



华中科技大学

第6章 继承与构造

许向阳

xuxy@hust.edu.cn



- 6.1 单继承类
- 6.2 继承方式
- 6.3 成员访问
- 6.4 构造与析构
- 6.5 父类和子类
- 6.6 派生类的内存布局



6.1 单继承类

类的层次性、继承和派生

- 继承是C++类型演化的重要机制
- 通过继承，新类具有原有类型的属性和行为
- 新类只需定义原有类型没有的数据成员和函数成员
- 接受成员的新类称为派生类
- 提供成员的原有类型称为基类
- C++既支持单继承又支持多继承
- 单继承只能获取一个基类的属性和行为
- 多继承可获取多个基类的属性和行为





6.1 单继承类

单继承的定义格式

```
class <派生类名>: 【<派生控制符>】 <基类名>
{
    <派生类新定义成员>
    <派生类重定义基类同名的数据和函数成员>
    <派生类声明恢复基类成员访问权限>
};
```

<派生控制符>指明派生类采用什么方式从基类继承成员，

private: 私有继承基类；

protected: 保护继承基类；

public: 公有继承基类。





6.1 单继承类

单继承的定义格式

```
class <派生类名>: <基类名>  
    { ..... };
```

等同写法

```
class <派生类名>: private <基类名>  
    { ..... };
```

```
struct <派生类名>: <基类名>  
    { ..... };
```

```
struct <派生类名>: public <基类名>  
    { ..... };
```

- 不论基类是用**struct**定义的，还是用**class**定义的，使用**class**定义派生类时，缺省的派生控制符为**private**；使用**struct**定义派生类时，缺省的派生控制符为**public**。
- 使用 **union** 定义的类，既不能作为基类，也不能用 **union** 定义派生类。





6.1 单继承类

```
class A
{
    protected:
        int x;
    private:
        int y;
    public:
        void setx(int m) { x=m; }
        void sety(int n) { y=n; }
        int getx() const { return x; }
        int gety() const { return y; }
};
```

sizeof(A) = 8

```
void f( )
{
    A t;
    t.x=10; // error
    t.y =20; // error
    t.setx(10);
    t.sety(20);
}
```





6.1 单继承类

```
class B : protected A
{
    private:
        int b1,b2;
    public:
        void setBx(int m) { x=m; }
        void setBy(int n) { sety(n); }
        int getBx() const { return x; }
        int getBy() const {
            return gety();
        }
        int getsum() { return x+gety(); }
};

B b;
cout<<" x= " << b . getBx() <<endl;
```

```
A :    sizeof(A) = 8
protected : x
private : y
public: setx
        sety
        getx
        gety
```

**B继承了A的哪些成员？
哪些是可访问的？
可访问的权限是什么？**

```
sizeof(B) = 16
```





6.1单继承类

```
A a;  
B b;  
cout<<" x= "<< b . getX() <<endl;
```

监视 1

名称	值
a	{x=-858993460 y=-858993460 }
b	{b1=-858993460 b2=-858993460 }

名称	值
a	{x=-858993460 y=-858993460 }
x	-858993460
y	-858993460
b	{b1=-858993460 b2=-858993460 }
A	{x=-858993460 y=-858993460 }
x	-858993460
y	-858993460
b1	-858993460
b2	-858993460

名称	值
&b.x	0x00c3fb9c
&b.y	0x00c3fba0
&b.b1	0x00c3fba4
&b.b2	0x00c3fba8
&b	0x00c3fb9c {b1=-858993460 b2=-858993460 }



6.2 继承方式

类定义中：

- public 成员： 可被任何类访问，公开的
- protected成员： 可被本类及其派生类访问
- private成员： 只限于本类访问

派生控制： 指明基类的成员在派生类的访问方式





6.2 继承方式

继承类型	基类成员特性	派生类成员特性
公有继承	公有	公有
	保护	保护
	私有	不可访问
保护继承	公有	保护
	保护	保护
	私有	不可访问
私有继承	公有	私有
	保护	私有
	私有	不可访问

在派生类中，实际上是继承了基类的所有成员

相当于将基类的所有成员定义拷贝到派生类中。

只是在写程序时，派生类不可访问基类的私有成员。





6.2 继承方式

```
class B : protected A
{
public:
    void setBx(int m) { x=m; }
    void setBy(int n)
        { y=n;    sety(n); }
    int getBx() const { return x; }
    int getBy() const { // return y;
        return gety();
    }
    int getsum() { return x+gety(); }
};
```

```
B b;
cout<<" x= "<< b . getBx() <<endl;
cout<<" x= "<< b . getx() <<endl;
cout<<" x= "<< b .A:: getx() <<endl;
```

A :

protected : x

private : y

public: setx

sety

getx

gety

继承的成员各有什么访问权限？

哪些语句不正确？

B :

protected :

x

setx

sety

getx

gety

public:

setBx

setBy

getBx

getBy

getsum





6.2 继承方式

派生类声明恢复或修改基类成员访问权限

```
Class B : private A
{
public:
    A::getx;    // getx后面没有括号
protected:
    A::x;      // 数据成员
                // 等价于 using A::x;
private:
    A:: y;     // 不可访问 A类的私有成员
}
cout<<" x= "<< b . getx() <<endl;
```



6.2 继承方式

派生类声明恢复或修改基类成员访问权限

- 对于基类的私有成员，在派生类中不可访问，因此，也不能恢复或修改其访问权限；
- 对于基类的保护成员、公有成员，可以修改其访问权限
- 语句格式：**基类名::成员名** 或 **using 基类名::成员名**
- 对于修改或者恢复权限的成员，在派生类中不能定义同名成员。





6.3 成员访问

- 访问从基类继承的成员时要注意其访问权限。
- 在派生类和基类有同名成员时，注意区分同名成员。
- 标识符的作用范围越小，被访问到的优先级越高。
要访问作用范围更大的标识符，用“类名::”进行限定。
- 面向对象作用域关于标识符的作用范围从小到大：
 - ① 作用于函数成员内（局部变量）；
 - ② 作用于类或者派生类内；
 - ③ 作用于基类内（基类的成员在派生类也可访问到）；
 - ④ 作用于虚基类内。





6.3 成员访问

```
class A {  
public:  int x;  
    int getx() {cout<< "class A" <<endl;  return x;}  
};  
class B : public A {  
public: int x;  
    int getx() { cout<< "class B" <<endl;  return x;  }  
    int setx(int x) {  
        this->x=x;  // (*this).x=x;    B::x=x;  
        A::x=2*x;  
    };  
B  b;  
Z=b.getx();  
Z=b.A::getx();
```

$A::x = 2 * x;$
 $B::A::x = 2 * x;$
 $this->A::x = 2*x;$
 $(*this).A::x = 2*x;$
 $((A*)this)->x = 3 * x;$





6.3 成员访问

```
class A {  
public:    int x;  
    int getx() {cout<< "class A" <<endl;  return x;}  
};  
class B : public A  
{    public:  
    int getx() { cout<< "class B" <<endl;  return x;  }  
};
```

```
B  b;
```

```
Z=b.getx();
```

```
Z=b.A::getx();    // 为何派生控制中要有public, 此处才正确
```

```
A  *p= &b;
```

```
Z= p->getx();    // 显示什么?    class A
```



6.3 成员访问



比较

```
class A {  
public:    int x;  
    int getx() {cout<< "class A" <<endl;  return x;}  
};  
class B : private A  
{    public:  
    int getx() { cout<< "class B" <<endl;  return x;  }  
};
```

// 在B类中，可以访问基类的保护成员

```
class C {  
    private:  A  a1;    // 在C类中，不能访问 A的保护成员  
    public:   A  a2;    // 在C类外，不能访问C的私有成员  
    protected: A  a3;  
};
```



6.4 构造与析构

- ◆ 创建一个对象时，调用相应的构造函数进行初始化
- ◆ 派生类不能继承基类的构造函数、析构函数
- ◆ 派生类有自己的构造函数和析构函数

派生类构造函数的格式：

**派生类名(参数表1)：基类名(参数表2),派生类成员的构造
{ 构造函数体 }**

- ◆ 若无“:基类名(参数表2)”，执行基类中无参数的构造函数
- ◆ 基类中的构造函数先于派生构造函数体执行
- ◆ 基类中的构造、析构函数都要有相应的访问权限
不能是 private





6.4 构造与析构

```
class Animal {  
public: int age;  
private: int weight;  
public:  
    Animal(int a,int w) {  
        cout<<" Animal with parameter"<<endl;  
        age = a;    weight =w;    }  
    Animal() {  
        cout<<" Animal without parameter"<<endl;  
        age = 1; weight =1;    }  
    ~Animal() {cout<<"destructing Animal "<<endl; }  
    void setage(int a=0) { age=a; }  
    int  getage( ) { return age; }  
};
```





6.4 构造与析构

```
class Dog : public Animal {  
private:
```

```
    char pinzhong[10];
```

```
public:
```

```
    Dog(char *pz,int a,int w) : Animal( a, w )
```

```
    {  
        strcpy(pinzhong,pz);
```

```
        cout<<" constructing Dog "<<endl;
```

```
    }
```

```
    ~Dog() { cout<<"destructing Dog "<<endl;
```

```
    }
```

```
    void set_dogage(int a)
```

```
    { setage(a); }
```

```
};
```

Dog MyDog("警犬",10,100);





6.4 构造与析构

重要

◆ 单继承**派生类**只有一个基类或虚基类，根据4个优先级别容易确定构造顺序：

- ① 调用**派生类**虚基类的构造函数；无论列出否，总会被执行；
- ② 调用**派生类**基类的构造函数，无论列出与否，总会被执行；
- ③ 按照**派生类**数据成员声明的顺序，依次初始化数据成员或调用相应构造函数，**对象成员**无论列出与否总会被构造；
- ④ 最后执行**派生类**的构造函数体。

◆ **基类、对象成员不列出时自动调用无参构造函数。**

◆ 若虚基类或基类只定义了带参数的构造函数，
则派生类需要使用带参数的构造函数。





6.4 构造与析构

构造函数与析构函数的执行顺序

```
class A{
private:  int a;
public:
    A():a(8) { cout<<a<<" "; }
    A(int x):a(x) { cout<<a<<" "; }
    ~A(){ cout<<a; }
};

class B: private A{
private:  int b, c;
    const int d;           //有只读成员d, 故B必须定义构造函数
    A x, y, z;
public:
    B(int v):b(v), y(b+2), x(b+1), d(b), A(v) {
        c=v;  cout<<b<<c<<d;  cout<<"C ";  //b, c可再次赋值
    }
    ~B(){ cout<<"D"; }
};

void main(void){ B z(1); }
```

// 输出结果: 1 2 3 8 1 1 1 C D 8 3 2 1

C6_init_order



6.4 构造与析构



实验

```
class A{  
private:  int a;  
public:  
    A( ):a(8) { cout<<a<<" "; }  
    A(int x):a(x) { cout<<a<<" "; }  
    ~A( ){ cout<<a; }  
};
```

Q: ← 能否将的public 改为 protected?

Q: ← 能否改为 private?

```
class B: private A{  
private:  int b, c;  
    const int d;           //有只读成员d, 故B必须定义构造函数  
    A x, y, z;  
public:  
    B(int v):b(v), y(b+2), x(b+1), d(b), A(v) {  
        c=v;  cout<<b<<c<<d;  cout<<"C ";  //b, c可再次赋值  
    }  
    ~B( ){ cout<<"D"; }  
};  
void main(void){ B z(1); }
```

A: 对本程序而言, 可改为
protected, 但不能改为 private.



6.4 构造与析构

实验

Q: ← 能否删除无参的构造函数 A() ?

```
class A{
private:  int a;
public:
    A():a(8) { cout<<a<<" "; }
    A(int x):a(x) { cout<<a<<" "; }
    ~A() { cout<<a; }
};

class B: private A{
private:  int b, c;
    const int d;           //有只读成员d, 故B必须定义构造函数
    A x, y, z;
public:
    B(int v):b(v), y(b+2), x(b+1), d(b), A(v) {
        c=v;  cout<<b<<c<<d; cout<<"C "; //b, c可再次赋值
    }
    ~B() { cout<<"D"; }
};

void main(void){ B z(1); }
```

A: 不能, 有语法错误
当构造 B 中对象成员 Z 时,
没有合适的默认构造函数可用





6.4 构造与析构

实验

```
class A{  
private:  int a;  
public:  
    A( ):a(8) { cout<<a<<" "; }  
    A(int x):a(x) { cout<<a<<" "; }  
    ~A( ){ cout<<a; }  
};
```

```
class B: private A{  
private:  int b, c;
```

const int d; //有只读成员d, 故B必须定义构造函数

A x, y, z;

```
public:
```

```
B(int v):b(v), y(b+2), x(b+1), d(b), A(v) {
```

c=v; cout<<b<<c<<d; cout<<"C "; //b, c可再次赋值

```
}
```

```
~B( ){ cout<<"D"; }
```

```
};
```

```
void main(void){ B z(1); }
```

Q: ← 能否删除 A(v)?

A: 可以

自动调用无参构造函数
显示的第一个数字 是 8





6.4 构造与析构

实验

```
class A{
private:  int a;
public:
    A( ):a(8) { cout<<a<<" "; }
    A(int x):a(x) { cout<<a<<" "; }
    ~A( ){ cout<<a; }
};
```

```
class B: private A{
private:  int b, c;
```

const int d; //有只读成员d, 故B必须定义构造函数

A x, y, z;

Q: 若将 int b,c ; 移到 A x, y,z; 之下, 结果如何?

```
public:
```

```
B(int v):b(v), y(b+2), x(b+1), d(b), A(v) {
    c=v;  cout<<b<<c<<d; cout<<"C "; //b, c可再次赋值
}
```

```
~B( ){ cout<<"D"; }
```

```
};
```

```
void main(void){ B z(1); }
```

1 -858993459 -858993458 8 1 1

-858993460 C D 8 -858993458

-858993459 1





6.4 构造与析构

- ◆ 变量 q 引用一个对象 p 时，由对象 p 完成构造和析构。

$A \quad p(...); \quad A \quad \&q=p;$

不需要考虑 q 空间的释放， q 本身只占4个字节， q 的生命周期时，自动释放这4个字节。

- ◆ 若被 q 指向的对象是用 new 生成的，
用 $\text{delete } q$ 析构对象，否则将产生内存泄漏。

$A \quad *q = \text{new } A(10); \quad \text{delete } q;$

- ◆ q 引用的对象是用 new 生成的，
应使用 $\text{delete } \&q$ 析构对象，否则将产生内存泄漏。

$A \quad \&q = * \text{new } A(10); \quad \text{delete } \&q;$





6.4 构造与析构

```
class A{
    int *s;
public:
    A(int x) { s=new int[x];}
    ~A( ) { if(s) { delete s; s=0; } }
};

void main( )
{
    A x(3);
    A &r=x;    // main返回时会自动析构x, r代表对象x
    A &p = *new A(8);
    A *q=new A(9); // 分配一块空间后, 构造对象(s分配一块空间)
    delete    q;    // 释放对象占用空间之前自动调用析构函数释放s
    delete    &p;
}
```





6.5 父类和子类

- 如果派生控制为public，派生类称为基类的**子类**，
基类则称为派生类的**父类**；

- **父类指针可以直接**指向**子类对象**

父类可以直接引用子类对象

无须通过强制类型转换，

编译时按父类说明的权限访问成员。

```
class A {...};  
A *pa;  
pa = &pb;  
A &ra = pb;
```

直接转换

```
class B: public A {...};  
B pb;  
pa=(A *)&pb;  
A &ra=(A &)pb;  
A &ra=*(A *)&pb;
```

强制类型转换

非父子类

可通过强制类型转换，

- **基类指针指向派生类对象**
- **基类引用派生类对象**





6.5 父类和子类

```
class POINT{
    int x, y;
public:
    int getx( ){ return x; }    int gety( ){ return y; }
    void show( ){ cout<<"Show a point\n"; }
    POINT(int x,int y): x(x), y(y){ }
};
class CIRCLE: public POINT{//公有继承, 基类和派生类构成父子关系
    int r;
public:
    int getr( ){ return r; }
    void show( ){ cout<<"Show a circle\n"; }
    CIRCLE(int x, int y, int r):POINT(x,y){ CIRCLE::r=r; }
} c(3,7,8);
void main(void){
    POINT *p=&c;    //父类指针p指向子类对象, 不用类型转换
    p=(POINT*)&c;
    cout<<c.getr( )<<p->getx( );//不能用p->getr( ),
                                //编译时无POINT::getr( )
    p->show( );    //p指向子类对象, 但调用的是POINT::show( )
}
```





6.5 父类和子类

◆ 在派生类函数成员内部 （不论 父子关系）

基类指针可以直接指向该派生类对象

基类被等同地当作派生类的父类

◆ 在派生类的友元函数中

友元内部的基类指针也可以直接指向派生类对象，

即对派生类的友元，基类被等同地当作派生类的父类。

◆ 在上述两种情况下，基类引用可直接引用派生类对象。





6.5 父类和子类

```
class VEHICLE{  
    int speed, weight, wheels;  
public:  
    VEHICLE(int spd, int wgt, int whl);  
};  
VEHICLE::VEHICLE(int spd, int wgt, int whl)  
{  
    speed=spd;  weight=wgt;  wheels=whl;  
}
```




6.5 父类和子类

```
class CAR: private VEHICLE{//非父子关系: private
    int seats;
    friend void main( );    //main为派生类的友元
public:
    VEHICLE *who( );
    CAR(int sd, int wt, int st): VEHICLE(sd, wt, 4) { seats=st; };
};

VEHICLE *CAR::who( ){
    VEHICLE *p=this;    //派生类内的基类指针直接指向派生类对象
    VEHICLE &q=*this;    //派生类内的基类引用直接引用派生类对象
    return p;
}

void main(void) {
    CAR c(1, 2, 3);
    VEHICLE *p=&c;
}
```





6.5 父类和子类

```
class CAR: private VEHICLE{// 非父子关系: private
```

```
.....
```

```
}
```

Q: 若 **main** 为不是派生类友元，下面用法是否正确？

【即删除派生中的说明 **friend void main();**】

```
void main(void)
```

```
{
```

```
    CAR c(1, 2, 3);
```

```
    VEHICLE *p=&c;    // 从 CAR 到 VEHICLE 的转换存在，但无法访问
```

```
    VEHICLE *p=(VEHICLE *)&c;
```

```
}
```





6.5 父类和子类

Q： 为什么基类指针要指向派生类对象？
or 为什么基类要引用子类对象？

在父类中有虚函数时，对虚函数的访问（第8章）

- 通过父类指针调用虚函数时进行晚期绑定；
- 根据对象的实际类型绑定到合适的成员函数；
- 父类指针实际指向的对象的类型不同；
- 虚函数绑定的函数的行为不同，从而产生多态。





6.6 派生类的内存布局

- 在派生类对象的存储空间中包含了基类的数据成员。
- 在构造派生类对象之前，首先构造或初始化基类对象的存储空间，作为派生类对象存储空间的一部分。
- 在计算派生类对象存储空间时

基类和派生类的**静态数据成员**都不应计算在内。



6.6 派生类的内存布局

```
#include <iostream>
using namespace std;
class A{
private:
    int h, i, j;
    static int k;
};
class B: A{ //等于class B: private A
    int m, n, p;
    static int q;
};
int A::k=0; //静态数据成员必须初始化
int B::q=0;
int main(void){
    cout<<"Size of int="<<sizeof(int)<<"\n";
    cout<<"Size of A="<<sizeof(A)<<"\n";
    cout<<"Size of B="<<sizeof(B)<<"\n";
    return 0;
}
```



输出

Size of int=4
Size of A=12
Size of B=24

int h	A	
int i		
int j		
int m	B	
int n		
int p		


6.6 派生类的内存布局

监视 1

搜索(Ctrl+E)  搜索深度: 3  A

名称	值	类型
this	0x00d5fbe0 {q={elems=0x011362f0 {-842150451} max=4 head=0 ...}}	STACK *
QUEUE	{elems=0x0113db38 {-842150451} max=4 head=0 ...}	QUEUE
_vfptr	0x00e0fb8c {03_面向对象的整型栈.exe!void(* STACK::`vftable'[9])() {0x...	void **
elems	0x0113db38 {-842150451}	int * const
max	4	const int
head	0	int
tail	0	int
q	{elems=0x011362f0 {-842150451} max=4 head=0 ...}	QUEUE
_vfptr	0x00e0fb34 {03_面向对象的整型栈.exe!void(* QUEUE::`vftable'[9])() {0...	void **
elems	0x011362f0 {-842150451}	int * const
max	4	const int
head	0	int
tail	0	int

内存 1

地址: 0x00D5FBE0  列: 自动

0x00D5FBE0	8c fb e0 00 38 db 13 01 04 00 00 00 00	???.8?.....
0x00D5FBEC	00 00 00 00 00 00 00 00 34 fb e0 004??.
0x00D5FBF8	f0 62 13 01 04 00 00 00 00 00 00 00	?b.....
0x00D5FC04	00 00 00 00 cc cc cc cc 45 06 06 b2????E..?

第3次实验中，STACK的内存布局



总结

- 单继承类
- 派生控制、派生类对象可访问的成员
- 成员访问、同名成员的优先级
- 派生类的构造与析构顺序
- 父类对象和子类对象的指针
- 派生类对象的数据存储模式

教材 P150 6.9 题, 6.11题

6.9题 要求:

给出测试例子, 有运行结果截图,

子类的print 函数中要调用父类的print函数。

6.11 题 答案写到 word 中。

注意 class、struct 定义类时, 缺省的成员权限;

注意 class、struct定义派生类时, 缺省的派生控制权限;

注意, 可访问成员包括数据成员和函数成员。