Кратък обзор на езика C++
(Rev: 1.3)

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

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

25 септември 2007 г.

Съдържание

Дефиниране на структура

- *Структурата* представлява съвкупност от една или повече променливи, които могат да от различни типове. Дефиницията на структура има следния синтаксис:
  - Заглавна част, която се състои от ключовата дума **struct** последвана от името на структурата.
  - Тяло, в което се описват членовете на структурата. Тялото на дефиницията е оградено от фигурни скоби и *задължително* трябва да бъде последвано от точка и запетая ‘;’.

Пример за дефиниране на структура

- В следващия фрагмент е дефинирана структурата `person`:

```
1 struct person {
2   char* name;
3   int age;
4 };
```

- Името на структурата `person` се превръща в име на тип и могат да се дефинират променливи.

```
6 person somebody;
```

- За инициализирането на структура се използва запис, подобен на инициализацията на масив.

```
9 person anybody={"pesho",18};
```

Достъп до членове на структура

- Достъпът до членовете (полетата) на структурата се осъществява с използването на оператора . (точка).

```
7 somebody.name="ivan";
8 somebody.age=16;
```

- Когато достъпът до структурата се извършва чрез указател, то членовете на структурата са достъпни чрез оператора ->.

```
11 void dump(person* ptr) {
12   cout << ptr->name << endl
13        << ptr->age << endl;
14 }
```

Класове

- В езика C++ има няколко начина за дефиниране на типове от потребителя. Едната възможност е да се изоплзват разгледаните вече структури **struct**. Другата възможност е да се използват класове.
- Механизмът на класовете в C++ разполага с изключително богати възможности, което позволява дефинираните от потребителя типове да бъдат точно толкова мощни и изразителни, колкото и вградените в езика типове.

Дефиниция на клас

- Дефиницията на клас в езика C++ се състои от две части — *заглавна част* и *тяло*.

- Пример:

```
class Point {/*...*/};
class Rectangle {/*...*/} r1, r2;
```

- В тялото на класа се дефинира списъкът от членове на класа и нивото на достъп до тях. Класовете имат два вида членове: *член-променливи* и *член-функции*.

Член-променливи

- За да стане една променлива член на класа, то тя трябва да бъде дефинирана в тялото на класа.
- Пример:

```
1 class Point {
2   double x_;
3   double y_;
4 };
```

- Пример:

```
1 class Rectangle {
2   Point bl_, ur_;
3 };
```

Член-променливи

- Член-променливите не могат да бъдат инициализирани при тяхното дефиниране.

```
1 class Foo {
2   int bar_=42; // Грешка!
3 };
```

- При дефинирането на член-променлива не се заделя памет. Заделянето на памет и инициализирането на член-променливите се извършва едва при създаването на обект от дадения клас.

Член-функции

- *Член-функциите* реализират множеството от операции, които могат да се извършват върху обектите от даден клас.
- За да стане една функция член на класа, тя трябва да бъде декларирана в тялото на класа.
- Член-функциите могат да се дефинират в тялото на класа.

```
1 class Point {
2   ...
3   void set_x(double x);
4   int get_x() {return x_;}
5 };
```

Модификатори за достъп

- *Капсулирането (скриването на информацията)* е механизъм който предпазва вътрешното представяне на данните.
- Класовете в C++ имат силно развит механизъм за скриване на информацията. В основата му са спецификаторите за достъп — **public**, **private** и **protected**.
- *Публичните членове* на класа са достъпни от всички точки на програмата.
- *Скритите членове* на класа са достъпни само в член-функциите на класа и в *приятелите* на класа.
- *Защитените членове* се държат като публични за членовете на производните класове и като скрити за всички останали точки на програмата.

Модификатори за достъп: пример

```
1 class Point {
2   double x_, y_;
3 public:
4   void set_x(double x){x_=x;}
5 };
6 Point p1, p2;
7 p1.set_x(10.0);
8 p2.x_=10.0;// грешка
```

Обекти

- Дефиницията на класа може да се разглежда като шаблон, по който се създават обекти.
- Дефинирането на клас създава нов тип в областта на видимост, в която е направена дефиницията.
- За да се дефинира обект от даден клас, трябва да се дефинира променлива от съответния тип.
- При дефиниране на променлива от типа на даден клас се създава обект (екземпляр, инстанция) от класа. Всеки обект притежава собствено копие на член-променливите на класа.

Обекти

```
1 class Point {
2   double x_, y_;
3 public:
4   void set_x(double x) { x_=x;}
5   double get_x(void) {return x_;}
6 };
```

```
1 Point p1, p2;
2 p1.set_x(10);
3 p2.set_x(20);
4 p1.get_x();
5 p2.get_x();
```

Структури и класове

```
class s {
public:
  //...
};
```

```
struct s {
  //...
};
```

```
class Foo1 {
  int bar_;
public:
  Foo1(int bar);
  int get_bar(void);
};
```

```
struct Foo2 {
private:
  int bar_;
public:
  Foo2(int bar);
  int get_bar(void);
};
```

Конструктори

- Член-променливите не могат да се инициализират при тяхната дефиниция. Инициализирането на член-променливите трябва да се извърши при създаване на обекти.
- За инициализиране на член-променливите на обектите от даден клас се използва специализирана член-функция, която се нарича *конструктор*.
- При създаването на всеки обект се вика конструктор, който инициализира член-променливите на обекта. Извикването на конструктора се извършва автоматично при създаването на обект.

Конструктори

- Името на конструктора съвпада с името на самият клас.

```
1 class Point {
2   double x_,y_;
3 public:
4   Point(double x, double y); // конструктор
5   //...
6 };
```

- Ако конструкторът има аргументи, то те трябва да се предадат при създаването на обекта. Например:

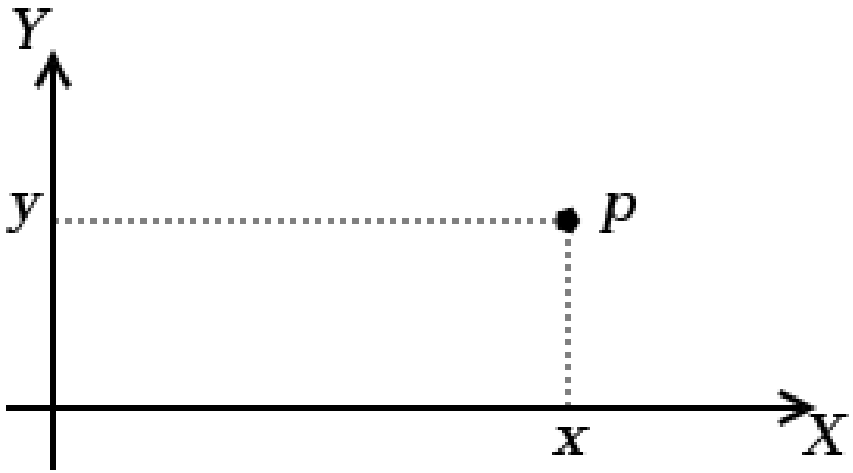
```
1 Point p1 = Point(1.0,1.0);
2 Point p2(2.0,2.0);
3 Point p3; // грешка
4 Point p4(4.0); // грешка
```

Конструктори

- Има възможност за един клас да се дефинират няколко конструктора, които се различават по аргументите, които им се предават.
- Конструктор, който се извиква без аргументи се нарича *конструктор по подразбиране*.

```
1 class Point {
2 public:
3   Point(double x, double y);
4   Point(void);
5 };
6 ...
7 Point p1(1.0,1.0);
8 Point p2;
```

Пример: точка в равнината



Фиг.: Декартови координати на точка в равнината

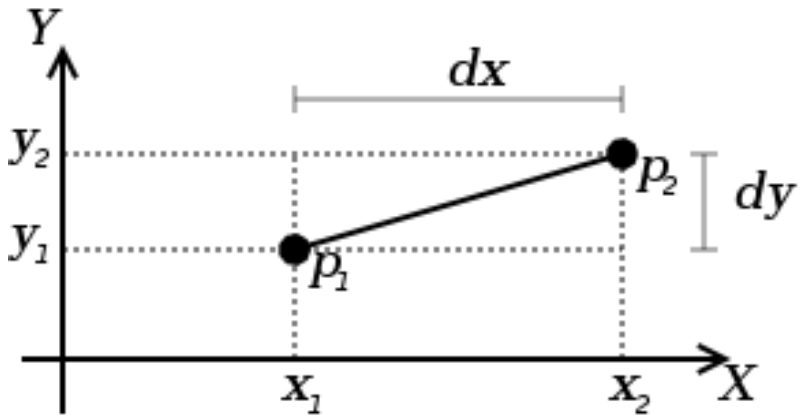
Пример: точка в равнината

```
1 #include <cmath>
2 using namespace std;
3
4 class Point {
5   double x_, y_;
6 public:
7   double get_x() {return x_;}
8   double get_y() {return y_;}
9   void set_x(double x) {x_=x;}
10  void set_y(double y) {y_=y;}
```

Пример: точка в равнината

```
12  Point(double x=0.0, double y=0.0) {
13    x_=x;
14    y_=y;
15  }
16
17  void add(Point other) {
18    x_+=other.x_;
19    y_+=other.y_;
20  }
21
22  void sub(Point other) {
23    x_-=other.x_;
24    y_-=other.y_;
25  }
```

Пример: точка в равнината




```
27   double distance(Point other) {
28     double dx=x_-other.x_;
29     double dy=y_-other.y_;
30     return sqrt(dx*dx+dy*dy);
31   }
32 };
```

Пример: точка в равнината

```
34 Point add(Point p1, Point p2) {
35   Point result(p1.get_x(),p1.get_y());
36   result.add(p2);
37   return result;
38 }
39
40 Point sub(Point p1, Point p2) {
41   Point result(p1.get_x(), p2.get_y());
42   result.sub(p2);
43   return result;
44 }
45
46 double distance(Point p1, Point p2) {
47   return p1.distance(p2);
48 }
```

Основни операции със стек

- Основните операции, които могат да се извършват с един стек са:
  - добавяне на нов елемент в стека — `push()`;
  - изваждане на последния добавен елемент от стека — `pop()`.
- Често стекът се нарича FILO (First In, Last Out) — първи влязъл, последен излязъл.

Реализация на стек

```
1 const int STACK_SIZE=10;
2 class Stack {
3   int data_[STACK_SIZE];
4   int top_;
5 public:
6   Stack() {
7     top_=0;
8   }
```

Реализация на стек

```
9   void push(int val) {
10    if(top_<STACK_SIZE) {
11      data_[top_++]=val;
12    }
13  }
14  int pop(void) {
15    if(top_>0) {
16      return data_[--top_];
17    }
18    return 0;
19  }
```

Реализация на стек

```
20    bool is_empty() {
21      return top_==0;
22    }
23    bool is_full() {
24      return top_==STACK_SIZE;
25    }
26  };
```

Използване на стек

```
28 int main(int arch, char* argv[]) {
29   char* msg="Hello!";
30   char buff[10];
31   Stack st;
32   for(char* p=msg;*p!='\0';p++)
33     st.push(*p);
34   char* p=buff;
35   while(!st.is_empty())
36     *p++=st.pop();
37   *p='\0';
38   return 0;
39 }
```

Пространство от имена

- Пространствата от имена (*namespaces*) са въведени в C++ като поддръжка на така нареченото модулно програмиране.
- По същество пространствата от имена позволяват изграждането на дървовидна структура от имена на идентификаторите в една C++ програма като по този начин намаляват риска от конфликт на имената.
- Пример: файлова система без директории.

Пространство от имена

- Когато размерът на една програма започне да нараства — конфликтите на имена започват да стават често явление.
- За решаването на този проблем в C++ са въведени пространствата от имена.
- Пространствата от имена могат да бъдат влагани едно в друго и да образуват йерахични структури от имена, подобни на файловата система. Такава йерархична структура от имена може лесно да предпази кода на една програма от конфликти на имената.

Дефиниране на пространство от имена

- За дефиниране на именувано пространство от имена се използва ключовата дума **namespace**. Например:

```
1 namespace elsys {
2   class Student {
3     ...
4   };
5 };
```

- Към едно пространство от имена винаги може да се добавят нови имена.

```
1 namespace elsys {
2   class Teacher {
3     ...
4   };
5 };
```

Използване на пространства от имена

- Идентификаторът може да се квалифицира пълно.

```
elsys::Teacher teacher;
```

- Идентификаторът може да бъде включен в текущата област на видимост, като се използва **using**-дефиниция.

```
using elsys::Teacher;
Teacher teacher;
```

- В текущата област на видимост могат да се включат всички идентификатори, дефинирани в рамките на дадено пространство от имена като се използва **using**-декларация.

```
using namespace elsys;
Teacher teacher;
Student student;
```

Пространство от имена std

- Повечето от типовете, променливите и функциите от стандартната C++ библиотека са дефинирани в пространството от имена std.
- Често срещана практика е, да се използва **using**-декларация за включване на идентификаторите от стандартното пространство от имена в текущата област на видимост.

```
#include <cmath>
#include <cstdlib>
using namespace std;
```

Входно/изходни операции

- Тъй като C++ и C са родствени езици, в една програма на C++ е напълно възможно да се използва стандартната C-библиотека за вход и изход.

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main(int argc, char* argv[]) {
4   printf("Hello world!\n");
5   return 0;
6 }
```

- В C++ входно/изходните операции са организирани като операции с потоци. При разработването на входно/изходната библиотека на C++ специално внимание е обърнато на удобството и лекотата на използване на библиотеката.

Стандартни потоци за вход и изход

- Стандартните потоци за вход и изход са декларирани в заглавния файл `<iostream>`.
- Потоците за вход и изход и операциите с тях са дефинирани в пространството от имена `std`.
- Стандартния поток за изход е `cout`.

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 int main(int argc, char* argv[]) {
5   cout << "Hello world!" << endl;
6   return 0;
7 }
```

Стандартен поток за изход cout

- В един израз могат да се комбинират няколко оператора за изход.

```
cout << "Hello" << "␣" << "world!" << endl;
```

- С един оператор за изход могат да се извеждат различни типове данни. Например:

```
cout << "The␣answer␣is␣" << 42 << endl;
```

- За извеждане на край на реда се използва `endl`.

Стандартен поток за вход cin

- Стандартния поток за вход е cin. Операторът за четене от потока е >>.
- Потокът за вход може да обработва последователност от различни по тип променливи.

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 int main(int argc, char* argv[]) {
5   int number1, number2;
6   cin >> number1 >> number2;
7   cout << "number1=" << number1 << endl
8        << "number2=" << number2 << endl;
9   return 0;
10 }
```

Обработка на грешки

- По време на изпълнение на програмата дадена функция може да открие възникването на ненормална, грешна ситуация.
- Причината за възникването на такава ситуация може да бъде различна — неправилни входни данни, препълване на диска, изчерпване на наличната динамична памет, невъзможност да се отвори файл и т.н.
- По какъв начин функцията трябва да реагира на такава ситуация?

Обработка на грешки

- C-подход: функцията, открила ненормална ситуация да върне резултат, който сигнализира за наличието на грешка.
- Голяма част от функциите в стандартната C библиотека са организирани точно по този начин.

```
FILE* fopen(const char* filename,
            const char* mode);
int fputc(int c, FILE* file);
int fputs(const char* str, FILE* file);
int fgetc(FILE* file);
```

Обработка на грешки в класа Stack

Първоначална версия — липсва обработка на грешки.

```
1  class Stack {
2  ...
3  public:
4  ...
5    void push(int val) {
6      if(top_<STACK_SIZE) {
7        data_[top_++]=val;
8      }
9    }
10 ...
11 };
```

Обработка на грешки в класа Stack

```
1  int push(int val) {
2    if(top_<STACK_SIZE) {
3      data_[top_++]=val;
4      return 0;
5    }
6    return -1;// Грешка: стека е пълен
7  }
```

Обработка на грешки в класа Stack

Първоначална версия — липсва обработка на грешки.

```
1  class Stack {
2  ...
3  public:
4  ...
5    int pop(void) {
6      if(top_>0) {
7        return data_[--top_];
8      }
9      return 0;
10   }
11 ...
12 };
```

Обработка на грешки в класа Stack

```
1  int pop(int& val) {
2    if(top_>0) {
3      val=data_[--top_];
4      return 0;
5    }
6    return -1;// Грешка: стека е празен
7  }
```

Обработка на грешки

- Разгледаният подход за обработка на грешки е тежък и тромав.
- При всяко извикване на функция, резултатът от тази функция трябва да изследва за възможни настъпили грешки. Това прави кода на програмата труден за разбиране и поддържане.
- Друг недостатък на разглеждания подход е, че в него няма стандарти. Това прави трудно еднотипното обработване на грешки.

Генериране и обработка на изключения

- Механизмът за обработката на изключения в C++ предоставя стандартни, вградени в езика средства за реагиране на ненормални, грешни ситуации по време на изпълнение програмата.
- Механизмът на изключенията предоставя еднообразен синтаксис и стил за обработка на грешки в програмата.
- Елиминира нуждата за изрични проверки за грешки и съсредоточава кода за обработка на грешки в отделни части на програмата.

Генериране на изключение

- При възникване на ненормална ситуация в програмата, програмистът сигнализира за настъпването ѝ чрез генерирането на изключение.
- Когато се генерира изключение нормалното изпълнение на програмата се прекратява докато изключението не бъде обработено.
- В C++ за генериране на изключение се използва ключовата дума **throw**.

Генериране на изключение

```
1  class StackError { ... };
2  class Stack {
3  ...
4  public:
5  ...
6    int pop(void) {
7      if(top_<=0)
8        throw StackError;
9      return data_[--top_];
10   }
11 ...
12 }
```

Обработване на изключение

- Най-често изключенията в програмата се генерират и обработват от различни функции.
- След като изключението бъде обработено изпълнението на програмата продължава нормално. Възстановяването на изпълнението на програмата обаче става не от точката на генериране на изключението, а от точката, където изключението е било обработено.
- В C++ обработката на изключенията се изпълнява в **catch**-секции.

```
1 catch(StackError ex) {
2   log_error(ex);
3   exit(1);
4 }
```

Обработване на изключение

- Всяка една **catch**-секция трябва да се асоциира с **try**-блок. В един **try**-блок се групират един или повече оператори, които могат да генерират изключения с една или повече **catch**-секции.

```
1  try {
2     // Използване на обекти от класа Stack
3     ...
4  } catch(StackError ex) {
5     // Обработка на грешка при използването на стека
6     ...
7  } catch(...) {
8     // Обработка на всички останали грешки
9     ...
10 }
```

Пример за използване на изключения

```
1  class StackError {};
2  const int STACK_SIZE=10;
3  class Stack {
4    int data_[STACK_SIZE];
5    int top_;
6  public:
7    Stack() {
8      top_=0;
9    }
10   void push(int val) {
11     if(top_>=STACK_SIZE)
12       throw StackError();
13     data_[top_++]=val;
14   }
```

Пример за използване на изключения

```
15    int pop(void) {
16      if(top_<=0)
17        throw StackError();
18      return data_[--top_];
19    }
20    bool is_empty() {
21      return top_==0;
22    }
23    bool is_full() {
24      return top_==STACK_SIZE;
25    }
26  };
```

Пример за използване на изключения

```
27 #include <cstdlib>
28 #include <iostream>
29 using namespace std;
30 int main(int arch, char* argv[]) {
31   char* msg="Hello␣Cruel␣World!";
32   char buff[10];
```

```
33  try {
34    Stack st;
35    for(char* p=msg;*p!='\0';p++)
36      st.push(*p);
37    char* p=buff;
38    while(!st.is_empty())
39      *p++=st.pop();
40    *p='\0';
41  } catch(StackError ex) {
42    cerr<<"StackError␣catched..."<<endl;
43    exit(1);
44  } catch(...) {
45    cerr<<"Unknown␣error␣catched..."<<endl;
46    exit(1);
47  }
48  return 0;
49 }
```