Полиморфизъм. Виртуални функции

Любомир Чорбаджиев
Технологическо училище "Електронни системи"
Технически университет, София
lchorbadjiev@elsys-bg.org
Revision : 1.2

19 декември 2004 г.

Заместване на функции

- Нека разгледаме следните два класа:

```
1 class Employee {
2   //...
3 public:
4   //...
5   void print(void) const;
6 };
```

```
1 class Manager: public Employee {
2   //...
3 public:
4   //...
5   void print(void) const;
6 };
```

- И в двата класа е дефинирана функцията `print()`. Идеята на тази функция е да извежда на стандартният изход данните, специфични за съответният клас.

Заместване на функции

- Нека сега разгледаме следният код, който използва класовете `Employee` и `Manager`.

```
1 Employee e1("ИванРаботников", 8101011);
2 Manager m1("ШефИванов", 8012121, 1);
3 //...
4 Employee* employee_list[10];
5 employee_list[0]=&e1;
6 employee_list[1]=&m1;
7 //...
8 employee_list[0]->print();
9 employee_list[1]->print();
```

- Кой метод се извиква в ред 9? `Employee::print()` или `Manager::print()`?

Заместване на функции

- Трябва да се реализира функция, която да разпечатва на стандартния изход данните за всички работници.
- Нека разгледаме следната примерна реализация:

```
1 void print_all(Employee* employees[]) {
2   for(int i=0;employees[i]!=NULL;i++)
3     employees[i]->print();
4 }
```

- В тази функция в ред 3 винаги се извиква функцията `Employee::print()`. Такава реализация е неудовлетворителна, тъй като се губи спецификата на различните видове работници.

Член-променлива за типа

- Вариант за решаването на проблема е в класа `Employee` да се добави член-променлива, в която се помни типа на обекта.

```
3  class Employee {
4  public:
5    enum EmployeeType {E,M};
6    EmployeeType employee_type;
7  private:
8    string name_;
9    long id_;
10 public:
11   Employee(string name, long id)
12   : employee_type(E),
13     name_(name),
14     id_(id)
15   {}
16   //..
17 };
```

```
18 class Manager:public Employee {
19   int level_;
20 public:
21   Manager(string name, long id, int level)
22   : Employee(name, id),
23     level_(level)
24   {
25     employee_type=Employee::M;
26   }
27 };
28 void print_all(Employee* employees[]){
29   for(int i=0;employees[i]!=NULL;i++) {
30     if(employees[i]->employee_type==Employee::M){
31       // print manager
32     }
33     else {
34       // print employee
35     }
36   }
37 }
```

Член-променлива за типа

- Такова решение на проблема може да работи в малка програма, но когато йерархията от класове нараства, броят на проверките за типа на променливата също нараства;
- Когато се добавя нов клас в йерархията трябва да се променят всички функции, които зависят от проверки за типа;
- Когато се добавя нов клас в йерархията трябва да се промени и базовият клас;
- Използването на член-променлива за типа противоречи на идеята за капсулиране на данните;

Виртуални функции

- За решаването на такъв тип проблеми в езика C++ е реалзирана идеята за виртуални функции.

```
4  class Employee {
5    string name_;
6    long id_;
7  public:
8    Employee(string name, long id)
9    : name_(name),
10     id_(id)
11   {}
12   virtual void print(void) const{
13     cout << name_ << "␣"
14          << id_ << endl;
15   }
16 };
```

```
17 class Manager:public Employee {
18   int level_;
19 public:
20   Manager(string name, long id, int level)
21   : Employee(name, id),
22     level_(level)
23   {}
24   void print(void) const {
25     Employee::print();
26     cout << "\tlevel:" << level_ << endl;;
27   }
28 };
```

Виртуални функции

- Функцията `Manager::print()` замества (override) функцията в базовия клас `Employee::print()`;
- Функцията в базовият клас е дефинирана като виртуална. Това означава, че изборът, коя функция да се извика се определя по време на изпълнение на програмата, в зависимост от действителният тип на променливата.

```
29 void print_all(Employee* employees[]) {
30   for(int i=0;employees[i]!=NULL;i++)
31     employees[i]->print();
32 }
```

Виртуални функции

```
33 int main(int argc, char* argv[]){
34   Employee e("Brown", 81010110L);
35   Manager m("Smith", 80121212L, 1);
36
37   Employee* employees[3];
38   employees[0]=&e;
39   employees[1]=&m;
40   employees[2]=NULL;
41
42   print_all(employees);
43   return 0;
44 }
```

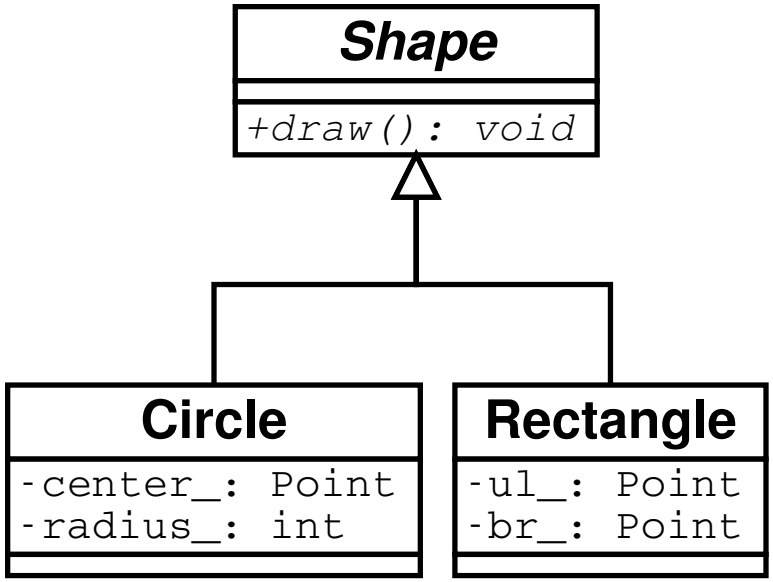
Изход:

```
Brown 81010110
Smith 80121212
        level:1
```

Виртуални функции

- Когато функция от производния клас, има същата сигнатура като виртуална функция в базовия клас, се казва че тя **замества (override)** виртуалната функция от базовия клас;
- Когато се извиква виртуална функция, то автоматично се използва най-подходящият ѝ заместник, в зависимост от действителния тип на извикващия обект;
- Поведението, при което конкретната функция, която се извиква, зависи от динамичния тип на обект, чрез който е извикана, се нарича **полиморфизъм** или **динамично свързване**;
- За да бъде една член-функция полиморфна в C++ е необходимо тя да се декларира като виртуална с помощта на модификатора **virtual**;

Абстрактни класове




```
1 class Shape {
2 public:
3   virtual void draw(void) const=0;
4 };
```

В ред 3 е дефинирана **чисто виртуална** функция.

Абстрактни класове

- Класове, в които са дефинирани една или повече чисто виртуални функции се наричат **абстрактни**.
- Не е възможно да се създаде обект от абстрактен клас:

```
Shape s; //error!!!
```

- Абстрактните класове се използват като **интерфейсни** класове и като базови за други класове;
- Чисто виртуалните функции, които не са определени в производните класове остават чисто виртуални. Това означава, че е възможно е и базовия и производния клас да бъдат абстрактни.

Абстрактни класове

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3  class Point {
4    double x_;
5    double y_;
6  public:
7    Point(double x, double y)
8      : x_(x), y_(y)
9    {}
10   double get_x() const {return x_;}
11   double get_y() const {return y_;}
12   void dump() const {
13     cout << "(" << x_ << ",␣" << y_ << ")";
14   }
15 };
```

```
16 class Shape {
17 public:
18   virtual void draw(void) const=0;
19 };
20
21 class Circle: public Shape {
22   Point center_;
23   int radius_;
24 public:
25   Circle(const Point& center, int radius)
26     : center_(center), radius_(radius)
27   {}
28   void draw(void) const {
29     cout << "Circle::draw(";
30     center_.dump();
31     cout << ",␣" << radius_ << ")" << endl;
32   }
33 };
```

```
34 class Rectangle: public Shape {
35   Point ul_;
36   Point br_;
37 public:
38   Rectangle(const Point& ul, const Point& br)
39     : ul_(ul), br_(br)
40   {}
41   void draw(void) const {
42     cout << "Rectangle::draw(";
43     ul_.dump();
44     cout << ",␣";
45     br_.dump();
46     cout << ")" << endl;
47   };
48 };
```

Абстрактни класове

```
1 class Drawing {
2   Shape** shapes_;
3 public:
4   //...
5   void draw(void) const {
6     for(int i=0;shapes_[i]!=NULL;i++)
7       shapes_[i]->draw();
8   };
9 };
```

Виртуален деструктор

- Нека разгледаме следният клас:

```
1 class MyDrawing {
2   Shape** shapes_;
3 public:
4   //...
5   ~MyDrawing(void) {
6     for(int i=0;shapes_[i]!=NULL;i++)
7       delete shapes_[i];
8   };
9 };
```

- В ред 7 се извиква деструкторът на `Shape`;

Виртуален деструктор

- В ред 7 се извиква деструкторът на `Shape`;
- В класа `Drawing` се държат обекти, които са наследници на абстрактния клас `Shape`. При унищожаването на тези обекти трябва да се извика не деструктора на базовият клас, а деструктора на съответния клас наследник;
- Това означава че деструкторите на йерархията от класове наследници на `Shape` трябва да бъдат **полиморфни**;
- За де се обезпечи такова поведение, в класа `Shape` трябва да се дефинира виртуален деструктор:

```
1 class Shape {
2 public:
3   virtual ~Shape(void) {}
4   virtual void draw(void) const=0;
5 };
```

Копиране. Срез

- Нека разгледаме следният пример:

```
1  void fun(Employee ee){
2    ee.print();
3  };
4  int main() {
5    Employee e(/*...*/);
6    Manager m(/*...*/);
7    fun(e);
8    fun(m);
9    return 0;
10 }
```

- При предаване на параметър на функция по стойност се извиква копиращ конструктор (вж. ред 1).
- Копиращият конструктор "срязва" действително предадения параметър (вж. ред 8).
- В тялото на функцията се работи с копието на предадения параметър.

Динамично преобразуване

- C++ поддържа RTTI (run-time type identification, идентификация на типа по време на изпълнение);
- RTTI ни дава възможност да идентифицираме истинския тип, към който сочи даден указател;
- RTTI може да се използва по няколко начина — единият е динамичното преобразуване на типовете **dynamic_cast**<...>(...):

```
1 void fun(Shape* sh){
2   Circle* pc=dynamic_cast<Circle*>(sh);
3   //...
4 }
```

- Когато преобразуването е успешно операторът за динамично преобразуване на типа **dynamic_cast**<...>(...) връща ненулев указател;

Динамично преобразуване

```
1  void fun(Shape* sh){
2    Circle* pc=dynamic_cast<Circle*>(sh);
3    if(pc!=NULL){
4      // it's a circle
5      return;
6    }
7    Rectangle* pr=dynamic_cast<Rectangle*>(sh);
8    if(pr!=NULL){
9      // it's a rectangle
10   }
11 }
```