

组合与继承

[一、 组合 2](#_Toc830)

[1.1 定义 2](#_Toc19187)

[1.2 两种实现方式 2](#_Toc26644)

[1.2.1 共有成员 2](#_Toc15970)

[1.2.2 私有成员 2](#_Toc21272)

[1.2.3 public接口访问private数据 2](#_Toc11273)

[1.3 构造与析构 5](#_Toc554)

[1.3.1 子对象参数构造 5](#_Toc10841)

[1.3.2 子对象默认构造 5](#_Toc2503)

[1.3.3 构造次序 5](#_Toc7295)

[1.3.4 析构次序 5](#_Toc26236)

[1.3.5 例子 5](#_Toc646)

[二、 继承 9](#_Toc32537)

[2.1 定义 9](#_Toc6974)

[2.3 无法继承 9](#_Toc17761)

[2.4 构造与析构 10](#_Toc28337)

[2.5 两类继承方式的选择 13](#_Toc20806)

[2.6 成员访问权限 13](#_Toc19694)

[2.7 组合与继承的联系 17](#_Toc29423)

[三、 重写隐藏与重载 18](#_Toc27758)

[3.1 定义 18](#_Toc23074)

[3.2 using一并启用 20](#_Toc27743)

[3.3 using关键字作用总结 21](#_Toc9672)

[3.3.1 继承基类构造函数、恢复被屏蔽的基类成员函数 21](#_Toc25247)

[3.3.2 指示命名空间using namespace std; 21](#_Toc1175)

[3.3.3将另一个命名空间的成员引入当前命名空间 21](#_Toc6696)

[3.3.4 定义类型别名，如：using a = int; 21](#_Toc6198)

[四、 多重继承 22](#_Toc3642)

[4.1 定义、意义与潜在风险 22](#_Toc5715)

[例二、 同名成员操作 24](#_Toc20366)

组合与继承

By 曹菡雯（计03）、赵晨阳（计06）、罗华坤（软02）、李晨宇（软13）

readme

这一部分难度不大，并没有太多扩展内容。主要是L7-组合与继承的课堂笔记整理，由小组四名同学共同完成。在课件的基础上，我们尽力做到了对于每一页PPT都有完整的解读，同时联系了前后课程的内容与课程作业，对于课件中的操作也有一定的扩展。

本次笔记的代码部分来自于Vim编辑器，从之前笔记的纯粹黑白色调改为了彩色调，有助于阅读。

如果阅读时间不够充足，建议阅读课堂的扩展部分。

1.1.3 public接口访问private数据

3.3 重写覆盖的总结

1. 组合

1.1 定义

如果对象a是对象b的一个组成部分，则称b为a的整体对象，a为b的部分对象。并把b和a之间的关系，称为“整体－部分”关系（也可称为“组合”或“has-a”关系）。

1.2 两种实现方式

1.2.1 公有成员

已有类的对象作为新类的公有数据成员，这样通过允许直接访问子对象而“提供”旧类接口。

1.2.2 私有成员

已有类的对象作为新类的私有数据成员。新类可以调整旧类的对外接口，可以不使用旧类原有的接口（相当于对接口作了转换）

我们如下命名两类组合方式：

private:

  Wheel w;//private组合

public:

  Engine e; //public组合

1.2.3 public接口访问private数据

#include <iostream>

using namespace std;

class Wheel{

    int \_num;

public:

    void set(int n){\_num=n;}

};

class Engine{

public:

  int \_num;

  void set(int n){\_num=n;}

};

class Car{

private:

  Wheel w;

public:

  Engine e; /// 公有成员，直接访问其接口

  void setWheel(int n){w.set(n);} /// 提供私有成员的访问接口

};

int main()

{

  Car c;

  c.e.set(1);

  c.setWheel(4);

  return 0;

}

Car由Engine和Wheel两部分组成。如果我的Wheel设为私有，那么我没法直接在类外（主函数里）访问w.set(n)，因为类外无法访问私有成员。私有成员的所有接口会在类外整体私有化，但是私有成员的public接口仍然可以被类内函数调用。可以设置public接口setwheel，setweel是个public的类内函数，可以访问类内private成员，从而我能够通过此接口访问到private数据成员wheel w的public接口，但是也无法直接访问private部分的private数据。同理，观察wheel类和Engine类的写法，其实也是这种给private对象添加public接口的思想。

将此例子进一步阐述

#include <iostream>

using namespace std;

class Wheel{

    int \_num;

public:

    Wheel(int x){\_num=x;}

    void set(int n){\_num=n;}//没有get函数是没法直接在Car类里访问到private成员的private的

    int getwheelvalue(){return this->\_num;}

};

class Engine{

public:

    Engine(int y){\_num=y;}

    int \_num;

    void set(int n){\_num=n;}

};

class Car{

private:

  Wheel w;

public:

  Engine e; /// 公有成员，直接访问其接口

  void setWheel(int n){w.set(n);} /// 提供私有成员的访问接口

  Car(int x,int y):w(x),e(y){};

  //Car(int x):Egine(x),Wheel(x){};

  void print(){cout<<"my Engine is "<<this->e.\_num<<" my Wheel is "<<this->w.getwheelvalue()<<endl;};

};

int main()

{

  Car c(5,3);

  c.print();

  c.e.set(1);

    c.print();

  c.setWheel(4);

    c.print();

  return 0;

}

Output:

my Engine is 3 my Wheel is 5

my Engine is 1 my Wheel is 5

my Engine is 1 my Wheel is 4

第一，Wheel w是Car的私有成员，Car的public接口可以访问Car的private数据成员，故而可以访问w，但是无法访问私有数据成员的私有数据成员，故而无法直接在print中输出w.\_num，我们选择了再对Wheel设计私有数据成员的接口getwheelvalue来访问wheel的\_num。

1. 对于Car的构造函数的初始化列表，当Car的数据成员是int x时，我们写的是x(i)，而不是int(i)。（否则，如果有多个int类的成员，初始化就无法进行了）所以这里写的也是w(x)，而不是Wheel(x)。这里其实也体现了基本数据和自定义类的类比关系。

第三、我们这里采用了初始化列表来构造Car，而不是采用函数体内赋值。因为C++11直接禁止了这类的函数体内赋值。

我们对此的理解：如果是函数体内赋值来构造Car，那么需要定义Wheel和Engine的默认构造函数（如果我们不定义带有参数的构造函数，系统会自动生成）除此之外，类似w=5这样的语句还需要隐式调用带有参数的构造函数生成Wheel（5）,然后调用隐式生成的移动赋值语句给w赋值。这个方式比起初始化列表效率低下太多。（如此禁止可能还有其他的因果关系）

这其实就是1.3.1的第一句话的理解。

1.3 构造与析构

1.3.1 子对象参数构造

子对象构造时若需要参数，则应在当前类的构造函数的初始化列表中进行。不能够通过先默认构造。然后再在函数体内赋值。

具体而言，C++11的规定是其他类的子对象必须要通过初始化列表来构造，如果不写在初始化列表里，那么就调用默认构造。

如果A类内组合有其他类B的对象，那么B的对象必须要通过初始化列表来构造，可以不写初始化列表，那么会调用B的默认构造函数。但是一定不能在A的构造函数体内进行构造，效率太低。

这个地方感觉会和我们的理解发生冲突，因为类当中经常会需要int数据成员。int是一个类，那难道int只能在初始化列表里赋值吗？

这个理解是错的。int不能算是一个类，它和char,long,double都只是基本的变量类型。组合指的是类和类之间，数据成员里的int，这不是组合。基本数据类型和自己写的类不是一个东西。而且对于短赋值语句，尽量能放初始化列表就不放函数体内，前者效率更高。

但是Vector是个封装好了的类，#include <vector> using std::vector，就是把包含它的库搞到你的程序中。

1.3.2 子对象默认构造

若使用默认构造函数来构造子对象，则不用做任何处理。

1.3.3 构造次序

先完成子对象构造，再完成父对象构造。

1.3.4 析构次序

子对象构造的次序仅由在类中声明的次序所决定。

析构函数的次序与构造函数相反，也就是完全反着析构一次即可。

1.3.5 例子

例一 构造与析构的执行顺序

#include <iostream>

using namespace std;

class S1 { //Single1类别

  int ID;

public:

  S1(int id) : ID(id) { cout << "S1(int)" << endl; }

  ~S1() { cout << "~S1()" << endl; }

};

class S2 {//Single2类别

public:

  S2() { cout << "S2()" << endl; }

  ~S2() { cout << "~S2()" << endl; }

};

class C3 {//Composite3类别

  int num;

  S1 sub\_obj1; /// 构造函数带参数

  S2 sub\_obj2; /// 构造函数不带参数

public:

  C3() : num(0), sub\_obj1(123) /// 构造函数初始化列表中构造子对象

        { cout << "C3()" << endl; }

  C3(int n) : num(n), sub\_obj1(123)

        { cout << "C3(int)" << endl; }

  C3(int n, int k) : num(n), sub\_obj1(k)

        { cout << "C3(int, int)" << endl; }

  ~C3() { cout << "~C3()" << endl; }

};

int main()

{

  C3 a, b(1), c(2), d(3, 4);

  return 0;

}

S1(int)

S2()

C3()

S1(int)

S2()

C3(int)

S1(int)

S2()

C3(int)

S1(int)

S2()

C3(int, int)

~C3()

~S2()

~S1()

~C3()

~S2()

~S1()

~C3()

~S2()

~S1()

~C3()

~S2()

~S1()

输出结果，前面12行，每三行为一个单位，是一个构造。且先按照声明次序构造子对象sub\_obj1，之后是sub\_obj2，最后完成C3构造。

至于析构顺序，那就纯粹是把前12行向下对折。

例二 对象组合的拷贝与赋值（对课件上的例子进行优化，更清楚些）

#include <iostream>

using namespace std;

class C1{

public:

    int i;

    C1(int n):i(n){cout<<"C1 with int: "<<n<<endl;}

    C1(const C1 &other) /// 显式定义拷贝构造函数

        {i=other.i; cout << "C1(const C1 &other)" << endl;}

};

class C2{

public:

    int j;

    C2(int n):j(n){cout<<"C2 with int: "<<n<<endl;}

    C2& operator= (const C2& right){/// 显式定义赋值运算符

        if(this != &right){

            j = right.j;

            cout << "operator=(const C2&)" << endl;

        }

        return \*this;

    }

};

class C3{

public:

    C1 c1;

    C2 c2;

    C3():c1(0), c2(0){cout<<"C3 without arg"<<endl;}

    C3(int i, int j):c1(i), c2(j){cout<<"C3 with i and j"<<endl;}

    void print(){cout << "c1.i = " << c1.i << " c2.j = " << c2.j << endl;}

};

int main(){

    C3 a(1, 2);

    C3 b(a);  //C1执行显式定义的拷贝构造，C2执行隐式定义的拷贝构造

    cout << "b: ";

    b.print();

    C3 c;

    cout << "c: ";

    c.print();

    c = a;  //C1执行隐式定义的拷贝赋值，C2执行显式定义的拷贝赋值

    cout << "c: ";

    c.print();

    return 0;

}

Output：

C1 with int: 1

C2 with int: 2

C3 with i and j

C1(const C1 &other)

b: c1.i = 1 c2.j = 2

C1 with int: 0

C2 with int: 0

C3 without arg

c: c1.i = 0 c2.j = 0

operator=(const C2&)

c: c1.i = 1 c2.j = 2

1. 区分数据来源

错误的是：



注意，int data{2018};和int data=2018;这两个写法一致。这里B类的print函数输出的是B的data，而不是数据成员a的data。但是构造函数B(int i)a(i)是用2019在构造a，这一个小细节比较坑。

1. 继承

2.1 定义

一般－特殊”结构，也称“分类结构”，是由一组具有“一般－特殊”关系的类所组成的结构，C++使用继承来表达类间的“一般－特殊结构”。

A继承B，则：

属性和服务上：类A具有类B全部的属性和服务，而且具有自己特有的某些属性或服务。A为B的特殊类，B为A的一般类。

对象关系上：类A的全部对象都是类B的对象，而且类B中存在不属于类A的对象。A是B的特殊类，B是A的一般类。

2.2 继承方式与语法

被继承的已有类，被称为基类(base class)，也称“父类”、“一般类”。

通过继承得到的新类，被为派生类(derived class，也称“子类”、“扩展类”、“特殊类”。

常见的继承方式：public, private

class Derived : [private] Base { .. }; 缺省继承方式为private继承。

class Derived : public Base { ... };

protected 继承很少被使用

class Derived : protected Base { ... };

注意，protect数据经过继承可以给子类访问，但是private数据经过继承不能给子类访问，且二者都不能类外访问。这里描述的是protect数据类型，而不是protect继承，protect继承很少用到。

2.3 无法继承

构造函数：创建派生类对象时，必须调用派生类的构造函数。派生类构造函数调用基类的构造函数，以创建派生对象的基类部分。C++11新增了继承构造函数的机制（使用using），但默认不继承。

析构函数：释放对象时，先调用派生类析构函数，再调用基类析构函数。这个和组合相似。

赋值运算符：

编译器不会继承基类的赋值运算符（参数为基类）。但会自动合成隐式定义的派生类的赋值运算符（参数为派生类），其功能为调用基类的赋值运算符。

友元函数：不是类成员，故而无法继承

例子：

#include <iostream>

using namespace std;

class Base{

public:

    int k = 0;

    void f(){cout << "Base::f()" << endl;}

    Base & operator= (const Base &right){

        if(this != &right){

            k = right.k;

            cout << "operator= (const Base &right)" << endl;

        }

        return \*this;

    }

};

class Derive: public Base{};

int main(){

    Derive d, d2;

    cout << d.k << endl; //Base数据成员被继承

    d.f(); //Base::f()被继承

    Base e;

    //d = e; //编译错误，Base的赋值运算符不被继承

    d = d2;  //调用隐式定义的赋值运算符，派生类隐式合成的赋值运算符会调用基类的赋值运算符

    return 0;

}

Output：

0

Base::f()

operator= (const Base &right)

注意前文提及派生类会自动生成赋值运算符，参数为派生类。也就是仅仅在派生类对象间赋值，基类和派生类相互赋值在不定义类型转换的情况下是不允许的。

2.4 构造与析构

继承与组合在构造以及析构上的执行顺序类似。

基类中的数据成员，通过继承成为派生类对象的一部分，需要在构造派生类对象的过程中调用基类构造函数来正确初始化。

若没有显式调用，则编译器会自动调用基类的默认构造函数。

若想要显式调用，则只能在派生类构造函数的初始化成员列表中进行，既可以调用基类中不带参数的默认构造函数，也可以调用合适的带参数的其他构造函数。先执行基类的构造函数来初始化继承来的数据，再执行派生类的构造函数。

对象析构时，先执行派生类析构函数，再执行由编译器自动调用的基类的析构函数。

例一、隐式调用默认构造函数

class Base

{

    int data;

public:

    Base() : data(0) { cout << "Base::Base(" << data << ")\n"; }

            /// 默认构造函数

    Base(int i) : data(i) { cout << "Base::Base(" << data << ")\n"; }

};

class Derive : public Base {

public:

    Derive() { cout << "Derive::Derive()" << endl; }   
    /// 无显式调用基类构造函数，则调用基类默认构造函数

};

int main() {

    Derive obj;

    return 0;

} // g++ 1.cpp –o 1.out -std=c++11

Output：

Base::Base(0)

Derive::Derive()

先完成了基类部分的构造，再完成了派生类部分的构造。

例二、显式调用了基类带参数的构造函数

class Base

{

    int data;

public:

    Base() : data(0) { cout << "Base::Base(" << data << ")\n"; }

            /// 默认构造函数

    Base(int i) : data(i) { cout << "Base::Base(" << data << ")\n"; }

};

class Derive : public Base {

public:

    Derive(int i) : Base(i) { cout << “Derive::Derive()” << endl; }

    /// 显式调用基类构造函数

};

int main() {

    Derive obj(356);

    return 0;

} // g++ 1.cpp –o 1.out -std=c++11

显式调用了基类的带参数的构造函数只能在初始化列表中进行。

1. 启用using关键字

class Base

{

    int data;

public:

    Base(int i) : data(i) { cout << "Base::Base(" << i << ")\n"; }

};

class Derive : public Base {

public:

    using Base::Base;       ///相当于 Derive(int i):Base(i){};

};

int main() {

    Derive obj(356);

    return 0;

} // g++ 1.cpp –o 1.out -std=c++11

Output:

Base::Base(356)

在派生类中使用 **using Base::Base**; 来继承基类构造函数，相当于给派生类“定义”了相应参数的构造函数。如果基类里有多个不同参数的构造函数，using语句会分别构造对应的不同参数的构造函数。

1. using一并启用

class Base

{

    int data;

public:

    Base(int i) : data(i) { cout << "Base::Base(" << i << ")\n"; }

    Base(int i, int j)

        { cout << "Base::Base(" << i << “," << j << ")\n";}

};

class Derive : public Base {

public:

    using Base::Base;       ///相当于 Derive(int i):Base(i){};

                     ///加上 Derive(int i, int j):Base(i，j){};

};

int main() {

    Derive obj1(356);

    Derive obj2(356, 789);

    return 0;

} // g++ 1.cpp –o 1.out -std=c++11

Output：

Base::Base(356)

Base::Base(356,789)

当基类存在多个构造函数时，使用using会给派生类自动构造多个相应的构造函数。注意这里是指一个基类有多个构造函数，而不是多重继承。

如果基类的某个构造函数被声明为私有成员函数，则不能在派生类中声明继承该构造函数。（在L4·创建与销毁·一的1.2.3节有叙述过结合委派构造函数将构造函数设置为私有成员函数的例子）

如果派生类使用了继承构造函数，编译器就不会再为派生类生成隐式定义的默认构造函数。

例六：通过using Base::Base来继承构造函数有限制，可能需要派生类在基类基础之外没有没有新的数据成员，但是派生类可以有新的方法。比如如下代码：

#include <iostream>

using namespace std;

class Base

{

    int data;

public:

    Base(int i) : data(i) { cout << "Base::Base(" << i << ")\n"; }

};

class Derive : public Base {

public:

    int a;

    //int a=100；就地初始化

    using Base::Base;       ///相当于 Derive(int i):Base(i){};

};

int main() {

    Derive obj(356);

    cout<<obj.a<<endl;

    return 0;

} // g++ 1.cpp –o 1.out -std=c++11

当a不就地初始化时，通过using Base::Base;来的构造函数会使得a的值完全不确定，而就地初始化化后可以确定。

2.5 两类继承方式的选择

2.5.1 public继承

基类中公有成员仍能在派生类中保持公有。原接口可沿用，最常用。

is-a：基类对象能使用的地方，派生类对象也能使用。

2.5.2 private继承

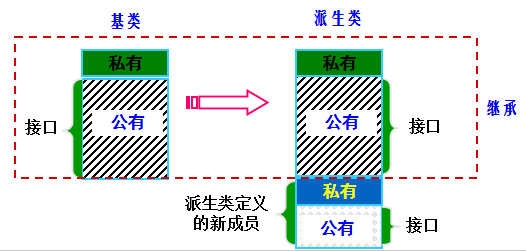
is-implementing-in-terms-of(照此实现)：用基类接口实现派生类功能。移除了 is-a 关系。

通常不使用，用private组合替代。可用于隐藏/公开基类的部分接口。公开方法：using 关键字。

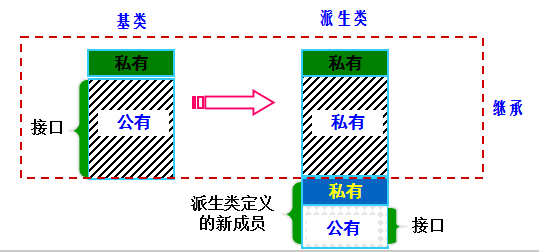
2.6 成员访问权限

基类中的私有成员，不允许在派生类成员函数中访问，也不允许派生类的对象访问它们，仅允许基类的公开接口访问他们，但是基类的公开接口在不同的继承当中访问权限不同。（组合当中也是如此）

那么如何访问基类中的私有成员？



情况一，public继承。派生类对象和派生类成员函数可以访问基类的公开接口从而访问基类私有成员。



情况二、private继承。和private组合同理，在类外既无法直接访问基类的private成员，也无法访问基类的public成员。（因为继承之后被私有化了）

任何继承当中，基类的private成员都无法被派生类的共有接口访问，仅仅可以被基类的共有部分访问。private继承中，基类的public接口不能派生类对象直接访问，但是可以被派生类对象的的共有接口可以访问。

故而我们先设置基类的公有接口访问基类的私有成员，接着设计派生类的公有接口访问基类的公有接口，从而间接实现了访问基类的私有成员。

访问基类私有部分只能通过基类的public接口实现。private继承时，基类public接口仅可派生类成员函数访问，从而访问基类私有部分需要两次间接访问。而public继承时，基类public接口对派生类函数和类外函数都是开放的。可以派生类对象直接访问基类public接口，也可以派生类对象的成员函数访问基类public接口。

基类中的公有成员

允许在派生类成员函数中被访问。

若是使用public继承方式，则成为派生类公有成员，可以被派生类的对象访问，也可以被派生类成员函数访问。

若是使用private/protected继承方式，则成为派生类私有/保护成员，不能在类外直接访问。若想让某public成员数据在private/protected继承后能被派生类的对象访问，可在派生类public部分用关键字using声明它的名字。（.h文件里）或者按照上文设计派生类的共有接口访问基类的public成员，但是也无法直接访问派生类对象的基类的public成员。

所谓不能派生类的对象访问：这里是指直接在类外通过obj.data的方式访问，而不是说不可以通过派生类的成员函数来访问。

基类中的保护成员

保护成员允许在派生类成员函数中被访问，但不能被外部函数访问，也不允许对象直接访问。

例一：public直接继承基类共有接口

#include <iostream>

using namespace std;

class Base {

public:

  void baseFunc() { cout << "in Base::baseFunc()..." << endl; }

};

class Derive1: public Base {}; // D1类的继承方式是public继承

int main() {

  Derive1 obj1;

  cout << "calling obj1.baseFunc()..." << endl;

  obj1.baseFunc(); // 基类接口成为派生类接口的一部分，派生类对象可调用

  return 0;

}

Output：

calling obj1.baseFunc()...

in Base::baseFunc()...

例二：private间接访问基类共有接口

#include <iostream>

using namespace std;

class Base {

public:

  void baseFunc() { cout << "in Base::baseFunc()..." << endl; }

};

class Derive2: private Base

{/// 私有继承， is-implementing-in-terms-of：用基类接口实现派生类功能

public:

  void deriveFunc() {

    cout << “in Derive2::deriveFunc(),   
                  calling Base::baseFunc()..." << endl;

    baseFunc(); /// 私有继承时，基类接口在派生类成员函数中可以使用

  }

};

int main() {

  Derive2 obj2;

  cout << "calling obj2.deriveFunc()..." << endl;

  obj2.deriveFunc();

  //obj2.baseFunc(); ERROR: 不允许在类外直接访问基类接口

  return 0;

}

例三：private继承结合using启用基类共有接口

#include <iostream>

using namespace std;

class Base {

public:

  void baseFunc() { cout << "in Base::baseFunc()..." << endl; }

};

class Derive3: private Base {// B的私有继承

public:

  /// 私有继承时，在派生类public部分声明基类成员名字

  using Base::baseFunc;

};

int main() {

  Derive3 obj3;

  cout << "calling obj3.baseFunc()..." << endl;

  obj3.baseFunc(); //基类接口在派生类public部分声明，则派生类对象可调用

  return 0;

}

1. 保护成员的访问

#include <iostream>

using namespace std;

class Base{

private:

  int a{0};

protected:

  int b{0};

};

class Derive : private Base{

public:

  void getA(){cout<<a<<endl;} ///编译错误，不可访问基类中私有成员

  void getB(){cout<<b<<endl;} ///可以访问基类中保护成员

};

int main()

{

  Derive d;

  d.getB();

  //cout<<d.b; ///编译错误，派生类对象不可访问基类中保护成员

  return 0;

}

总结：

这些话都是正确的废话，因为很多细节都没解释清楚，但这些话是对的，因为这是PPT上的原话！

public继承

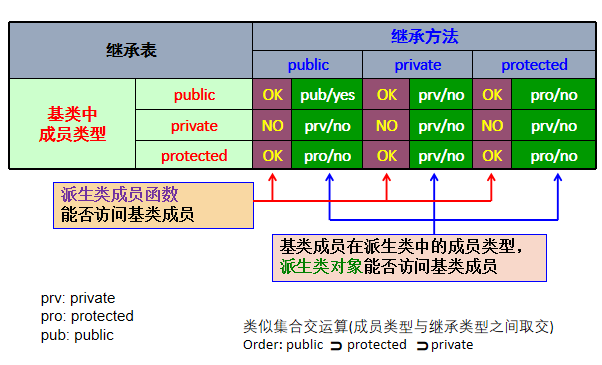
基类的公有成员，保护成员，私有成员作为派生类的成员时，都保持原有的状态。

private继承

基类的公有成员，保护成员，私有成员作为派生类的成员时，都作为私有成员。

protected继承

基类的公有成员，保护成员作为派生类的成员时，都成为保护成员，基类的私有成员仍然是私有的。



总结：

先理清楚基类的public的访问权限：

基类的public在private继承中成为private，仅允许派生类的成员函数访问，不允许派生类对象直接访问。

基类的public在protect继承中成为protect，仅允许派生类的成员函数访问，不允许派生类对象直接访问。

基类的public在public继承中还是public，可以在派生类成员函数中访问，也可以派生类对象直接访问。

之后是基类的private的访问权限：

基类的private，在三种继承方式中均是private，只能通过基类的public函数访问，不可以派生类对象直接访问。基类的public函数在三种继承方式中访问权限不同。public继承，则基类的public函数可以类外直接访问。Protect和private继承，基类的public函数只允许派生类函数访问。

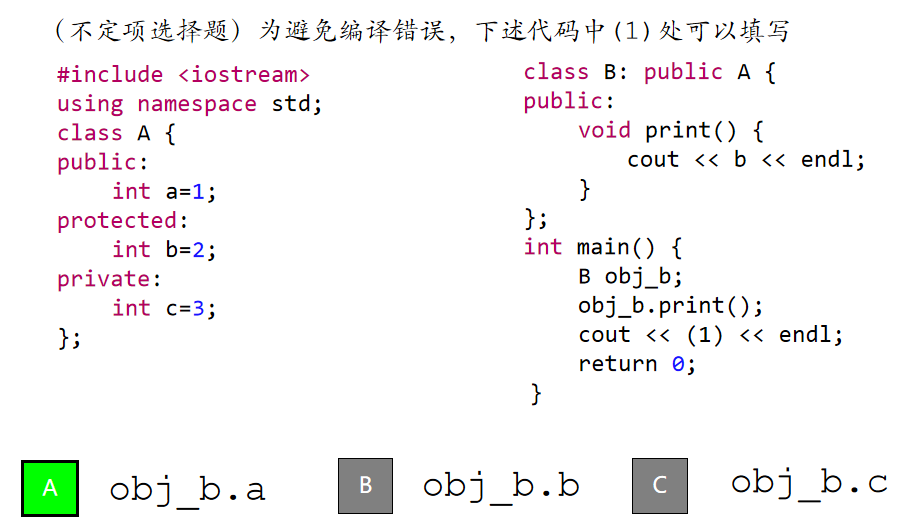
最后是基类的protect的访问权限：

基类的protect很简单，三种继承都是必然允许派生类的成员函数访问，不允许对象直接访问。基类的protect在public与protect继承中还是protect，但在private继承后虽然是private属性，但也允许基类的public函数与派生类的public函数访问，不能对象直接访问。

单独讨论protect继承：

Protect继承会使得基类的public和protect成为protect，只能派生类成员函数访问。而private经过protect继承，还是只能基类的public函数访问，而基类的public成员函数只能派生类成员函数访问，派生类成员函数无法直接访问此时的基类private数据。

例题



Protect对象不可类外访问，但是可以被继承类的成员函数访问。

2.7 组合与继承的联系

优点：支持增量开发，引入新代码而不影响已有代码正确性。

相似点：实现代码重用。，将子对象引入新类，使用构造函数的初始化成员列表初始化。

不同点：

组合——嵌入一个对象以实现新类的功能，has-a 关系，无重写隐藏。

继承——沿用已存在的类提供的接口，is-a与is-implementing-in-terms-of，有重写隐藏。

1. 重载与重写隐藏

3.1 定义

重载(overload)：

目的：提供同名函数的不同实现，属于静态多态。

函数名必须相同，函数参数必须不同，作用域相同（如位于同一个类中；或同名全局函数）。

重写隐藏(redefining)：

目的：在派生类中重新定义基类函数，实现派生类的特殊功能。

屏蔽了基类的所有其它同名函数。

函数名必须相同，函数参数可以不同。

组合不会发生重写隐藏，但是继承会。

#include <iostream>

using namespace std;

class Wheel{

public:

  void inflate(){

    cout<<"Wheel::inflate"<<endl;

  }

  void start(){

    cout<<"Wheel::start"<<endl;

  }

};

class Engine{

public:

  void start(){

    cout<<"Engine::start"<<endl;

  }

  void stop(){}

};

class Car{

public:

  Engine engine;

  Wheel wheel[4];

   void start(){

    cout<<"Car::start"<<endl;

  }

};

int main()

{

  Car car;

  car.wheel[0].inflate();

  car.engine.start();

  car.wheel[2].start();

  car.start();

  return 0;

  return 0;

}

Output：

Wheel::inflate

Engine::start

Wheel::start

Car::start

在组合中，我们实现了对于每一类的同名函数调用。

#include <iostream>

using namespace std;

class Pet{

public:

  void eat(){cout<<"Pet eat"<<endl;}

  void sleep(){cout<<"Pet sleep"<<endl; }

};

class Duck : public Pet{

public:

  void eat(){cout<<"Duck eat"<<endl;}

};

int main()

{

  Duck duck;

  duck.eat();

  duck.sleep();

  return 0;

}

Output：

Duck eat

Pet sleep

然而在继承中，很明显Pet类的eat函数被派生类重定义，无法被调用。

#include <iostream>

using namespace std;

class T {};

class Base {

public:

  void f() { cout << "B::f()\n"; }

  void f(int i) { cout << "Base::f(" << i << ")\n"; } /// 重载

  void f(double d) { cout << "Base::f(" << d << ")\n"; } ///重载

  void f(T) { cout << "Base::f(T)\n"; } ///重载

};

class Derive : public Base {

public:

  void f(int i) { cout << "Derive::f(" << i << ")\n"; } ///重写隐藏

};

int main() {

  Derive d;

  d.f(10);

  d.f(4.9);     /// 编译警告。执行自动类型转换。

  //  d.f();        /// 被屏蔽，编译错误

  //  d.f(T()); /// 被屏蔽，编译错误

  return 0;

}

在retexter\_gcc编译器上无法警告，但是使用clang编译器的警告如下：

1869255217/source.cpp:18:7: warning: implicit conversion from 'double' to 'int' changes value from 4.9 to 4 [-Wliteral-conversion]

  d.f(4.9);

    ~ ^~~

1 warning generated.

3.2 using一并启用

和对构造函数的继承一样，using可以一并启用所有被重写覆盖的同名函数。

#include <iostream>

using namespace std;

class T {};

class Base {

public:

  void f() { cout << "Base::f()\n"; }

  void f(int i) { cout << "Base::f(" << i << ")\n"; }

  void f(double d) { cout << "Base::f(" << d << ")\n"; }

  void f(T) { cout << "Base::f(T)\n"; }

};

class Derive : public Base {

public:

  using Base::f;

  void f(int i) { cout << "Derive::f(" << i << ")\n"; }

};

int main() {

  Derive d;

  d.f(10);

  d.f(4.9);

  d.f();

  d.f(T());

  return 0;

}

output：

Derive::f(10)

Base::f(4.9)

Base::f()

Base::f(T)

并且注意到，Derive和Base都有void f(int i)函数，此处没有发生重定义，而是调用了派生类的void f(int i)。

另外一种在派生类中调用基类同名函数的方法是直接使用对应的类名。

#include <iostream>

using namespace std;

class Base {

public:

  void print() { cout << "Base::print()" << endl; }

};

class Derive : public Base {

public:

  void print() { cout << "Derive::print()" << endl; }

};

void fun(Base obj) { obj.print(); }

int main()

{

  Derive d;

  d.Base::print();

  fun(d);

  return 0;

}

Output：

Base::print()

Base::print()

  此处调用d.Base::print();没有导致任何一个同名函数被覆盖。

3.3 总结

所谓的重写隐藏（redefining）其实本质上是一种调用优先级问题。派生类默认优先调用自身的函数。如果不启用using关键字，那么除非使用类名，否则无法调用基类的函数。哪怕发生类型转换提示warning也要调用自身的函数。而启用了using关键字后，不使用命名空间时，仍然优先调用自身的函数。但是不同于没有启用using关键字的时候，此时如果无法直接调用自身的函数（比如需要类型转换），那么哪怕强制使用派生类的类名也会调用基类的函数。

此处启用using关键字

#include <iostream>

using namespace std;

class T {};

class Base {

public:

  void f() { cout << "Base::f()\n"; }

  void f(int i) { cout << "Base::f(" << i << ")\n"; }

  void f(double d) { cout << "Base::f(" << d << ")\n"; }

  void f(T) { cout << "Base::f(T)\n"; }

};

class Derive : public Base {

public:

  using Base::f;

  void f(int i) { cout << "Derive::f(" << i << ")\n"; }

};

int main() {

  Derive d;

  d.f(10);

  d.Base::f(10);

  d.f(4.9);

  d.Derive::f(4.9);

  d.f();

  d.f(T());

  return 0;

}

output：

Derive::f(10)

Base::f(10)

Base::f(4.9)

Base::f(4.9)

Base::f()

Base::f(T)

此处不启用using关键字

#include <iostream>

using namespace std;

class T {};

class Base {

public:

  void f() { cout << "Base::f()\n"; }

  void f(int i) { cout << "Base::f(" << i << ")\n"; }

  void f(double d) { cout << "Base::f(" << d << ")\n"; }

  void f(T) { cout << "Base::f(T)\n"; }

};

class Derive : public Base {

public:

  void f(int i) { cout << "Derive::f(" << i << ")\n"; }

};

int main() {

  Derive d;

  d.f(10);

  d.Base::f(10);

  d.f(4.9);

  d.Base::f(4.9);

  d.Base::f();

  d.Base::f(T());

  return 0;

}

Output：

Derive::f(10)

Base::f(10)

Derive::f(4)

Base::f(4.9)

Base::f()

Base::f(T)

不启用using关键字时直接调用f()和f(T)是不合法的。

备注：此处对类内命名空间的表达有误，有待进一步更正。

3.4 using关键字作用总结

3.4.1 （在派生类中使用）继承基类所有构造函数、恢复被屏蔽的所有同名基类成员函数

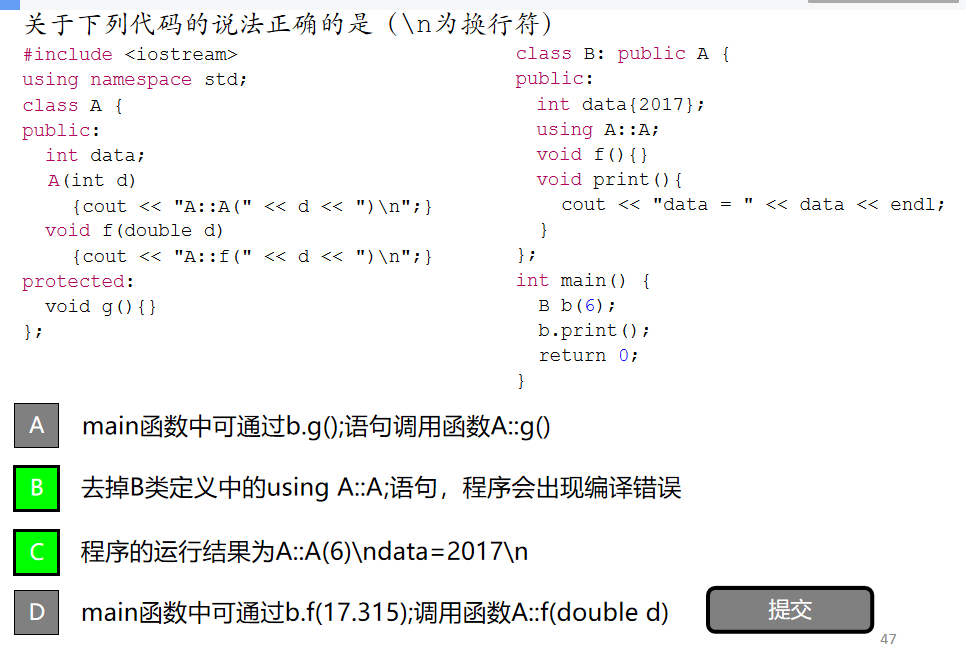
3.4.2 指示命名空间using namespace std;

3.4.3将另一个命名空间的成员引入当前命名空间

如：using std::cout; cout << endl;

3.4.4 定义类型别名，如：using a = int;

例题



D选项，注意到B中只using了A的构造函数，没有恢复A的f函数。

1. 多重继承

4.1 定义、意义与潜在风险

派生类同时继承多个基类

格式：

class Derive : public MiddleA, public MiddleB{

};

数据存储风险

如果派生类D继承的两个基类A,B，是同一基类Base的不同继承，则A,B中继承自Base的数据成员会在D有两份独立的副本，可能带来数据冗余。

二义性风险

如果派生类D继承的两个基类A,B，有同名成员函数或同名成员数据a，则访问D中a时，编译器无法判断要访问的哪一个基类成员。

二义性例子

#include <iostream>

using namespace std;

class Base {

public:

  int a{0};

};

class MiddleA : public Base {

public:

  void addA() { cout << "a=" << ++a << endl; };

  void bar() { cout << "A::bar" << endl; };

};

class MiddleB : public Base {

public:

  void addB() { cout << "a=" << ++a << endl; };

  void bar() { cout << "B::bar" << endl; };

};

class Derive : public MiddleA, public MiddleB{

};

int main(){

    Derive d;

    d.bar();

}

output：

main.cpp:22:7: error: member 'bar' found in multiple base classes of different types

d.bar();

^

main.cpp:10:8: note: member found by ambiguous name lookup

void bar() { cout << "A::bar" << endl; };

^

main.cpp:15:8: note: member found by ambiguous name lookup

void bar() { cout << "B::bar" << endl; };

^

1 error generated.

稍作修改

#include <iostream>

using namespace std;

class Base {

public:

  int a{0};

};

class MiddleA : public Base {

public:

  void addA() { cout << "a=" << ++a << endl; };

  void abar() { cout << "A::bar" << endl; };

};

class MiddleB : public Base {

public:

  void addB() { cout << "a=" << ++a << endl; };

  void bbar() { cout << "B::bar" << endl; };

};

class Derive : public MiddleA, public MiddleB{

};

int main(){

    Derive d;

    d.abar();

    d.bbar();

}

output：

A::bar

B::bar

1. 同名成员操作

##include <iostream>

using namespace std;

class Base {

public:

  int a{0};

};

class MiddleA : public Base {

public:

  void addA() { cout << "a=" << ++a << endl; };

  void bar() { cout << "A::bar" << endl; };

};

class MiddleB : public Base {

public:

  void addB() { cout << "a=" << ++a << endl; };

  void bar() { cout << "B::bar" << endl; };

};

class Derive : public MiddleA, public MiddleB{

};

int main() {

  Derive d;

  d.addA(); /// 输出 a=1。

  d.addB(); /// 仍然输出 a=1。

  d.addB(); /// 输出 a=2。

  cout << d.MiddleA::a << endl;

/// 输出A中的成员a的值 1

 cout << d.MiddleB::a << endl;

/// 输出B中的成员a的值 2

  d.MiddleA::bar();

  d.MiddleB::bar();

  return 0;

}

output：

a=1

a=1

a=2

1

2

A::bar

B::bar

注意到，多重继承的二义性并没有导致重复定义，编译器通过命名空间区分了二者不同的a与bar。但是不加命名空间，则无法区分。

4.2 多重继承的析构顺序

结合之后提到的虚函数，多重继承也会配合多态会动态调用析构函数，先析构基类部分，再析构派生类部分。析构顺序也是和构造顺序反向，但是构造顺序是按照申明顺序来的。比如：

#pragma once

class WhatCanSpeak {

public:

  virtual ~WhatCanSpeak() {cout << "obj cannot speak" << endl; }

  virtual void speak() = 0;

  virtual void stop() = 0;

};

class WhatCanMotion {

public:

  virtual ~WhatCanMotion() {cout << "obj cannot move" << endl; }

  virtual void motion() = 0;

  virtual void stop() = 0;

};

#include"what.h"

class Alien: public WhatCanMotion,public WhatCanSpeak

{   public:

std::string name;

Alien(std::string x):name{x}{}

void speak(){std::cout<<name<<" is speaking"<<std::endl;}

void stop(){std::cout<<name<<" stops"<<std::endl;}

void motion(){std::cout<<name<<" is moving"<<std::endl;}

~Alien(){};

};

对于Alien的析构是构造的反向。而构造是先构造WhatCanMotion，之后WhatCanSpeak，最后再是派生类部分，故而析构顺序是先派生类，之后WhatCanSpeak，最后WhatCanMotion。