

Предефиниране на оператори (Rev: 1.2)

Любомир Чорбаджиев¹
lchorbadjiev@elsys-bg.org

¹Технологическо училище “Електронни системи”
Технически университет, София

26 февруари 2007 г.

Съдържание

1 Операции с вектори

- Дефиниции
- Примерна реализация
- Пълен листинг

2 Предефиниране на оператори

- Бинарни и унарни оператори
- Бинарни оператори
- Бинарен оператор като член-функция
- Бинарен оператор като функция
- Унарни оператори
- Унарен оператор като член-функция
- Унарен оператор като функция
- Общи правила
- Предефиниране на оператора за изход

3 Пример: Векторна аритметика

4 Пример: Масив с проверка на границите

Пример: Операции с вектори

- Основните операции, които могат да се извършват с вектори са *събиране, изваждане и умножение по число*.
- Нека разгледаме вектори, дефинирани в равнината. Всеки вектор може да се представи като двойка числа $\vec{a} = (a_x, a_y)$, където a_x и a_y са съответно x и y -координатата на вектора \vec{a} .

Пример: Операции с вектори

- Нека са дадени два вектора $\vec{a} = (a_x, a_y)$ и $\vec{b} = (b_x, b_y)$. Операцията *събиране на вектори* дава нов вектор $\vec{c} = (c_x, c_y)$, такъв че:

$$c_x = a_x + b_x, c_y = a_y + b_y$$

- Нека са дадени два вектора $\vec{a} = (a_x, a_y)$ и $\vec{b} = (b_x, b_y)$. Операцията *изваждане на вектори* дава нов вектор $\vec{c} = (c_x, c_y)$, такъв че:

$$c_x = a_x - b_x, c_y = a_y - b_y$$

- Нека се дадени вектор $\vec{a} = (a_x, a_y)$ и число α . Операцията *умножение на вектор по число* дава нов вектор $\vec{b} = (b_x, b_y)$, такъв че:

$$b_x = \alpha a_x, b_y = \alpha a_y$$

Пример: Операции с вектори

- Нека дефинираме клас Point, който представя *вектор в равнината*.

```
4 class Point {
5     double x_, y_;
6 public:
7     Point(double x=0, double y=0)
8         : x_(x), y_(y)
9     {}
10    double get_x() const {return x_;}
11    double get_y() const {return y_;}
12
13    Point& add(const Point& p);
14    Point& sub(const Point& p);
15    Point& mul(double a);
16 };
```

Пример: Операции с вектори

- Методът `Point& add(const Point& p)` реализира операцията събиране на вектори.

```
18 Point& Point::add(const Point& p) {  
19     x_+=p.x_;  
20     y_+=p.y_;  
21     return *this;  
22 }
```

- Нека са дадени два вектора \vec{p}_1 и \vec{p}_2 . Операцията $\vec{p}_1 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ може да се изпълни по следния начин:

```
Point p1, p2;  
//....  
p1.add(p2);
```

Пример: Операции с вектори

- Методът `Point& sub(const Point& p)` реализира операцията изваждане на вектори.

```
23 Point& Point::sub(const Point& p) {  
24     x_ -= p.x_ ;  
25     y_ -= p.y_ ;  
26     return *this ;  
27 }
```

- Нека са дадени два вектора \vec{p}_1 и \vec{p}_2 . Операцията $\vec{p}_1 = \vec{p}_1 - \vec{p}_2$ може да се изпълни по следния начин:

```
Point p1, p2 ;  
//....  
p1.sub(p2) ;
```

Пример: Операции с вектори

- Методът `Point& mul(double alpha)` реализира операцията умножение на вектор по число.

```

28 Point& Point::mul(double alpha) {
29     x_*=alpha;
30     y_*=alpha;
31     return *this;
32 }

```

- Нека е даден вектор \vec{p} и числото α . Операцията $\vec{p} = \alpha\vec{p}$ може да се изпълни по следния начин:

```

Point p;
double alpha;
//....
p.mul(alpha);

```


Пример: Операции с вектори

- И трите разгледани метода връщат препратка към `Point`, като тази препратка препраща към обекта, върху който се изпълнява операцията (`*this`).
- Това позволява тези операции да се прилагат последователно (каскадно) върху даден обект:

```
1 Point p1, p2, p3;  
2 //...  
3 p1.add(p2).sub(p3).mul(10.0);
```

- Ред 3 е еквивалентен на следния код:

```
1 p1.add(p2);  
2 p1.sub(p3);  
3 p1.mul(10.0);
```

Пример: Операции с вектори

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 class Point {
5     double x_, y_;
6 public:
7     Point(double x=0, double y=0)
8         : x_(x), y_(y)
9     {}
10    double get_x() const {return x_;}
11    double get_y() const {return y_;}
```

Пример: Операции с вектори

```
13 Point& add(const Point& p);
14 Point& sub(const Point& p);
15 Point& mul(double a);
16 };
17
18 Point& Point::add(const Point& p) {
19     x_ += p.x_;
20     y_ += p.y_;
21     return *this;
22 }
23 Point& Point::sub(const Point& p) {
24     x_ -= p.x_;
25     y_ -= p.y_;
26     return *this;
27 }
```

Пример: Операции с вектори

```
28 Point& Point::mul(double alpha) {
29     x_*=alpha;
30     y_*=alpha;
31     return *this;
32 }
33
34 int main(void) {
35     Point p1(1.0,1.0);
36     Point p2(2.0,2.0);
37     Point p3(3.0,3.0);
```

Пример: Операции с вектори

```
39 p3.add(p2).sub(p1).mul(10.0);  
40  
41 cout<<"p3=("   
42     <<p3.get_x()<<" ,"  
43     <<p3.get_y()<<" )"<<endl;  
44     return 0;  
45 }
```

```
lubo@kid:~/school/notes> ./a.out  
p3=(40, 40)
```

Предефиниране на оператори

- Представената реализация на векторна аритметика е удобна, но щеше да бъде много по удобна, ако можем да използваме естествените математически оператори $+$, $-$, $*$, $+=$, $-=$, $*=$.

Например:

```
1 Point p1, p2, p3;  
2 //...  
3 p1=p2+p3;  
4 p1*=10.0;  
5 p3 -=p3;
```

- Една от важните концепции при създаването на езика C++ е, че класовете трябва да бъдат равноправни на вградените (примитивни) типове.

Предефиниране на оператори

- В езика C++ е предвидена възможност операторите да бъдат дефинирани за потребителските типове.
- Има само няколко оператора, които не могат да се предефинират от потребителя:
 - `::` – оператор за избор на област на видимост;
 - `.` – оператор за избор на член;
 - `.*` – оператор за избор на член чрез указател към член;
 - **sizeof** – оператор за размер на обект;
 - **typeid** – оператор за идентификация на типа;
 - `?:` – оператора за условен избор;
- Всички останали оператори могат да се предефинират.

Бинарни и унарни оператори

- *Бинарен* оператор се нарича оператор, който действа върху два аргумента. *Унарен* е оператор, който действа върху един аргумент.
- Примери за бинарни оператори са операторите $+$ ($a+b$), $*$ ($a*b$), $-$ ($a-b$), $/$ (a/b) и т.н.
- Примери за унарни оператори са операторите $-$ ($-a$), $!$ ($!a$), \sim ($\sim a$), $++$ ($a++$) и т.н.
- Видът на оператора определя начините, по които той може да бъде предефиниран.

Бинарни оператори

- Бинарните оператори могат да се дефинират по два начина:
 - Като нестатична член-функция на класа, която приема един аргумент – например:

```
Point Point::operator+(const Point& p)
```

- Като функция, която не е член на класа и приема два аргумента – например:

```
Point operator+(const Point& p1, const Point& p2)
```

Бинарни оператори

- Нека разгледаме първия вариант за предефиниране на бинарен оператор. За пример ще използваме класа `Point` и бинарния оператор за събиране:

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 class Point {
5     double x_, y_;
6 public:
7     Point(double x=0, double y=0)
8         : x_(x), y_(y)
9     {}
```

Бинарни оператори

```
10 double get_x() const {return x_;}  
11 double get_y() const {return y_;}  
12 Point operator+(const Point& p) const;  
13 };  
14 Point Point::operator+(const Point& p) const {  
15     Point result(get_x()+p.get_x(),  
16                 get_y()+p.get_y());  
17     return result;  
18 }
```

Бинарни оператори

```
19 int main(void) {
20     Point p1(1.0,1.0), p2(2.0,2.0), p3;
21
22     p3=p1+p2;
23     cout<<"p3=("
24         <<p3.get_x()<<" ,□"
25         <<p3.get_y()<<" )" <<endl;
26     return 0;
27 }
```

- Изразът в ред 22 е еквивалентен на следното:

```
p3=p1.operator+(p2);
```

Бинарни оператори

- Резултатът от изпълнението на тази програма е:

```
lubo@kid:~/school/notes> ./a.out  
p3=(3, 3)
```

Бинарни оператори

- Нека разгледаме втория вариант за предефиниране на бинарен оператор. Като пример отново използваме класа Point:

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 class Point {
4     double x_, y_;
5 public:
6     Point(double x=0, double y=0)
7         : x_(x), y_(y)
8     {}
9     double get_x() const {return x_;}
10    double get_y() const {return y_;}
11 };
```

Бинарни оператори

```
12 Point operator+(const Point& p1, const Point& p2) {
13     Point result(p1.get_x()+p2.get_x(),
14                 p1.get_y()+p2.get_y());
15     return result;
16 }
17 int main(void) {
18     Point p1(1.0,1.0), p2(2.0,2.0), p3;
19     p3=p1+p2;
20
21     cout<<"p3=( "
22         <<p3.get_x()<<" ,□"
23         <<p3.get_y()<<" )" <<endl;
24     return 0;
25 }
```

Бинарни оператори

- Изразът в ред 19 е еквивалентен на следното:

```
p3=operator+(p1, p2);
```

- Резултатът от изпълнението на тази програма е:

```
lubo@kid:~/school/notes> ./a.out  
p3=(3, 3)
```


Унарни оператори

- Унарните оператори могат да се дефинират по два начина:
 - Като нестатична член-функция на класа, която не приема аргументи – например:

```
Point Point::operator -(void)
```

- Като функция, която не е член на класа и приема един аргумент – например:

```
Point operator -(const Point& p)
```

Унарни оператори

- Нека разгледаме първия вариант за предефиниране на унарен оператор. За пример ще използваме класа `Point` и унарния оператор `-`:

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 class Point {
5     double x_, y_;
6 public:
7     Point(double x=0, double y=0)
8         : x_(x), y_(y)
9     {}
```

Унарни оператори

```
10 double get_x() const {return x_;}  
11 double get_y() const {return y_;}  
12 Point operator -(void) const;  
13 };  
14 Point Point::operator -() const {  
15     Point result(-get_x(),-get_y());  
16     return result;  
17 }
```

Унарни оператори

```
18 int main(void) {  
19     Point p1(1.0,1.0), p2;  
20  
21     p2=-p1;  
22     cout<<"p2=("  
23         <<p2.get_x()<<" ,"  
24         <<p2.get_y()<<" )"<<endl;  
25     return 0;  
26 }
```

Унарни оператори

- Изразът в ред 21 е еквивалентен на следното:

```
p2=p1 . operator - ( ) ;
```

- Резултатът от изпълнението на тази програма е:

```
lubo@kid:~/school/notes> ./a.out  
p2=(-1, -1)
```

Унарни оператори

- Нека разгледаме втория вариант за предефиниране на унарн оператор. Като пример отново ще използваме класа Point и унарния оператор -:

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 class Point {
4     double x_, y_;
5 public:
6     Point(double x=0, double y=0)
7         : x_(x), y_(y)
8     {}
9     double get_x() const {return x_;}
10    double get_y() const {return y_;}
11 };
```

Унарни оператори

```
12 Point operator-(const Point& p) {
13     Point result(-p.get_x(),-p.get_y());
14     return result;
15 }
16 int main(void) {
17     Point p1(1.0,1.0), p2;
18
19     p2=-p1;
20     cout<<"p2=("
21         <<p2.get_x()<<" ,□"
22         <<p2.get_y()<<" )"<<endl;
23     return 0;
24 }
```

Унарни оператори

- Изразът в ред 19 е еквивалентен на следното:

```
p2=operator -(p1);
```

- Резултатът от изпълнението на тази програма е:

```
lubo@kid:~/school/notes> ./a.out  
p2=(-1, -1)
```


Предефиниране на оператори

- Всеки оператор може да се дефинира само за синтаксиса, който е определен за него в спецификацията на езика. Например:
 - Не може да се дефинира унарнен оператор за делене /, тъй като в спецификацията на езика този оператор е дефиниран като бинарен.
 - Не може да се дефинира бинарен оператор за логическо отрицание !, тъй като в спецификацията на езика този оператор е дефиниран като унарнен.
 - Операторът -, обаче, може да бъде предефиниран като унарнен и като бинарен оператор, тъй като в спецификацията на езика са дефинирани и двата варианта на оператора.

Предефиниране на оператора за изход <<

- Операторът за изход << е бинарен оператор. Първият аргумент на оператора за изход задължително трябва да бъде от типа `ostream`.
- Типичният начин за предефиниране на оператора за изход е той да бъде дефиниран като функция извън рамките на класа по следният начин:

```
ostream& operator<<(ostream& out,  
                    const Point& p);
```

Предефиниране на оператора за изход <<

```
1 ostream& operator<<(ostream& out,  
2     const Point& p) {  
3     out << "point(" << p.get_x() << ",␣"  
4     << p.get_y() << ")";  
5     return out;  
6 }
```

Пример: векторна аритметика

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 class Point {
4     double x_, y_;
5 public:
6     Point(double x=0, double y=0)
7         : x_(x), y_(y)
8     {}
9     double get_x() const {return x_;}
10    double get_y() const {return y_;}
11    Point& operator+=(const Point& p);
12    Point& operator-=(const Point& p);
13    Point& operator*=(double alpha);
14 };
```

Пример: векторна аритметика

```
15 Point& Point::operator+=(const Point& p) {
16     x_+=p.get_x();
17     y_+=p.get_y();
18     return *this;
19 }
20 Point& Point::operator-=(const Point& p) {
21     x_-=p.get_x();
22     y_-=p.get_y();
23     return *this;
24 }
25 Point& Point::operator*=(double alpha) {
26     x_*=alpha;
27     y_*=alpha;
28     return *this;
29 }
```

Пример: векторна аритметика

```
30 Point operator+(const Point& p1, const Point& p2) {  
31     Point result=p1;  
32     result+=p2;  
33     return result;  
34 }  
35 Point operator-(const Point& p1, const Point& p2) {  
36     Point result=p1;  
37     result-=p2;  
38     return result;  
39 }
```

Пример: векторна аритметика

```
40 Point operator*(const Point& p, double alpha) {  
41     Point result=p;  
42     result*=alpha;  
43     return result;  
44 }  
45 Point operator*(double alpha, const Point& p) {  
46     return p*alpha;  
47 }  
48 ostream& operator<<(ostream& out, const Point& p) {  
49     out << "point(" << p.get_x() << ",␣"  
50         << p.get_y() << ")";  
51     return out;  
52 }
```

Пример: векторна аритметика

```
53 int main(void) {  
54     Point p1(1.0,1.0), p2(2.0,2.0), p3;  
55     p3=p1+p2;  
56     cout<< "p3=" << p3 << endl;  
57     p3+=p1+p2;  
58     cout<< "p3=" << p3 << endl;  
59     p3=10.0*p1;  
60     cout<< "p3=" << p3 << endl;  
61     p3=p2*10.0;  
62     cout<< "p3=" << p3 << endl;  
63     return 0;  
64 }
```


Пример: векторна аритметика

```
lubo@kid:~/school/notes> ./a.out  
p3=point(3, 3)  
p3=point(6, 6)  
p3=point(10, 10)  
p3=point(20, 20)
```

Пример: масив с проверка на границите

```
1 #include <iostream>
2 #include <exception>
3
4 using namespace std;
5 class Array {
6     int* data_;
7     unsigned int size_;
8 public:
9     Array(unsigned int size=10)
10        : size_(size), data_(new int[size])
11    {}
12    ~Array(void) {
13        delete [] data_;
14    }
```

Пример: масив с проверка на границите

```
15  int& element(unsigned int index) {  
16      if(index>=size_) {  
17          cerr << "index out of bounds..." << endl;  
18          throw exception();  
19      }  
20      return data_[index];  
21  }  
22  unsigned size() const {  
23      return size_;  
24  }  
25  };
```

Пример: масив с проверка на границите

```
26 int main(void) {  
27     Array v(3);  
28  
29     for(int i=0;i<3;++i) {  
30         v.element(i)=i;  
31     }  
32     for(int i=0;i<3;i++) {  
33         cout << "v[i]=" << v.element(i) << endl;  
34     }  
35  
36     return 0;  
37 }
```

Пример: масив с проверка на границите

```
lubo@kid:~/school/notes> ./a.out  
v[i]=0  
v[i]=1  
v[i]=2
```

Пример: масив с проверка на границите

```
1 #include <iostream>
2 #include <exception>
3 using namespace std;
4
5 class Array {
6     unsigned int size_;
7     int* data_;
8 public:
9     Array(unsigned int size=10)
10        : size_(size), data_(new int[size])
11    {}
12    ~Array(void) {
13        delete [] data_;
14    }
```

Пример: масив с проверка на границите

```
15  int& operator [] (unsigned int index) {  
16      if (index >= size_) {  
17          cerr << "index out of bounds..." << endl;  
18          throw exception();  
19      }  
20      return data_[index];  
21  }  
22  unsigned size() const {  
23      return size_;  
24  }  
25  };
```

Пример: масив с проверка на границите

```
26 int main(void) {
27     Array v(3);
28     for(int i=0;i<3;++i) {
29         v[i]=i;
30     }
31     for(int i=0;i<3;i++) {
32         cout << "v[i]=" << v[i] << endl;
33     }
34     try {
35         v[3]=5;
36     } catch(const exception& e) {
37         cout << "exception caught..." << endl;
38     }
39     return 0;
40 }
```


Пример: масив с проверка на границите

```
lubo@kid:~/school/notes> ./a.out  
v[i]=0  
v[i]=1  
v[i]=2
```