Объектно-ориентированное программирование

Наследование в языке C++

Наследование

Наследование

- Наследование упорядочивает и ранжирует классы
- Механизм наследования классов позволяет строить иерархии, в которых производные классы получают элементы базовых классов и могут дополнять их или изменять их свойства
- Классы, находящиеся ближе к началу иерархии, объединяют в себе наиболее общие черты для всех нижележащих классов
- Задача: сформировать иерархию наследования, содержащую классы треугольника, четырехугольника, круга, овала, прямоугольника, квадрата

Виды наследования

- При описании класса в его заголовке перечисляются все классы, являющиеся для него базовыми.
- Возможность обращения к элементам этих классов регулируется с помощью модификаторов наследования `private, protected` и `public.`

```
class B: public A { /*...*/ };
```

- Если базовых классов несколько, то они перечисляются через запятую
- По умолчанию для классов установлен модификатор `private`, а для структур - `public`.

Public-наследование

- `public`: открытое наследование

```
class B: public A { /*...*/ };
```

- класс **B** является наследником **A**. Это также означает, что любой объект типа **B** также *является* объектом (разновидностью) типа **A** (но не наоборот!)
- `protected` и `public` элементы базового класса остаются, соответственно, `protected` и `public` в классе-наследнике
- Мы можем использовать указатель на базовый класс **A** для инициализации объекта класса-наследника **B**:

```
A *some = new B; // все хорошо: A – базовый класс,
                 // произойдет неявное преобразование
```

```
// ----  Класс monster ----
class monster
{
// ----- Скрытые поля класса:
private:
    int health, ammo;
    color skin;
    char *name;
public:
// ------------- Конструкторы:
monster(int he = 100, int am  = 10);
monster(color sk);
monster(char * nam);
monster(monster &M);
// ------------- Деструктор:
~monster() {delete [] name;}
// ------------- Операции:
...
int get_health()const
int get_ammo()const

void set_health(int he)
void draw(int x, int y,
          int scale, int position);
};
```

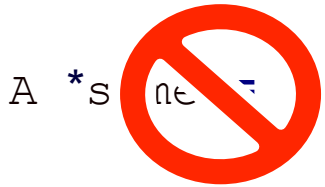
```
// -------------  Класс daemon -------------
class daemon : public monster
{
private:
int brain;

public:
// ------------- Конструкторы:
daemon(int br = 10){brain = br;};
daemon(color sk) : monster (sk) {brain = 10;}
daemon(char * nam) : monster (nam) {brain = 10;}
daemon(daemon &M) : monster (M) {brain = M.brain;}
...
void draw(int x, int y, int scale, int position);
void think();
};
```

Private-наследование

- `private`: закрытое наследование

```
class B: private A { /*...*/ };
```

- Таким образом, мы говорим, что класс **B** *реализован при помощи* класса **A**, но при этом он не является разновидностью этого класса.
- Т.е. на этапе проектирования `private`-наследование никоим образом не фигурирует, а появляется только на этапе написания программного кода.



Private-наследование

- Если базовый класс наследуется с ключом `private`, можно выборочно сделать некоторые его элементы доступными в производном классе, объявив их в секции `public` производного класса с помощью операции доступа к области видимости:

```
class Base{
   public: void f();
};

class Derived : private Base{
   public: using Base::f;
};

int main(void) {
   Derived *d = new Derived;
   d->f();
}
```

Protected-наследование

- `protected`: защищенное наследование

```
class B: protected A { /*...*/ };
```

- Применяется редко. Означает что все `public` элементы базового класса становятся `protected` элементами дочернего класса.

Правила наследования методов

Конструкторы

- *Конструкторы* не наследуются, поэтому производный класс должен иметь собственные конструкторы.
  - Если в конструкторе производного класса явный вызов конструктора базового класса отсутствует, автоматически вызывается конструктор базового класса по умолчанию
  - Для иерархии, состоящей из нескольких уровней, конструкторы базовых классов вызываются начиная с самого верхнего уровня.
  - В случае нескольких базовых классов их конструкторы вызываются в порядке объявления.
- Если конструктор базового класса требует указания параметров, он должен быть явным образом вызван в конструкторе производного класса в списке инициализации.

Пример наследования

```
// -------------  Класс monster -------------
class monster
{
//...
};


// -------------  Класс daemon -------------
class daemon : public monster
{
   int brain;
   public:
   // ------------- Конструкторы:
   daemon(int br = 10) {brain = br;};
   daemon(color sk) : monster (sk) {brain = 10;}
   daemon(char * nam) : monster (nam) {brain = 10;}
   daemon(daemon &M) : monster (M) {brain = M.brain;}
   void think();
};

void daemon::think(){ /* ... */ }
```

Операция присваивания

- *Операция присваивания не наследуется*, поэтому ее также требуется явно определить в дочернем классе. При ее реализации можно явно вызывать функции-операции присваивания из базового класса.
- Вызов функций базового класса обычно предпочтительнее копирования фрагментов кода из функций базового класса в функции производного.

```
daemon& operator = (daemon &M) {
    if (&M == this) return *this;
    brain = M.brain;
    monster::operator = (M);
    return *this;
}
```

Деструкторы

- *Деструкторы не наследуются*, и если программист не описал в производном классе деструктор, он формируется по умолчанию и вызывает деструкторы всех базовых классов.
- В отличие от конструкторов, при написании деструктора производного класса в нем *не требуется явно вызывать деструкторы базовых классов*, поскольку это будет сделано автоматически.
- Для иерархии классов, состоящей из нескольких уровней, деструкторы *вызываются в порядке, строго обратном вызову конструкторов*: сначала вызывается деструктор класса, затем - деструкторы элементов класса, а потом деструктор базового класса

Наследование методов

- Класс-потомок наследует все методы базового класса, кроме конструкторов, деструктора и операции присваивания. Не наследуются ни дружественные функции, ни дружественные отношения классов.
- В классе-наследнике можно определять *новые методы*. В них разрешается вызывать любые доступные методы базового класса.
- Если имя метода в наследнике совпадает с именем метода базового класса, то метод производного класса скрывает все методы базового класса с таким именем.

Виртуальные методы

Наследование и указатели

```
monster *p;
p = new daemon;
p -> draw(1, 1, 1, 1);
```

- Какой метод будет вызван:
  - `monster::draw` или `daemon::draw` ?
- Ссылки на методы разрешаются во время компоновки программы. Этот процесс называется *ранним связыванием*.

Virtual – реализация механизма позднего связывания

- В C++ реализован механизм *позднего связывания*, когда разрешение ссылок на функцию происходит на этапе выполнения программы.
- Этот механизм реализован с помощью виртуальных методов.
- Для определения *виртуального метода* используется спецификатор `virtual`:

```
virtual void draw(int x, int y, int position);
```

Правила использования виртуальных методов

- Если в базовом классе метод определен как виртуальный, метод, определенный в производном классе *с тем же именем и набором параметров*, автоматически становится виртуальным.
- Виртуальные методы *наследуются*.
- Если виртуальный метод переопределен в производном классе, объекты этого класса могут получить доступ к методу базового класса с помощью операции доступа к области видимости.
- Виртуальный метод не может объявляться с модификатором `static`, но может быть объявлен как дружественная функция.
- Если производный класс содержит виртуальные методы, они должны быть определены в базовом классе хотя бы как чисто виртуальные.

Чисто виртуальный метод, абстрактные классы

- *Чисто виртуальный метод* содержит признак = 0 вместо тела, например:

```
virtual void f(int) = 0;
```

- Чисто виртуальный метод должен переопределяться в производном классе (возможно, опять как чисто виртуальный).
- Класс, содержащий хотя бы один чисто виртуальный метод, называется *абстрактным*.
- Абстрактный класс может использоваться *только в качестве базового* для других классов - объекты абстрактного класса создавать нельзя, поскольку прямой или косвенный вызов чисто виртуального метода приводит к ошибке при выполнении.

Механизм позднего связывания

- Для каждого класса (не объекта!), содержащего хотя бы один виртуальный метод, компилятор создает *таблицу виртуальных методов* (`vtbl`), в которой для каждого виртуального метода записан его адрес в памяти.
- Каждый объект содержит скрытое дополнительное *поле ссылки* на `vtbl`, называемое `vptr`.
- На этапе компиляции ссылки на виртуальные методы заменяются на обращения к `vtbl` через `vptr` объекта.

Деструкторы и наследование

- Деструкторы следует объявлять виртуальными тогда, когда в классе есть хотя бы одна виртуальная функция.
- В стандарте C++ указывается, что «*когда объект производного класса уничтожается через указатель на базовый класс с невиртуальным деструктором, то результат не определен*».
- Во время исполнения это обычно приводит к тому, что часть объекта, принадлежащая производному классу, никогда не будет уничтожена.
- Если же класс не имеет виртуальных функций, это часто означает, что он не предназначен быть базовым.

Итого

- `public` наследование – «B является A»
- `private` наследование – «B реализуется посредством A»
- Класс-потомок наследует все методы базового класса, кроме конструкторов, деструктора и операции присваивания. Не наследуются ни дружественные функции, ни дружественные отношения классов.
- Виртуальные функции позволяют реализовать механизм позднего связывания в C++
- Абстрактный класс – класс, содержащий хотя бы 1 чисто виртуальный метод
- Если класс содержит хотя бы один виртуальный метод – необходимо реализовать виртуальный декструктор