面向对象程序设计
420420

多态性

- 1、多态性的概念

- 派生一个类的原因并非总是为了继承或添加新成员，有时是为了重新定义基类的成员，使基类成员“获得新生”。

- 面向对象程序设计的真正力量不仅仅是继承，而是允许派生类对象像基类对象一样处理，其核心机制就是多态和动态联编（绑定）。

37.1 多态性的概念

- 多态是指同样的消息被不同类型的对象接收时导致不同的行为。所谓消息是指对类成员函数的调用，不同的行为是指不同的实现，也就是调用了不同的函数。

- 从广义上说，多态性是指一段程序能够处理多种类型对象的能力。
- 在C++中，这种多态性可以通过重载多态（函数和运算符重载）、强制多态（类型强制转换）、类型参数化多态（模板）、包含多态（继承及虚函数）四种形式来实现。

（1）重载多态

- 重载是多态性的最简单形式，分为函数重载和运算符重载。

- 重定义已有的函数称为函数重载。在C++中既允许重载一般函数，也允许重载类的成员函数。如对构造函数进行重载定义，可使程序有几种不同的途径对类对象进行初始化。

- C++允许为类重定义已有运算符的语义，使系统预定义的运算符可操作于类对象。如流插入（<<）运算符和流提取（>>）运算符（原先语义是位移运算）。

（2）强制多态

- 强制多态也称类型转换。

- 如C++定义了基本数据类型之间的转换规则，即：
  char→short→int→unsigned→long→unsigned long→float→double→long double。

- 同时，可以在表达式中使用3种强制类型转换表达式：
  ①static_cast<T>(E)；②T(E)；③(T)E，其中E代表运算表达式，T代表一个类型表达式。上述任意一种都可改变编译器所使用的规则，以便按自己的意愿进行所需的类型强制。

（3）类型参数化多态

- 参数化多态即：将类型作为函数或类的参数，避免了为各种不同的数据类型编写不同的函数或类，减轻了设计者负担，提高了程序设计的灵活性。

- 模板是C++实现参数化多态性的工具，分为函数模板和类模板。类模板中的成员函数均为函数模板，因此函数模板是为类模板服务的。

（4）包含多态

- C++中采用虚函数实现包含多态。虚函数为C++提供了更为灵活的多态机制，这种多态性在程序运行时才能确定，因此虚函数是多态性的精华，至少含有一个虚函数的类称为多态类。包含多态在面向对象程序设计中使用十分频繁。

- 派生类继承基类的所有操作，或者说，基类的操作能被用于操作派生类的对象。当基类的操作不能适应派生类时，派生类就需要重载基类的操作。

多态性

- 2、静态联编（静态绑定）
- 3、动态联编（动态绑定）

- 联编（binding）又称绑定，就是将模块或者函数合并在一起生成可执行代码的处理过程，同时对每个模块或者函数分配内存地址，并且对外部访问也分配正确的内存地址。

- 在编译阶段就将函数实现和函数调用绑定起来称为静态联编（绑定）（static binding）。静态联编在编译阶段就必须了解所有的函数或模块执行所需要的信息，它对函数的选择是基于指向对象的指针（或者引用）的类型。

C中所有的联编都是静态联编，C++中一般情况下联编也是静态联编。

【例37.1】静态联编举例。

```
#include  <iostream>
using  namespace std;
class Point {   //Point基类，表示平面上的点
    double x,y; //私有数据成员，坐标值
public:
    Point(double x1=0,double y1=0) : x(x1),y(y1) { }//构造函数
    double area() { return 0; } //计算面积
};
class Circle:public Point { //Circle派生类，表示圆
    double r;       //私有数据成员，半径
public:
    Circle(double x,double y,double r1) : Point(x,y),r(r1) { } //构造函数
    double area() { return 3.14*r*r; } //计算面积
};
```

```
15  int  main()
16  {  Point  a(2.5,2.5);  Circle  c(2.5,2.5,1);
17      cout<<“Point  area=”<<a.area()<<endl;  //基类对象，静态绑定
18      cout<<“Circle  area=”<<c.area()<<endl;  //派生类对象，静态绑定
19      Point  *pc=&c  ,  &rc=c;  //基类指针pc、引用rc指向或引用派生类对象
20      cout<<"Circle  area="<<pc->area()<<endl;  //静态联编基类调用
21      cout<<"Circle  area="<<rc.area()<<endl;  //静态联编基类调用
22      return  0;
23  }
```

运行结果：

```
Point  area=0
Circle  area=3.14
Circle  area=0
Circle  area=0
```

- 在程序运行的时候才进行函数实现和函数调用的绑定称为动态联编（dynamic binding）。
- 如果在编译“Point *pc=&c”时，只根据兼容性规则检查它的合理性，即检查它是否符合派生类对象的地址可以赋给基类的指针的条件。至于“pc->area()”调用哪个函数，等到程序运行到这里再决定。
- 如果希望“pc->area()”调用Circle::area()，也就是使基类Point的指针pc指向派生类函数area的地址，则需要将Point基类的area函数设置成虚函数。

- 虚函数的定义形式为：

```
virtual  函数类型  函数名() { 函数体 }
```

- 上例虚函数的定义形式为：

```
virtual double area() { return 0; } //计算面积
```

【例37.2】动态联编举例。

```
#include  <iostream>
using  namespace  std;
class  Point { //Point基类，表示平面上的点
        double  x,y; //私有数据成员，坐标值
 public:
        Point(double  x1=0,double  y1=0)  : x(x1),y(y1)  {  }//构造函数
        virtual  double  area()  { return  0;  } //虚函数
};
class  Circle:public  Point { //Circle派生类，表示圆
        double  r; //私有数据成员，半径
 public:
        Circle(double  x,double  y,double  r1):Point(x,y),r(r1)  {  }
       //构造函数
        double  area()  { return  3.14*r*r;  } //虚函数
};
```

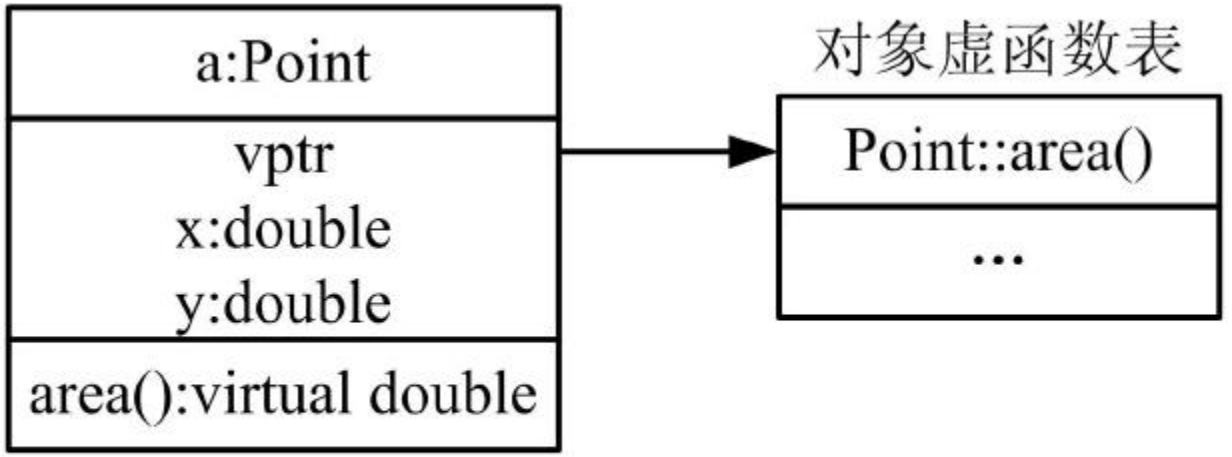
37.3 动态联编

```
15 int main()
16 {
17         Point a(2.5,2.5); Circle c(2.5,2.5,1);
18         cout<<“Point  area=”<<a.area()<<endl; //基类对象，静态绑定
19         cout<<“Circle  area=”<<c.area()<<endl; //派生类对象，静态绑定
20         Point *pc=&a; //基类指针指向基类对象a，指针和对象的类型一样
21         cout<<"Circle  area="<<pc->area()<<endl;
22         pc=&c;    //基类指针指向派生类对象
23         cout<<"Circle  area="<<pc->area()<<endl; //动态联编
24        return 0;
25 }
26
```

运行结果：
Point area=0
Circle area=3.14
Circle area=0
Circle area=3.14

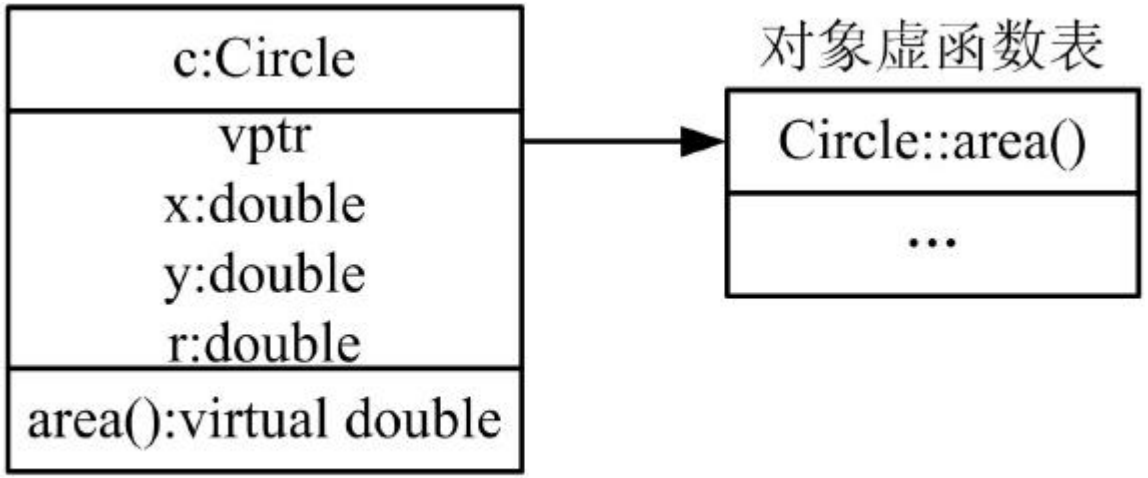
- 当编译器编译含有虚函数的类时，将为它建立一个虚函数表VTABLE（virtual table），它相当于一个指针数组，存放每个虚函数的入口地址。编译器为该类增加一个额外的数据成员，这个数据成员是一个指向虚函数表的指针，通常称为vptr。

- Point类只有一个虚函数area，所以虚函数表里只有一项。如图（a）是Point对象UML示意。



（a）

- 如果派生类Circle没有重写这个虚函数area，则派生类的虚函数表里的元素所指向的地址就是基类Point的虚函数area的地址。如果派生类Circle重写这个虚函数area,这时编译器将派生类虚函数表里的vptr指向Circle::area()，即指向派生类area虚函数的地址。如图（b）



（b）

- 当调用虚函数时，先通过vptr找到虚函数表，然后再找出虚函数的真正地址，再调用它。
- 派生类能继承基类的虚函数表，而且只要是和基类同名（参数也相同）的成员函数，无论是否使用virtual声明，它们都自动成为虚函数。如果派生类没有改写继承基类的虚函数，则函数指针调用基类的虚函数。如果派生类改写了基类的虚函数，编译器将重新为派生类的虚函数建立地址，函数指针会调用改写以后的虚函数。

【例37.3】动态联编举例。

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Base {          //基类Base
public: virtual void print() { cout<<"Base"<<endl;} //虚函数
};
class Derived: public Base {      //派生类Derived
public: void print() { cout<<"Derived"<<endl; } //虚函数
};
void display(Base *p)
{ p->print(); }
int main()
{
    Derived d; Base b;
    display(&d); //派生类对象，输出“Derived”
    display(&b); //基类对象，输出“Base”
    return 0;
}
```

- 虚函数的调用规则是：根据当前对象，优先调用对象本身的虚成员函数。这和名字支配规律类似，不过虚函数是动态联编的，是在运行时（通过虚函数表中的函数地址）“间接”调用实际上欲联编的函数。