河北师范大学软件学院
Software College of Hebei Normal University

C++

第十五讲 虚函数与多态性（一）

C++备课组 丁盟

自我介绍

丁盟

QQ：2622885094

上一讲教学目标

- 掌握C++中运算符重载的含义
- 掌握C++中常见的运算符的重载形式
- 了解C++中类类型转换的几种手段

本讲教学目标

- 掌握C++中虚函数的概念
- 理解重载、隐藏、覆盖

1 引述

2 多态的核心虚函数

3 隐藏、覆盖、重载

引述

- 多态的实现：函数绑定

  函数绑定就是函数的入口地址同函数调用相联系的过程，绑定就是要计算被调用函数的入口地址，并将该地址存放到函数调用指令的地址码部分。

- C++通过函数的重载和运算符重载实现静态多态

编译时即可确定
调用哪个函数

引述

静态绑定

```
class OverLoad {
public:
  int foo();          // 1
  int foo() const;    // 2
  int foo(int aFir,
          int aSec);// 3
  int foo(const int *arg); // 4
  int foo(int *arg);// 5
  int foo(const int &aRef);// 6
  int foo(int &aRef);  // 7
private:
  int m_iVal;
  const int m_kiVal;
};
```

```
int main(void) {
    OverLoad obj;
    const OverLoad kObj;
    obj.foo();
    kObj.foo();
    obj.foo(1,2);
    int iVal = 100;
    const int *kp = &iVal;
    int *p = &iVal;
    obj.foo(kp);
    obj.foo(p);
    const int &kRef = iVal;
    obj.foo(kRef);
    obj.foo(iVal);
    return 0; }
```

引述

- C++中通过虚函数实现动态多态

  什么是动态多态？

  如何定义虚函数实现动态多态？

- 回忆隐藏（基类和子类有同名成员时）

  指向子类对象的基类指针或引用只能访问基类的成员

  派生类默认访问派生类的同名成员

  派生类要访问继承来的同名成员必须加"基类名::"

引述

```
class Base {
public:
    Base(double arg=0);
    double get() const;
private:
    double m_dVal;
};
class Derived:public Base {
public:
    Derived(double arg=1);
    double get() const;
    double getParent();
private:
    double m_dVall;
};
```

```
Base::Base(double arg)
    :m_dval(arg) {
}
double Base::get() const {
    return m_dVal;
}
Derived::Derived(double arg) {
    m_dVall = arg;
}
double Derived::get() const {
    return m_dVall;
}
double Derived::getParent() {
    return Base::get();
}
```

引述

```
int main(void) {
    Base bObj;
    Base *bp = &bObj;
    cout << bp->get() << endl;

    Derived dObj;
    bp = &dObj;
    cout << bp->get() << endl;
    cout<<dObj.get()<<endl;
    cout<<dObj.getParent()<<endl;
    return 0;
}
```

基类指针无论指向的是基类的对象还是派生类的对象，总是调用基类的同名成员函数

```
0
0
1
0
```

静态绑定

引述

- 动态多态的效果是：

  基类指针（引用）指向基类对象时调用基类的同名函数；基类指针（引用）指向派生类对象时调用派生类的同名函数

引述

```
class Base {
public:
    Base(double arg=0);
    virtual double get() const;
private:
    double m_dVal;
};

class Derived:public Base {
public:
    Derived(double arg=1);
    double get() const;
private:
    double m_dVall;
};
```

```
Base::Base(double arg)
    :m_dVal(arg) {
}

double Base::get() const {
    return m_dVal;
}

Derived::Derived(double arg) {
    m_dVall = arg;
}

double Derived::get() const {
    return m_dVall;
}
```

引述

```
int main(void) {
    Base bObj;
    Base *bp = &bObj;
    cout << bp->get() << endl;

    Derived dObj;
    bp = &dObj;
    cout << bp->get() << endl;

    return 0;
}
```

基类指针指向基类对象时调用基类的同名函数，指向派生类对象时调用派生类的同名函数

动态绑定

1 引述

2 多态的核心虚函数

3 隐藏、覆盖、重载

多态的核心虚函数

- 虚函数的声明方法：

```
virtual <返回类型> <成员函数名>(形式参数表);
```

- 注意：
  virtual声明时出现
  实现时**不能再有**

```
class Base {
public:
    virtual double get() const;
private:
    double m_dVal;
};
virtual double Base::get() const {
    return m_dVal;
}
```

多态的核心虚函数

- virtual在基类中必须有，在派生类中可以省略

```
class Base {
public:
  Base(double arg=0);
  virtual double get();
private:
  double m_dVal;
};
```

```
class Derived:public Base {
public:
    Derived(double arg=1);
    virtual double get();
private:
  double m_dVall;
};
```

为了增强可读性，不推荐在派生类中省略

多态的核心虚函数

- 虚函数在基类和其各层派生类中的的原型要求**保持完全一致（返回值、函数名、参数表、const）**

```
class Base {
public:  virtual double get(int arg=3)const;
private: double m_dVal;
};
```

```
class Derived:public Base {
public:  virtual double get(int arg=5)const;
private: double m_dVall;
};
```

多态的核心虚函数

- 有一项不一致就不能实现动态多态

```
class Base {
public:    virtual int get() const;
private:   int m_iVal;
};
```

```
class Derived:public Base {
public:    virtual double get() const;
private:   double m_dVall;
};
```

定义为虚函数时，若仅返回值不同是不允许的，将产生编译错误！

多态的核心虚函数

- 派生类必须公有继承基类，这是赋值兼容的前提，派生类只有公有继承基类，才允许基类的指针指向派生类对象，基类的引用才是派生类对象的别名。

```
class Derived : protected Base
{
public:
    Derived(double arg=1);
    virtual double get() const;
private:
     double m_dVall;
};
```

```
int main(void) {
     Base bObj;
     Base *bp = &bObj;
     cout << bp->get() << endl;
     Derived dObj;
     bp = &dObj;  //Error
     cout << bp->get() << endl;
     return 0;
}
```

多态的核心虚函数

- 只有类的成员函数才能声明为虚函数。因为，虚函数仅适用于有继承关系的类，所以普通函数不能声明为虚函数。

```
virtual int foo()
{
    cout << "foo是全局函数!" << endl;
}
```

会出现编译错误！

多态的核心虚函数

- 静态成员函数不能是虚函数。因为，静态成员函数是属于类的而不受限于某个对象。

```
class Base
{
public:
    virtual static int get() const;
};
```

会出现编译错误！

多态的核心虚函数

- 内联函数不能是虚函数，即使虚函数在类的内部定义，编译时仍将其看作是非内联的。

```
class Base
{
public:
    Base(double arg=0);
    virtual inline double get() const;
};
```

编译时视inline不存在！

多态的核心虚函数

- 构造函数不能为虚函数。构造函数的功能是初始化对象，因此语法上限制构造函数不能为虚函数。

```
class Base
{
public:
    virtual Base(double arg=0);
    virtual double get() const;
};
```

编译错误！

多态的核心虚函数

- 析构函数常常设置为虚函数。如果基类的析构函数是虚函数，那基类的各级派生类的析构函数均自动成为虚函数（无论名字是否相同）。
- 若基类指针指向派生类对象时，当删除该指针时，就会调用派生类的析构函数，而后派生类的析构函数又自动调用基类的析构函数，这样整个派生类的析构函数都被完全释放。

多态的核心虚函数

```
class Base {
public:
    virtual ~Base() {
        cout << "~Base() "
             << endl;
    }
};
class Derived:public Base {
public:
    Derived() {
        m_p = new char[1000];
    }
    ~Derived() {
        delete [] m_p;
        cout << "~Derived()"
             << endl;
    }
private:
    char * m_p;
};
int main(void) {
    Base *bp = new Derived;
    delete bp;
    return 0;
}
```

如果基类的析构函数不是虚函数会怎样？

```
~Base()
~Derived()
```

1 引述

2 多态的核心虚函数

3 隐藏、覆盖、重载

隐藏、覆盖、重载

- 函数的隐藏

  隐藏规则：

  1. 派生类的函数跟基类的函数同名，其他不完全相同，此时不论有没有virtual关键字，基类函数将被隐藏。（注意有virtual仅返回值类型不同的情况将产生编译错误）

  2. 派生类的函数跟基类的函数同名，且其余参数完全一致但基类没有virtual关键字，此时基类函数也将被隐藏。

隐藏、覆盖、重载

```
class Base {
public:
  void g(float x) {
    cout << "Base::g(float) "
         << x << endl;
  }
  void h(float x) {
    cout << "Base::h(float) "
         << x << endl;
  }
};
```

```
class Derived : public Base {
public:
  void g(float x) {
    cout << "Derived::g(int) "
         << x << endl;
  }
  void h(float x) {
    cout <<"Derived::h(float)"
         << x << endl;
  }
};
```

隐藏、覆盖、重载

```
int main(void) {
    Derived d;
    Base *pb = &d;
    Derived *pd = &d;
    pb->g(3.14f);          // Base::g(float)
    pd->g(3.14f);          // Derived::g(int)
    pd->Base::g(3.14f); // Base::g(float)
    pb->h(3.14f);          // Base::h(float)
    pd->h(3.14f);          // Derived::h(float)
    pd->Base::h(3.14f); // Base::h(float)
    return 0;
}
```

隐藏、覆盖、重载

- 函数的覆盖

  覆盖规则：

  1. 指派生类与基类的成员函数之间。
  2. 基类函数必须有virtual关键字。
  3. 基类和派生类同名函数的原型完全相同（返回值、函数名、参数表、const）。

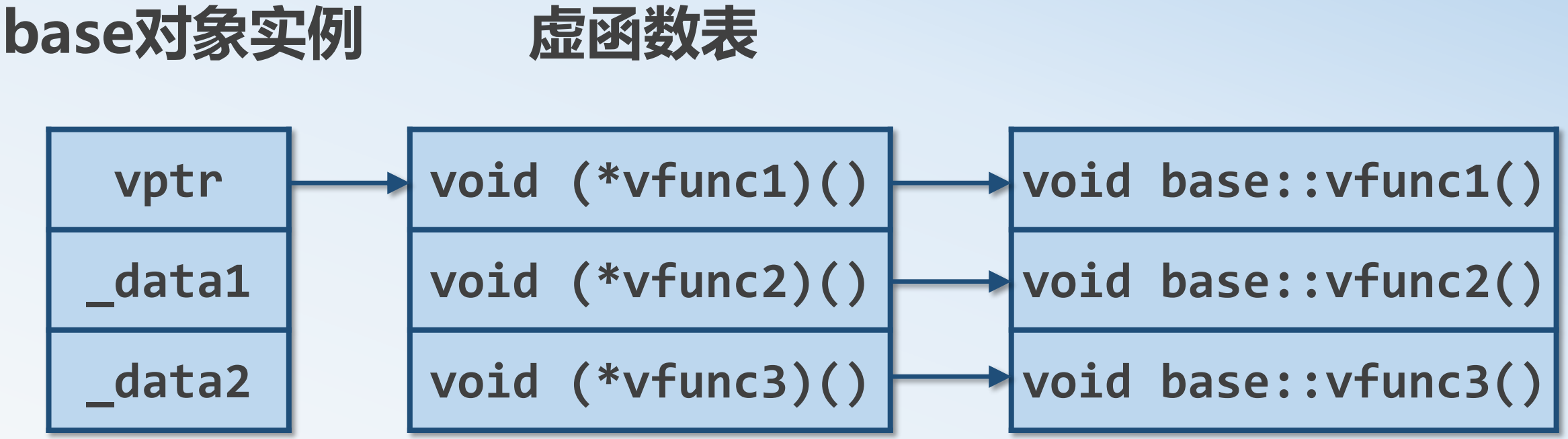
隐藏、覆盖、重载

- 覆盖是通过虚函数表实现的，覆盖也称为重写。

```
class base
{
public:
    void func();
    virtual void vfunc1();
    virtual void vfunc2();
    virtual void vfunc3();
private:
    int _data1;
    int _data2;
};
```

隐藏、覆盖、重载

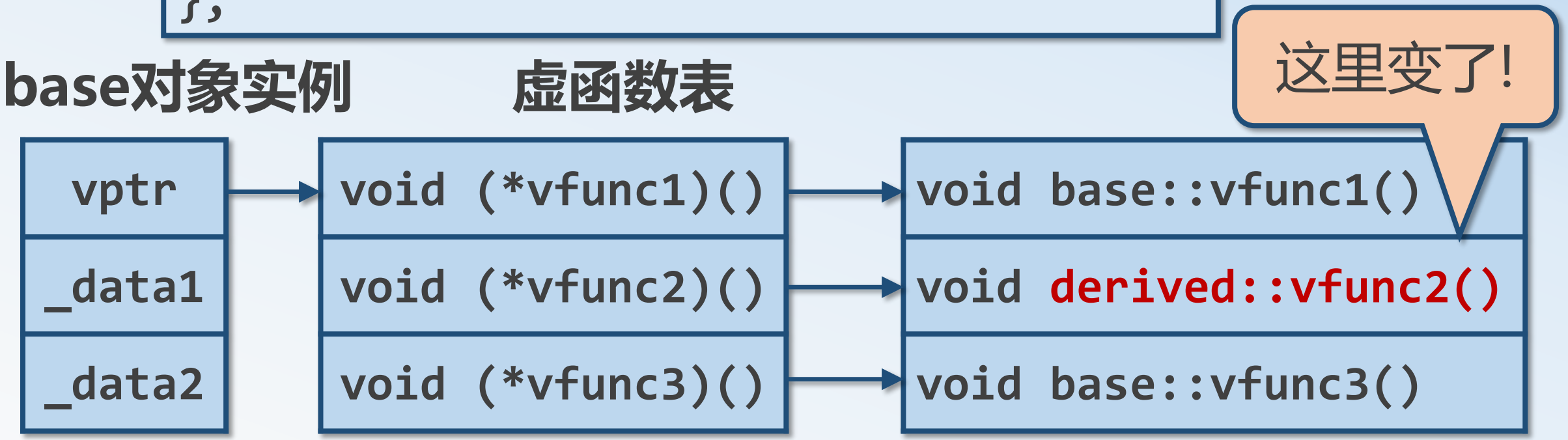
- base对象实例在内存中占据的空间是这样的:



隐藏、覆盖、重载

- 当派生类改写了虚函数时,虚函数表相应的被修改了:

```
class derived: public base {
public:
    void vfunc2();
};
```



隐藏、覆盖、重载

- 所以当写下如下程序的时候:

```
void main(void)
{
    Derived d;
    Base * pb = &d;
    pb->vfunc2(); // Derived::vfunc2(void)
}
```

隐藏、覆盖、重载

- 函数的重载

  重载规则：

  1. 相同的作用域（不同类的同名函数不是重载)。
  2. 函数名相同。
  3. 参数个数、类型、顺序、const限定的指针或引用、是否为常成员函数。
  4. virtual及返回值等其他因素不能作为重载依据

隐藏、覆盖、重载

- 重载性重载规则：
  1. 构造函数可以重载
  2. 析构函数不能重载
  3. 一般成员函数可以重载

隐藏、覆盖、重载

```
class Person {
public:
    Person(string aName,bool aSex,int aAge);// 构造函数重载
    Person(string aName,bool aSex);
    Person(string aName);
    Person();
    void set(string aName,bool aSex,int aAge);// 一般成员函数重载
    void set(bool aSex,int aAge);
    void set(int aAge);
protected:
    string m_sName; // 姓名
    bool m_bSex; // 性别
    int m_iAge; // 年龄
};
```

隐藏、覆盖、重载

```
int main(void) {
	Person p1;                    // 调用无参数的构造函数
	p1.set("张三",true,22);
	p1.display();

	Person p2("李四",true); // 调用带参数的构造函数
	p2.set(23);
	p2.display();

	Person p3("王五");          // 调用带参数的构造函数
	p3.set(false,24);
	p3.display();
	return 0;
}
```

隐藏、覆盖、重载

类A中的f(a)被隐藏的情况：

class A	class B:public A
f(a)	f(a)

```
B b;
b.f(a);
```

class A	class B:public A
f(a)	f(a,b)

```
B b;
b.f(a,b);
b.f(a); // 错误
```

类B中的f(a,b)被隐藏的情况：

class A	class B:public A
f(a)	f(a,b)

```
A *a = new B();
a->f(a,b); // 错误
```

类A中的f(a)被覆盖的情况：

class A	class B:public A
virtual f(a)	f(a)

```
B b;
a->f(a);
```

```
A *a = &b;
b.f(a);
```

本讲教学目标

- 掌握C++中虚函数的概念
- 理解重载、隐藏、覆盖


THANKS