Язык C++

ООП. Наследование, Полиморфизм

Наследование

```
class CPerson {
public:
  CPerson(const std::string& name, unsigned yearOfBirth)
      : yearOfBirth_(yearOfBirth)
      , name_(name)   {}

  unsigned age() const {
       const std::chrono::time_point now{std::chrono::system_clock::now()};
       const std::chrono::year_month_day ymd{std::chrono::floor<std::chrono::days>(now)};

       return static_cast<int>(ymd.year()) - yearOfBirth_;
  }
  const std::string& name() const {
      return name_;
  }
 private:
  std::string name_;
  unsigned yearOfBirth_;
};
```

Наследование

- позволяет описать новый класс на основе уже существующего с частично или полностью заимствующейся функциональностью. Класс, от которого производится наследование, называется базовым, родительским или суперклассом. Новый класс — потомком, наследником, дочерним или производным классом.
- **полиморфизм подтипов, is-a relationship**
- обеспечивает повторное использование кода (следствие но не причина)
- множественное наследование

Наследование

```
class CStudent : public CPerson {
public:
   CStudent(const std::string& name, unsigned age, const std::string& university)
       : CPerson(name, age)
       , university_(university)
   {}
private:
   std::string university_;
};
```

Наследование

Наследник:

- Хранит в себе родителя
- Сохраняет методы родителя*
- Приведение к базовому классу (slicing)
- Модификаторы доступа

Constructor\Destructor order

Наследование

Specifiers	Within Same Class	In Derived Class	Outside the Class
Private	Yes	No	No
Protected	Yes	Yes	No
Public	Yes	Yes	Yes

Наследование

```
class CStudent : public CPerson {
public:
   CStudent(const std::string& name, unsigned yearOfBirth, const std::string& university)
       : CPerson(name, yearOfBirth)
       , university_(university)
   {}

   const std::string& university() const {
       return university_;
   }

   void Hello() const {
       std::cout << "Hello. I'am " << name() << " I'am from " << university_ << std::endl;
   }

private:
   std::string university_;
};
```

Наследование

```
// CBudgetStudent is a CStudent. CStudent is a CPerson

class CBudgetStudent : public CStudent {
public:
    CBudgetStudent(const std::string& name, unsigned yearOfBirth,
                   const std::string& university, unsigned sallary)
       : CStudent(name, yearOfBirth, university)
       , sallary_(sallary)
    {}

private:
   unsigned sallary_;
};
```

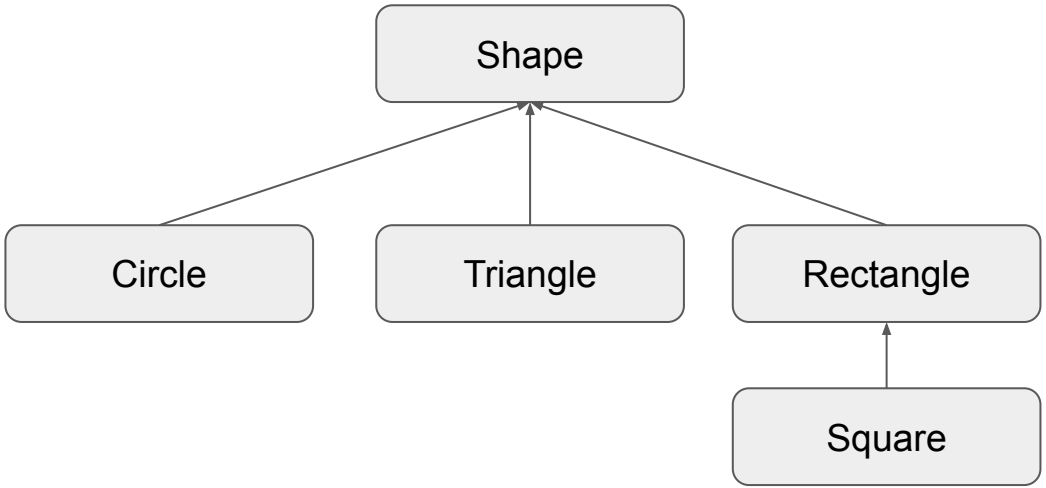
is-a relationship

```
void Hello(const CPerson& p) {
   p.Hello();
}

int main() {
   CBudgetStudent st = {"Ivan Ivanov", 2002, "ITMO", 20000};
   Hello(st);
   return 0;
}
```

Наследование, устройство в памяти

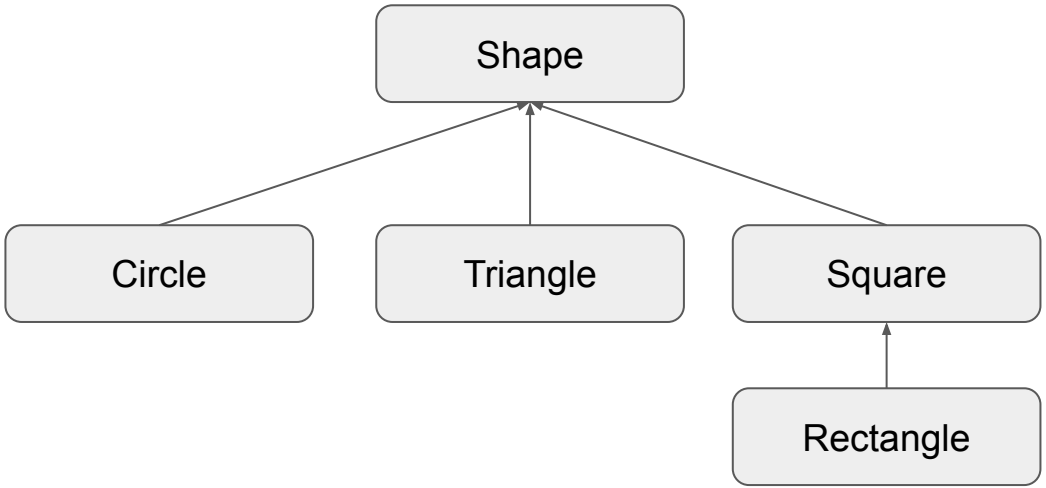
```
int main(int, char**) {
   std::cout << "sizeof(CPerson): " << sizeof(CPerson) << std::endl;
   std::cout << "sizeof(CStudent): " << sizeof(CStudent) << std::endl;
   std::cout << "sizeof(CBudgetStudent): " << sizeof(CBudgetStudent) <<
std::endl;
}
```

Иерархия геометрических фигур



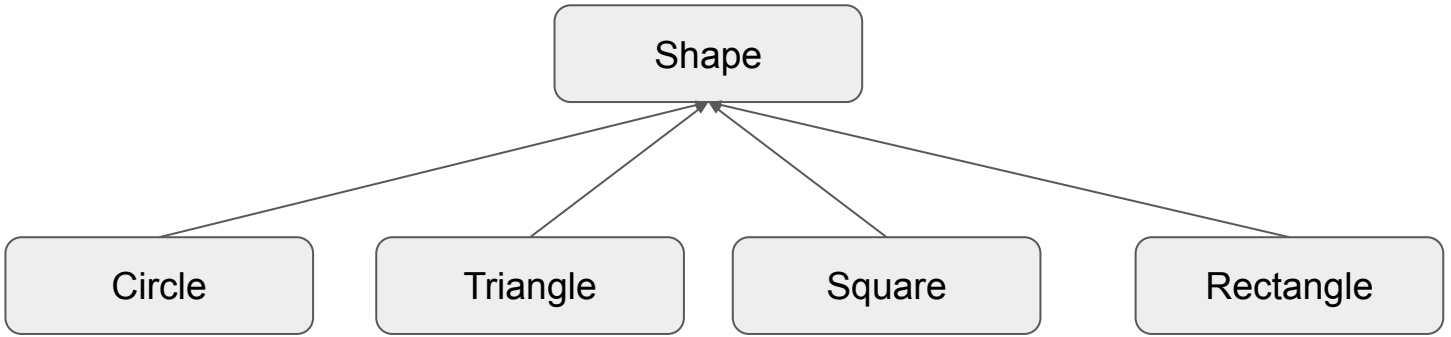

```
void double_width(Rectangle& r)
{
  r.setWidth(r.width*2);
}
```

Иерархия геометрических фигур




```
double area(Square& s) {
  return s.width() * s.width();
}
```

Иерархия геометрических фигур



Множественное наследование

```
class CEmployee : public CPerson {
public:
   CEmployee(const std::string& name, int yearOfBirth, unsigned sallary)
       : CPerson(name, yearOfBirth)
       , sallary_(sallary)
   {}

private:
   unsigned sallary_ ;
};
```

Множественное наследование

```
class CIntern : public CEmployee, public CBudgetStudent {
public:
   CIntern(
        const std::string& name,
        int yearOfBirth,
        const std::string& university,
        unsigned universSallary,
        unsigned workSallary
   )
        : CEmployee(name, yearOfBirth, workSallary)
        , CBudgetStudent(name, yearOfBirth, university, universeSallary)
   {}
};
```

Множественное наследование

```
int main(int, char**) {
    std::cout << "sizeof(CPerson): " << sizeof(CPerson) << std::endl;
    std::cout << "sizeof(CStudent): " << sizeof(CStudent) << std::endl;
    std::cout << "sizeof(CBudgetStudent): " << sizeof(CBudgetStudent) << std::endl;

    std::cout << "sizeof(CEmployee): " << sizeof(CEmployee) << std::endl;
    std::cout << "sizeof(CIntern): " << sizeof(CIntern) << std::endl;
}
```

Diamond Problem

```
int main(int, char**) {
    CIntern intern("Ivan Ivanov", 2002, "ITMO", 20000, 50000);

    intern.Hello();

    // std::cout << intern.name();  compile-time error

    std::cout << intern.CEmployee::name() << std::endl;
    std::cout << intern.CBudgetStudent::name() << std::endl;
    return 0;
}
```

Проблемы множественного наследования

```
class CEmployee : public CPerson {
public:
   void IncreaseSallary() {
       sallary_ += 1000;
   }
protected:
   unsigned sallary_ ;
};

class CBudgetStudent : public CStudent {
public:
   void IncreaseSallary() {
       sallary_ += 1000;
   }

protected:
  unsigned sallary_;
};
```

```
class CIntern : public CEmployee, public CBudgetStudent {
public:
   using CEmployee::IncreaseSallary;

   unsigned Sallary() const {
       return CEmployee::sallary_ + CBudgetStudent::sallary_;
   }
};

int main(int, char**) {
   CIntern intern("Ivan Ivanov", 2002, "ITMO", 20000, 50000);

   intern.IncreaseSallary();
   std::cout << intern.Sallary() << std::endl;

   return 0;
}
```

Полиморфизм

- *свойство системы, позволяющее использовать объекты с одинаковым интерфейсом без информации о типе и внутренней структуре объекта*.

Динамический полиморфизм

- Позднее и раннее связывание
- Виртуальные функции

Виртуальные функции

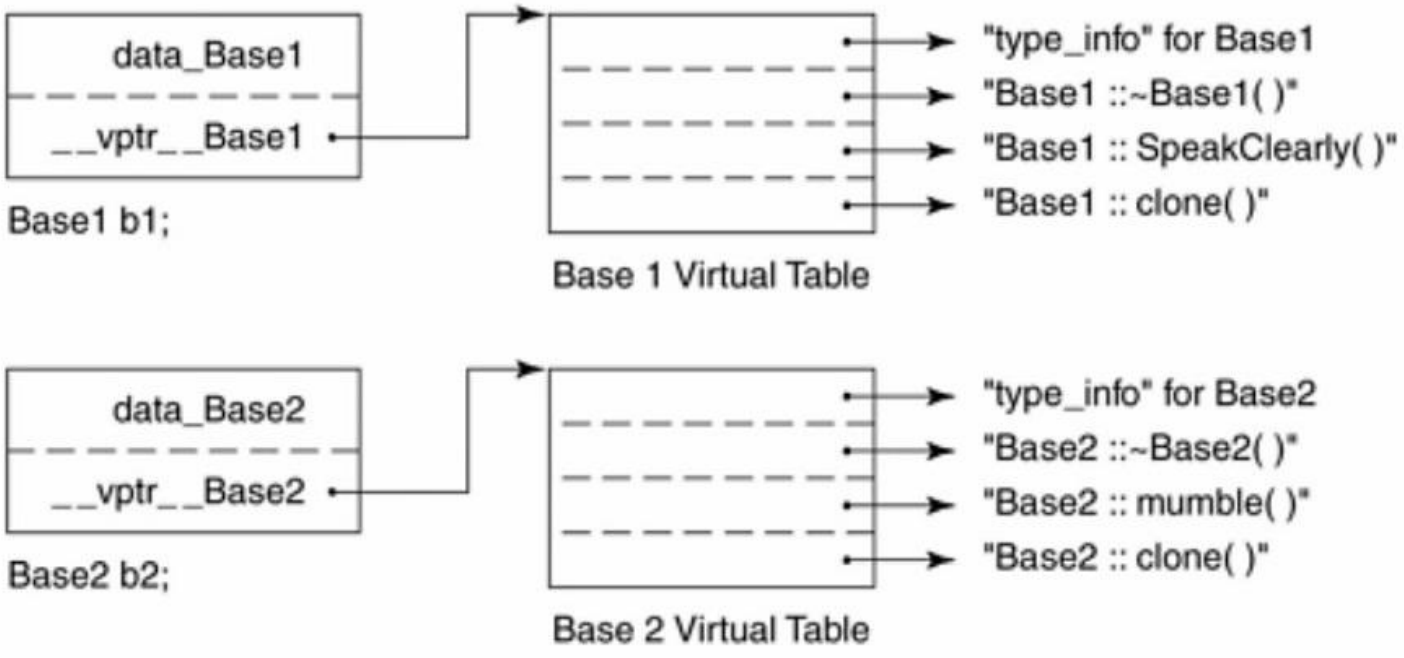
```
class CConsoleLogger : public ILogger {
public:
    void Log(const char* message) {
        std::cout << message << std::endl;
    }
};
```

Виртуальные функции

```
class CFileLogger : public ILogger {
public:
   CFileLogger(const char* filename)
       : stream_(filename)
   {}

   ~CFileLogger() {
       stream_.close();
   }

   CFileLogger(const CFileLogger&) = delete;
   CFileLogger& operator=(const CFileLogger&) = delete;

   void Log(const char* message) {
       stream_ << message << std::endl;
   }
private:
   std::ofstream stream_;
}
```

Таблица виртуальных функций

- Таблица заводится для любого класс с виртуальной функции
- Вызов виртуального метода — это вызов метода по адресу из таблицы
-
- Стандарт не определяет механизм реализации виртуальных функций, однако большинство компиляторов реализуют именно таблицу вирутальных функций


data_Base1
__vptr__Base1
Base1 b1;
"type_info" for Base1
"Base1 ::~Base1( )"
"Base1 :: SpeakClearly( )"
"Base1 :: clone( )"
Base 1 Virtual Table
data_Base2
__vptr__Base2
Base2 b2;
"type_info" for Base2
"Base2 ::~Base2( )"
"Base2 :: mumble( )"
"Base2 :: clone( )"
Base 2 Virtual Table

final / override

Virtual destructor

```
class Base {
public:
   Base() { std::cout << "Base\n"; }
   virtual ~Base() { std::cout << "~Base\n"; }
};

class Derrived : public Base {
public:
   Derrived() { std::cout << "Derrived\n"; }
   ~Derrived() { std::cout << "~Derrived\n";}
};

int main(int, char**) {
   Base * d = new Derrived;
   delete d;

  return 0;
}
```

Абстрактный класс

- класс экземпляр которого не может быть создан
- обычно используется в качестве базового класса
- содержит хотя бы 1 ***pure virtual function*** (чисто виртуальную функцию)

```
class ILogger {
public:
    virtual void Log(const std::string& msg) = 0; // pure virtual function
    virtual ~ILogger() = default;
};

int main(int, char**) {
   ILogger log;  // Error : variable type 'ILogger' is an abstract class
   return 0;
}
```

Коллекции полиморфных объектов

Virtual Friend Function Idiom

```
class Base {
public:
    virtual ~Base() = default;
    friend std::ostream& operator<<(std::ostream& stream, const Base& value);
protected:
    virtual void printImpl(std::ostream& stream) const {
        stream << "Base\n";
    }
};

std::ostream& operator<<(std::ostream& stream, const Base& value) {
    value.printImpl(stream);
    return stream;
}
```

Virtual Friend Function Idiom

```
class Derrived : public Base {
protected:
    void printImpl(std::ostream& stream) const override {
        stream << "Derrived\n";
    }
};
```

Стоимость виртуальных функций

- Лишнее обращение к таблице вместо явного адреса
- Не возможно сделать inline optimization
- Для коллекций объектов - они всегда в куче
- Порядок объектов также может влиять на скорость

ООП

- Абстракция
- Инкапсуляция
- Наследование
- Полиформизм