不是类型说明，只是一个标记，以示区别

成员重载++前置的代码

```
Complex Complex :: operator++()
{
    re++;  im++;
    Complex c(re, im);
    return c;
}
```

成员重载++后置的代码

```
Complex Complex :: operator++(int)
{
    Complex c(re, im);
    re++;  im++;
    return c;
}
```

```
{
    re++;  im++;
    return *this;
}
```

```
{
    Complex t = *this;
    re++;  im++;
    return t;
}
```

如何用友元重载?

<<和>>运算符 —— 实现对象的输入输出（cha9）

支持：cin >> c1 >> c2;　　cout << c1 << “ “ << c2 << endl;

```
class Complex
{     double re, im;
public:
      //其它成员略
      friend istream& operator >>(istream &is, complex &c)                  //重载 > >
      {     is >> c.re >> c.im;      return is;    }
      friend ostream& operator <<(ostream &os, const complex &c)    //重载 < <
      {    os << c.re << “+i” << c.im;     return os;    }
};
```

只能友元重载，为什么?

类型转换——形式特殊，且只能用成员重载

```
Complex :: operator double()          //复数转变为实数
{    return ( sqrt (re*re + im*im) );    }
```

几点说明

绝大多数运算符，既可用成员重载，也可用友元重载

一个运算符，任一种方式重载一次即可

静态成员

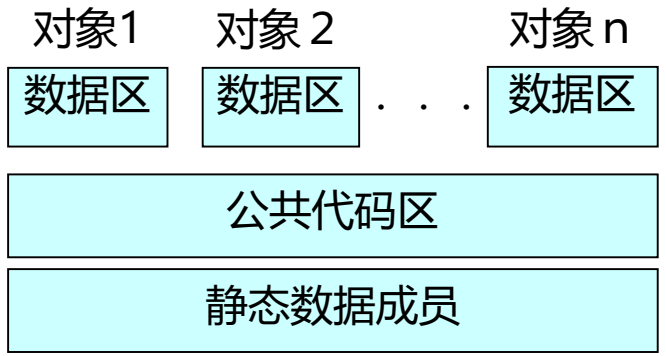
由关键字static 修饰说明的成员

静态成员为所有对象共享，只有一份存于公用内存中

静态数据成员

```
class  Ctest{
        static int count;          //私有成员
public:
        Ctest()
       {      count++;
              cout << “对象数=“ << count << '\n';
       }
       ~Ctest()
      {     count--;
            cout << “对象数=“ << count << '\n';
      }
};
int Ctest :: count = 0;       //静态成员要单独定义
```

```
int main(void)
{
        Ctest a[3];
        return 0;
}
```



C风格字符串与字符串类

C风格字符串：字符数组，常常用指针操作

```
char str[40] = “hi” ;
char *pstr1 = “hello”; //pstr1指向常量串
char *pstr2 = str;      //pstr2指向str
char *pstr3;        //pstr1和pstr3潜在危险
```

注意pstr1、 pstr2、 pstr3各自的状态

```
cin >> pstr1 >> pstr2 >> pstr3;
```

这些输入会出错吗?

常用字符串操作库函数：#include<cstring>

```
char *strcpy(char *cs, const char * ct);       //串拷贝
char *strcpy_s(char *cs, int len, const char * ct);
char *strcat(char *cs, const char *ct);        //串拼接
char *strca_s(char *cs, int len, const char *ct);
int strcmp(const char *cs, const char *ct);  //串比较
int strlen(const char *cs);                  //求串长
```

C++还支持串对象

```
string str1;
cin >> str1;  cout << str1 << endl;
string str2("OK");     //带参构造
string str3 (str2);     //拷贝构造
str1 = str2;              //串复制
str1 += str2;            //串拼接
str1 = str2 + str3;    //串拼接
if(str2 > str3)   cout << ">"; //串比较
char ch = str[i];
//重载下标运算符，有边界检查
```

C++的string类——定义在头文件string中

3个构造函数：缺省构造、参数构造、拷贝构造；

运算符重载：=、+、+=、==、!=、>、<、<=、>=、<<、>>、[]；

友元操作：getline(cin, str, ch); //输入以ch结束

getline(cin,str); //输入以回车结束

其他的串操作：str.length()；str.empty()；

str.sbustr(pos,length1); //返回子串

str1.insert(pos,str2）；

str2.remove(pos,length1);

str2.find(str1,pos);

str2.find(str1);

【例5.12】——利用string类，判断字符串是否为回文。

如:Madam,I'm Adam.　　No x in Nixon.

```
string  s;
cin >> s;
if (is_pal(s)) …;
else …;
```

```
bool is_pal(string str)
{    string str2;
     str2 = remove_punct(str, ",.\'");  //去标点
     str2 = to_lower(str2);             //变小写
     if(str2 == reverse(str2))          //判对称
          return true;
     else return false;
}
```

```
string to_lower(string s) {  //代码略;   }
string reverse(string s)   {  //代码略 ;  }
```

```
string  remove_punct(string s, string punt)
{       string no_punt;        //不含标点的串，初始化为空串
        for(int i = 0; i < s.length(); i++)
        {     string s_ch = s.substr(i, 1);    //逐个提取被判串中单字符子串
              int pos = punt.find(s_ch);     //子串是否在标点串中
              if(pos < 0||pos >= punt.length())   no_punt += s_ch;
        }
        return no_puct;
}
```

理解string类——封装myString类

字符串如何表达 —— 数据成员

支持哪些功能和运算 —— 函数成员