Наследяване (*Rev: 1.10*)

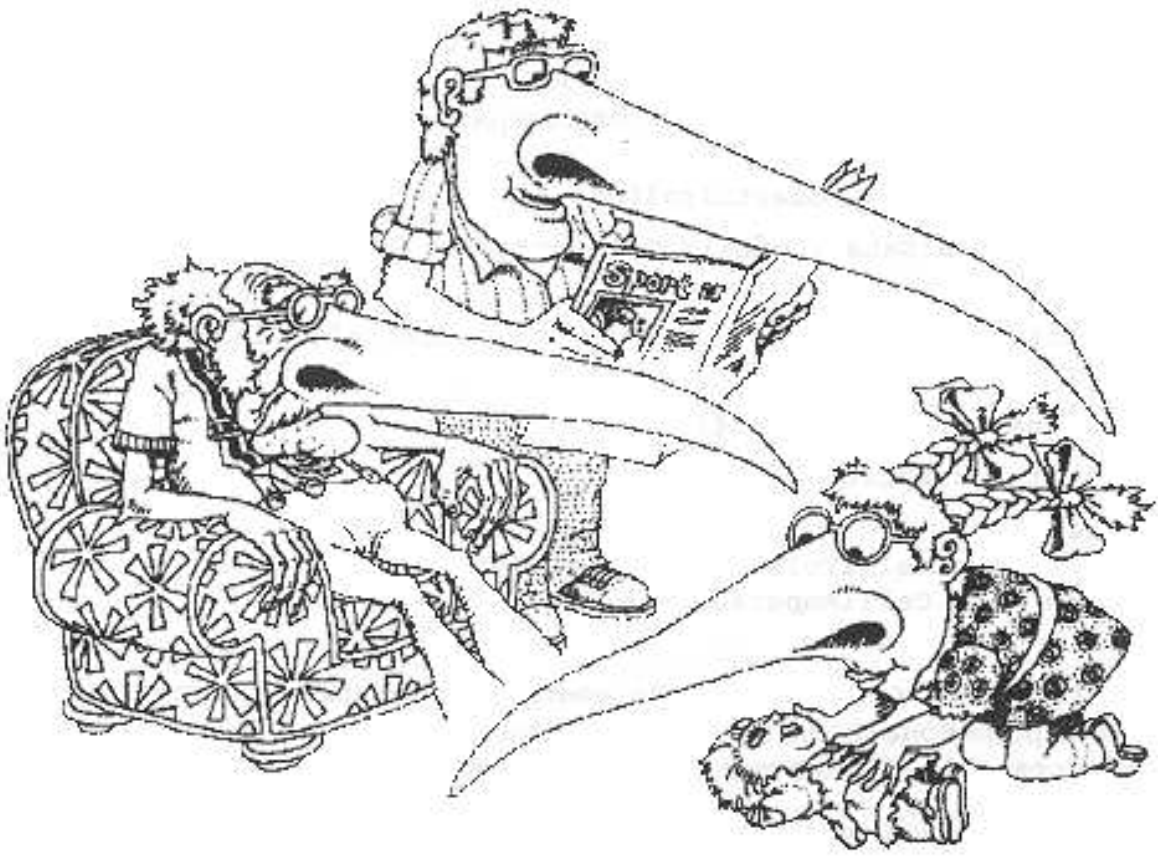
Любомир Чорбаджиев[1]
lchorbadjiev@elsys-bg.org

[1]Технологическо училище "Електронни системи"
Технически университет, София

12 февруари 2006 г.

Съдържание

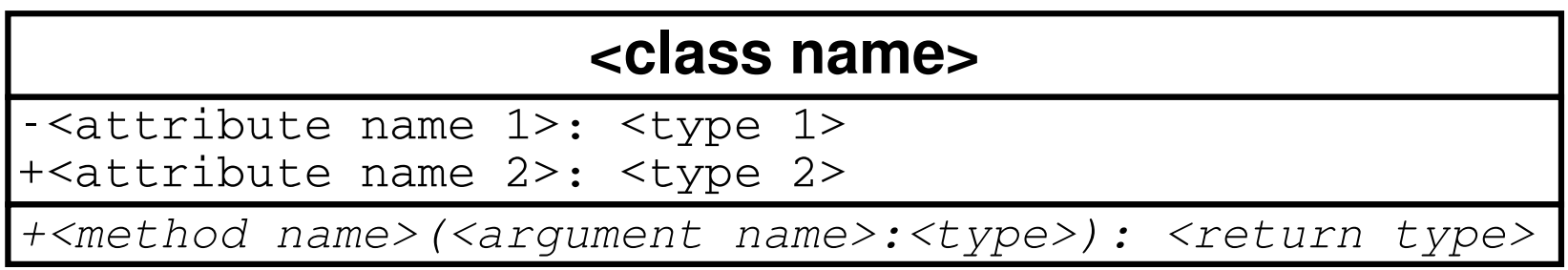
Наследяване



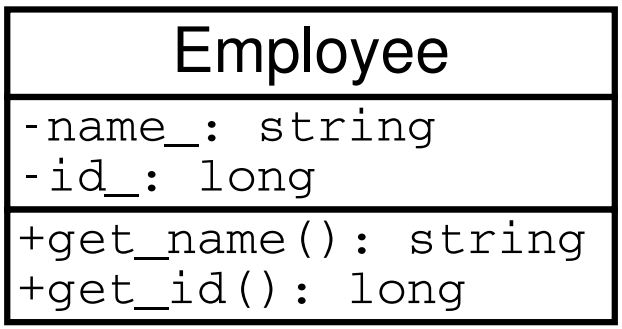
[1] Grady Booch, *Object Oriented Analysis and Design with Applications, 1991.*

UML

- UML – unified modeling language.
- Използва се за моделиране на обектно ориентирани програмни системи.
- Дефинира набор от различни видове диаграми.
- Най-често използваните диаграми са “клас диаграмите”.

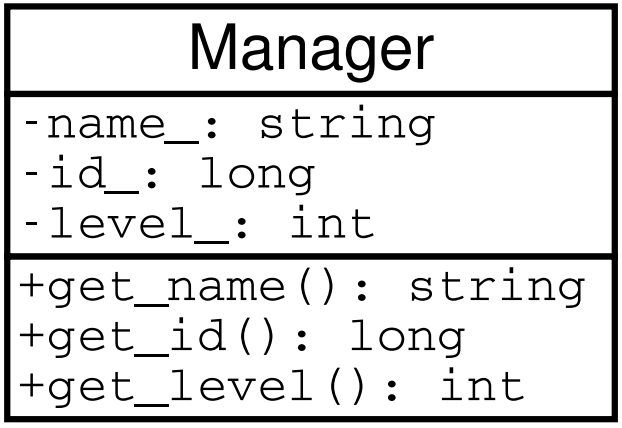


Клас Employee



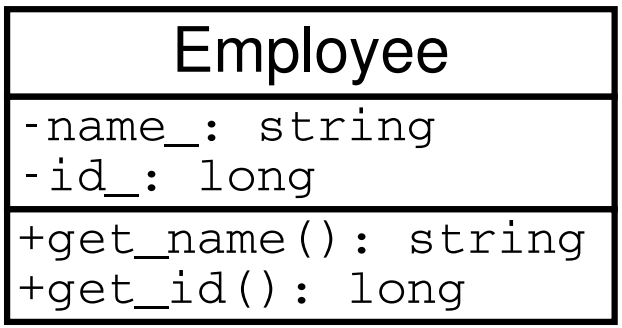

```
1  class Employee {
2    string name_;
3    long id_;
4  public:
5    Employee(string name,
6             long id)
7      :name_(name),id_(id)
8    {}
9    string get_name() const;
10   long get_id() const;
11 };
```

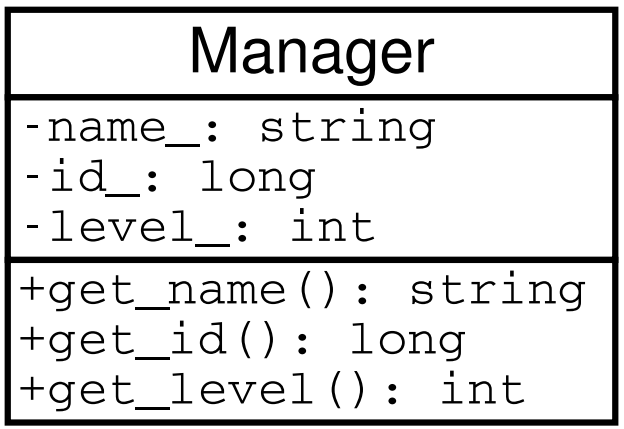
Клас Manager




```
1  class Manager {
2    string name_;
3    long id_;
4    int level_;
5  public:
6    Manager(string name,
7            long id,
8            int level)
9      :name_(name), id_(id),
10     level_(level)
11   {}
12   string get_name() const;
13   long get_id() const;
14   int get_level() const;
15 };
```

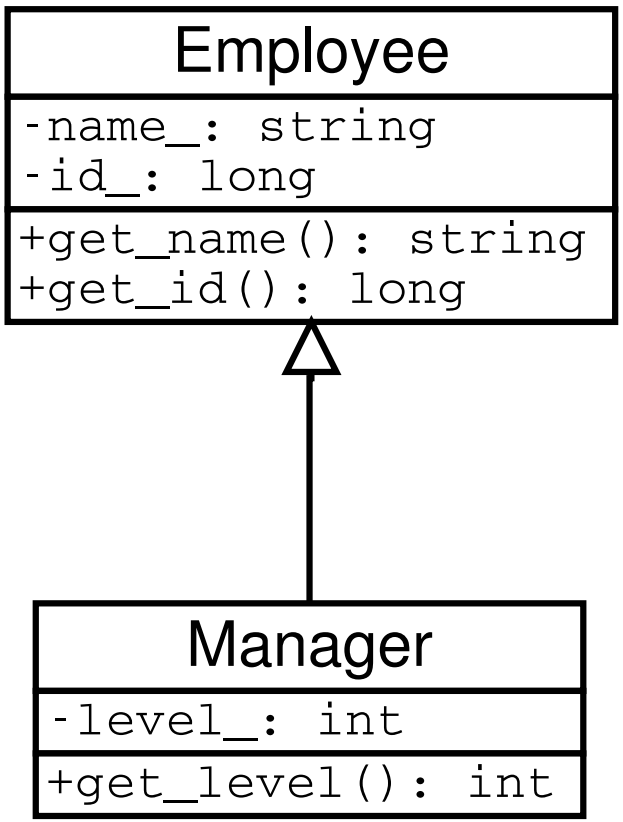
Класовете Employee и Manager





- Мениджърът (Manager) е вид работник (Employee).
- Класът Manager притежава всички атрибути и методи на класа Employee.
- Освен атрибутите и методите на класа Employee, класът Manager притежава някои допълнителни свойства:
  - ниво в йерархията (level_);
  - група от подчинени;
  - ...

Наследяване



- За да се моделира подобен вид отношение между класовете в обектно-ориентираното програмиране се използва **наследяване**.
- Класът `Employee` се нарича **базов клас** или **супер клас**.
- Класът `Manager` се нарича **производен клас** или **наследник**.

Наследяване в C++

```
1  class Employee {
2    string name_;
3    long id_;
4  public:
5    Employee(string name,
6             long id)
7      :name_(name),id_(id)
8    {}
9    string get_name() const;
10   long get_id() const;
11 };
```

Наследяване в C++

```
1  class Manager: public Employee {
2    int level_;
3  public:
4    Manager(string name, long id, int level)
5    : Employee(name,id),
6      level_(level)
7    {}
8    int get_level(void) const;
9  };
```

- Повторно използване на кода (code reuse).
  - Методите `get_name()` и `get_id()` са дефинирани само веднъж — в класа `Employee`.
  - Класът `Manager` също има методи `get_name()` и `get_id()`, наследени от `Employee`.

Наследяване в C++

```
1  int main() {
2  Employee e1("Иван Работников", 8101011);
3  Manager m1("Шеф Иванов", 8012121, 1);
4  //...
5  Employee* employee_list[10];
6  employee_list[0]=&e1;
7  employee_list[1]=&m1;
8  //...
9  Manager* manager_list[10];
10 manager_list[0]=&m1;
11 manager_list[1]=&e1;// error!!!
12
13  return 0;
14 }
```

Наследяване в C++

- Наследяването на `Manager` от `Employee` превръща `Manager` в подтип на `Employee`.
- `Manager` е `Employee` и поради това `Manager*` може да се използва навсякъде, където трябва да се използва `Employee*`.
- Обратното, обаче, не е вярно; не всеки `Employee` е `Manager` и следователно `Employee*` не може да замести използването на `Manager*`.

Наследяване в C++

```
1  class Employee;
2
3  class Manager: public Employee { // error!!!
4    //...
5  };
```

- За да може един клас да се използва като базов клас, той трябва да е дефиниран и неговата дефиниция да е видима при декларирането на производния клас.
- В ред 3 е допусната грешка: класът `Employee` само е деклариран, но неговата дефиниция липсва.

Методи

```
1  class Employee {
2    string name_;
3    long id_;
4  public:
5    Employee(string name, long id)
6    : name_(name), id_(id)
7    {}
8    string get_name(void) const;
9    long get_id(void) const;
10   void print(void) const;
11 };
```

Методи

```
1  class Manager: public Employee {
2    int level_;
3  public:
4    Manager(string name, long id, int level)
5    : Employee(name,id),
6      level_(level)
7    {}
8    int get_level(void) const;
9    void print(void) const;
10 };
```

Методи

- Ще разгледаме дефиницията на метода `print()` в класа `Manager`.
- Методите на класа наследник имат достъп до публичните (public) и защитените (protected) член-променливи и методи на базовият клас

```
1 void Manager::print(void) const {
2   cout<<"Name: "<<get_name()<<endl;
3 }
```

- Методите на класа наследник **нямат** достъп до скритите (private) член-променливи и методи на базовият клас

```
1 void Manager::print(void) const {
2   cout<<"Name: "<<name_<<endl;// грешка!!
3 };
```

Методи

- При реализацията на производен клас трябва да сее използват само публичните методи и член-променливи на базовия клас.
- Като компромис могат да се използват защитени (**protected**) член-променливи и методи.
- Защитените членове на базовия клас се държат като публични (**public**) за членовете на производните класове и като скрити (**private**) за всички останали функции.

- В базовия и производния класове може да се дефинират методи с еднакви имена.
- В класовете `Employee` и `Manager` е дефиниран метод с едно и също име — `print()`.
- Когато в класа наследник искаме да използваме метода `print()`, дефиниран в базовият клас, трябва да използваме пълното му име.

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

- Следната дефиниция е некоректна (безкрайна рекурсия):

```
1 void Manager::print(void) const {
2   print();
3   //...
4 }
```

Конструктори

- При създаване обект от производен клас: първо се създава базовият клас, след това се създават член-променливите на производния клас и след това самият производен клас.

```
1  class Manager: public Employee {
2    int level_;
3  public:
4    Manager(string name, long id, int level)
5    : Employee(name,id),
6      level_(level)
7    {}
8    ...
9  };
```

Конструктори

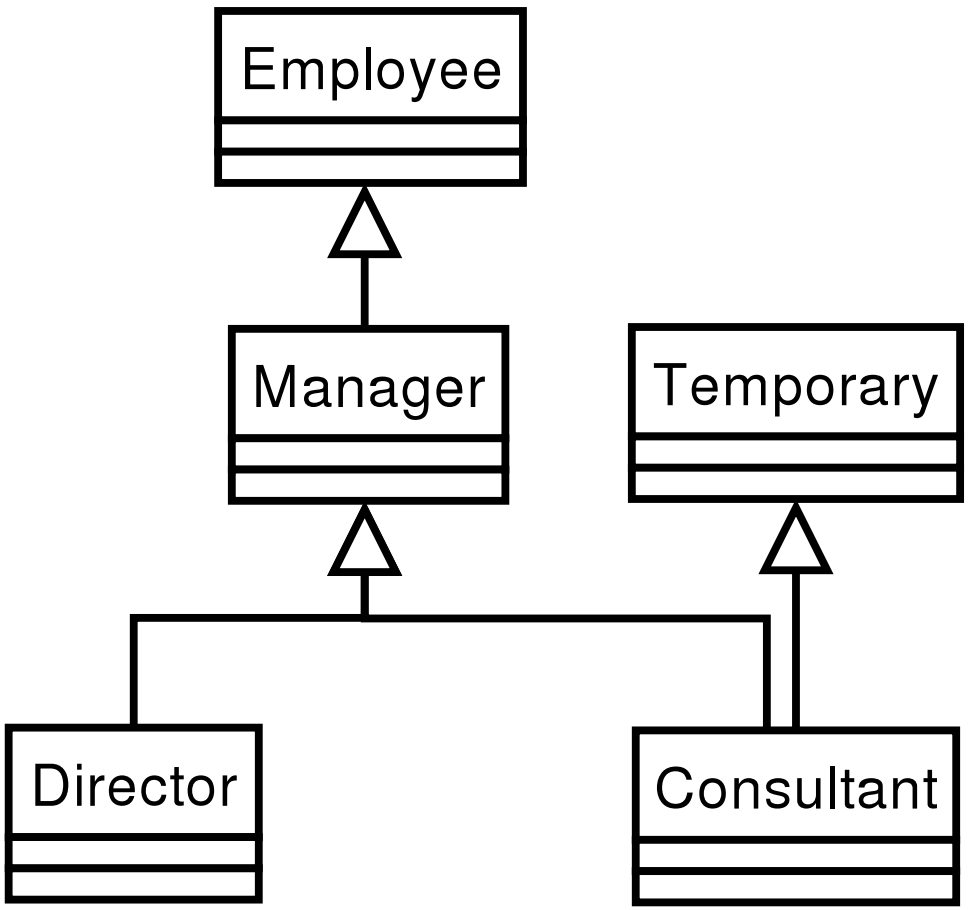
- В конструктора на производния клас могат да се инициализират член-променливите, които са декларирани в производния клас.
- Не е възможно да се инициализират директно член-променливите на базовия клас.
- Ако базовият клас няма конструктор по подразбиране, то в производния клас задължително трябва да се извика конкретен конструктор на базовият клас.
- Ако в производния клас не е изрично указано кой конструктор на базовия клас трябва да се извика, то ще се извика конструкторът по подразбиране на базовия клас.

Конструктори

```
1  class Manager:public Employee {
2  //...
3  };
4  Manager::Manager(string name, long id,
5                   int level)
6    : name_(name),
7      id_(id),
8      level_(level)
9  {...}
```

Колко са грешките в дефиницията на конструктора на класа Manager?

Йерархия от класове



Йерархия от класове

```
1 class Employee{/*...*/};
2 class Temporary{/*...*/};
3 class Manager:public Employee {/*...*/};
4 class Director: public Manager {/*...*/};
5 class Consultant: public Manager,
6                    public Temporary{
7   /*...*/};
```

Заместване на функции

```
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  };
```

Заместване на функции

```
1  Employee e1("Иван Работников", 8101011);
2  Manager m1("Шеф Иванов", 8012121, 1);
3  //...
4  vector<Employee*> employee_list;
5  employee_list.push_back(&e1);
6  employee_list.push_back(&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 дефинира функция, която да разпечатва на стандартния изход данните за всички работници.
- Нека разгледаме следната примерна реализация:

```
1 vector<Employee*> v;
2 ...
3 for(vector<Employee*>::iterator it=v.begin();
4     it!=v.end(); ++it){
5       (*it)->print();
6 }
```

- В тази функция в ред 5 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.

```
1 class Employee {
2 public:
3   enum EmployeeType {E, M};
4   EmployeeType employee_type;
5 private:
6   ...
```

Член-променлива за типа

```
1  public:
2    Employee(string name, long id)
3    : employee_type(E),
4      name_(name),
5      id_(id)
6    {}
7    ...
8  };
```

Член-променлива за типа

```
1  class Manager:public Employee {
2    ...
3  public:
4    Manager(string name, long id, int level)
5    : Employee(name, id),
6      level_(level)
7    {
8      employee_type=Employee::M;
9    }
10 };
```

Член-променлива за типа

```
1  void print_all(vector<Employee*>& v){
2    for(vector<Employee*>::iterator
3          it=v.begin();
4          it!=v.end();++it){
5        if((*it)->employee_type==Employee::M){
6          // print manager
7        }
8        else {
9          // print employee
10       }
11   }
12 }
```

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

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

Виртуални функции

```
1  class Manager:public Employee {
2    int level_;
3  public:
4    Manager(string name, long id, int level)
5    : Employee(name, id),
6      level_(level)
7    {}
8    void print(void) const {
9      Employee::print();
10     cout << "\tlevel:" << level_ << endl;;
11   }
12 };
```

Виртуални функции

```
1  void print_all(vector<Employee*>& v){
2    for(vector<Employee*>::iterator
3          it=v.begin();
4          it!=v.end();++it){
5        (*it)->print();
6    }
7  }
```

Виртуални функции

```
1  int main(int argc, char* argv[]){
2    Employee e("Brown", 81010110L);
3    Manager m("Smith", 80121212L, 1);
4
5    vector<Employee*> employees;
6    employees.push_back(&e);
7    employees.push_back(&m);
8
9    print_all(employees);
10   return 0;
11 }
```

Виртуални функции

- Функцията `Manager::print()` замества (override) функцията в базовия клас `Employee::print()`;
- Функцията в базовия 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 действителния тип на променливата.

```
1 void print_all(vector<Employee*>& v){
2   for(vector<Employee*>::iterator
3         it=v.begin();
4         it!=v.end();++it){
5       (*it)->print();
6   }
7 }
```

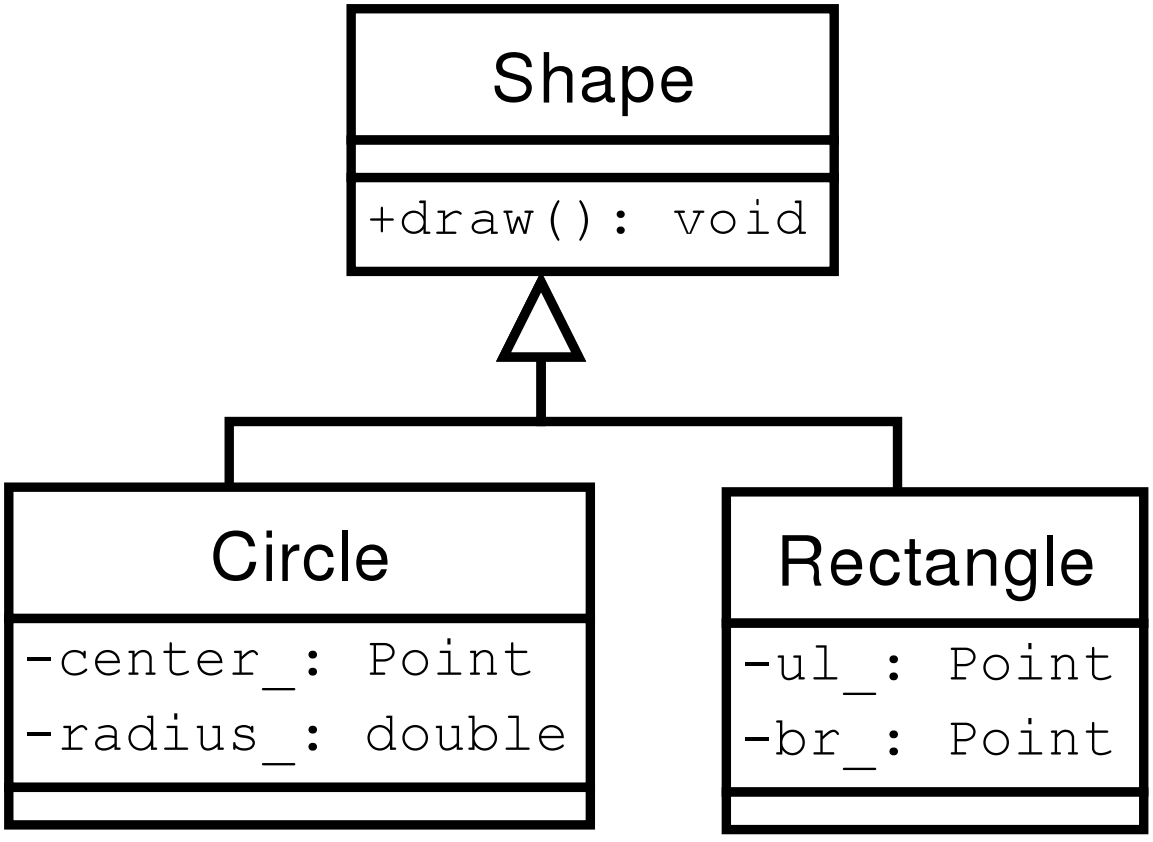
Виртуални функции

- 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.

Виртуални функции

- 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



Абстрактни класове

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

- В ред 3 е дефинирана **чисто виртуална** функция.
- Класове, в които са дефинирани една или повече чисто виртуални функции се наричат **абстрактни**.

Абстрактни класове

- Не е възможно да се създаде обект от абстрактен клас:

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

- Абстрактните класове се използват за дефиниране на интерфейса на йерархия от класове.
- Чисто виртуалните функции, които не са определени в производните класове остават чисто виртуални. Това означава, че е възможно и базовият и производният клас да бъдат абстрактни.

Абстрактни класове

```
1  class Shape {
2  public:
3    virtual void draw(void) const=0;
4  };
5
6  class Circle: public Shape {
7    Point center_;
8    int radius_;
9  public:
10   Circle(const Point& center, int radius)
11     : center_(center), radius_(radius)
12   {}
```

Абстрактни класове

```
1    void draw(void) const {
2      cout << "Circle::draw(";
3      center_.print();
4      cout << ",␣" << radius_ << ")" << endl;
5    }
6  };
7  class Rectangle: public Shape {
8    Point ul_;
9    Point br_;
10 public:
```

Абстрактни класове

```
1    Rectangle(const Point& ul, const Point& br)
2      : ul_(ul), br_(br)
3    {}
4    void draw(void) const {
5      cout << "Rectangle::draw(";
6      ul_.print();
7      cout << ",␣";
8      br_.print();
9      cout << ")" << endl;
10   };
11 };
```

Абстрактни класове

```
1  class Drawing {
2    list<Shape*> shapes_;
3  public:
4    ...
5    void draw(void) const {
6      for(list<Shape*>::const_iterator
7            it=shapes_.begin();
8            it!=shapes_.end();++it){
9        (*it)->draw();
10     }
11   };
12 };
```

Динамично преобразуване

- C++ поддържа RTTI — 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 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 }
```