OO Programozás

Operátor felültöltés, másolás és átalakítás

Dr. Hatwagner F. Miklós

Széchenyi István Egyetem, Győr

https://github.com/wajzy/GKxB_INTM085

2023. október 18.

Jelenlegi legjobb tudásunk szerint készítsünk osztályt egy komplex szám tárolására és műveletek elvégzésére, azaz:

- tároljuk a szám valós és képzetes részét,
- készítsünk konstruktorokat,
- getter/setter tagfüggvényeket,
- és olyan függvényeket, melyekkel komplex számok összeadhatók és szorozhatók!

Complex1.h

```
 6  class Complex {
 7      double re, im;
 8    public:
 9      Complex() {
10        re = im = 0.;
11      }
12      Complex(double re, double im) {
13        this->re = re;
14        this->im = im;
15      }
16      double getRe() {
17        return re;
18      }
19      void setRe(double re) {
20        this->re = re;
21      }
```

Complex1.h

```
22      double getIm() {
23        return im;
24      }
25      void setIm(double im) {
26        this->im = im;
27      }
28      void print() {
29        std::cout << re << '+' << im << 'i' << std::endl;
30      }
31      Complex add(Complex right) {
32        return Complex(re + right.re, im + right.im);
33      }
34      Complex mult(Complex right) {
35        return Complex(re*right.re - im*right.im, im*right.re + re*right.im);
36      }
37  };
```

main1.cpp

```
1  #include <iostream>
2  #include "Complex1.h"
3
4  int main() {
5    Complex c(1., 1.);
6    Complex sum = c.add(Complex(2., 2.));
7    sum.print(); // 3+3i
8    Complex total = c.mult(Complex(3., 4.));
9    total.print(); // -1+7i
10 }
```

Operátor felültöltés

- A C++ megengedi, hogy az operátorok jelentését kiterjesszük a saját típusainkra (osztályainkra)
- Pl. ha értelmezhető az összeadás két `int` vagy `float` között, akkor két `Complex` objektum miért ne lehetne összeadható?
- Az operátorok működését (praktikusan nyilvános tag)függvények adják meg → `operatorX`, ahol `X` pl. `+`, `*`.

Complex2.h

```
31      // Use reference to avoid copy of 'right'
32      Complex operator+(const Complex& right) {
33        return Complex(re + right.re, im + right.im);
34      }
35      Complex operator*(const Complex& right) {
36        return Complex(re*right.re - im*right.im, im*right.re + re*right.im);
37      }
```

- + művelet bal operandusa: aktuális objektum, a jobb oldalit paraméterként kapja.
- Utóbbi felesleges (tagonkénti) másolásának elkerülésére referenciát használunk.
- Új, ideiglenes (eredmény) objektum jön létre e kettő alapján, ezt adja vissza.

main2.cpp

```
4  int main() {
5    Complex c(1., 1.);
6    // Complex sum = c.operator+(Complex(2., 2.));
7    Complex sum = c + Complex(2., 2.);
8    sum.print();
9    // Complex sum2 = c + 100.;
10   // error: no match for 'operator+'
11   // (operand types are 'Complex' and 'double')
12   // note:  no known conversion for argument 1
13   // from 'double' to 'const Complex&'
14   Complex total = c * Complex(3., 4.);
15   total.print();
16 }
```

Probléma:

Összeadásnál a jobb oldali operandusnak `Complex`-nek kell lennie.

Megoldás:

További felültöltött operátor függvények hozzáadása, pl. `double`-t hozzáadhatunk a valós részhez.

Complex3.h

```
32      Complex operator+(double re) {
33        return Complex(this->re + re, im);
34      }
```

main3.cpp

```
4  int main() {
5    Complex c(1., 1.);
6    // Complex sum = c.operator+(Complex(2., 2.));
7    Complex sum = c + Complex(2., 2.);
8    sum.print();
9    // Complex sum2 = c.operator+(100.);
10   Complex sum2 = c + 100.;
11   sum2.print();
12   // Complex sum3 = 100. + c;
13   // error: no match for 'operator+'
14   // (operand types are 'double' and 'Complex')
```

- Ez sem segít, ha a *bal* operandus `double` típusú $\rightarrow$ *nem tag*, két paraméteres `operator` függvény.
- Nem éri el a privát/védett tagokat $\rightarrow$ barát (`friend`) függvény: mindenhez hozzáfér az osztályon belül.
- Tagobjektum is lehet az osztályunk barátja, pl.:
  `friend class FriendOfComplex;`

Complex4.h

```
 6  class Complex {
 7      double re, im;
 8    public:

28      friend std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const Complex& cplx);
29
30      Complex operator+(const Complex& right) {
31        return Complex(re + right.re, im + right.im);
32      }
33      Complex operator+(double re) {
34        return Complex(this->re + re, im);
35      }
36      friend Complex operator+(double re, const Complex& right);
```

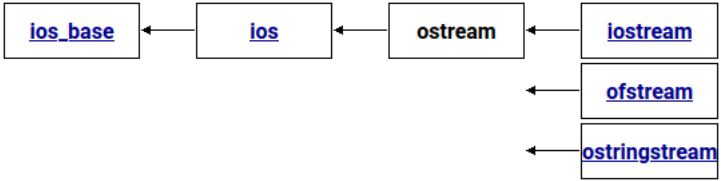
Complex4.cpp

```
3  std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const Complex& c) {
4    os << c.re << '+' << c.im << 'i';
5    return os;
6  }
7
8  Complex operator+(double re, const Complex& right) {
9    return Complex(re + right.re, right.im);
10 }
```

main4.cpp

```
4  int main() {
5    Complex c(1., 1.);
6    // Complex sum = c.operator+(Complex(2., 2.));
7    Complex sum = c + Complex(2., 2.);
8    std::cout << sum << std::endl; // 3+3i
9    // Complex sum2 = c.operator+(100.);
10   Complex sum2 = c + 100.;
11   std::cout << sum2 << std::endl; // 101+1i
12   // Complex sum3 = operator+(100., c);
13   Complex sum3 = 100. + c;
14   std::cout << sum3 << std::endl; // 101+1i
```

Az `ostream` a `cout`, `cerr` és `clog` objektumok típusa.



Bár különösebb haszna nincs, de csupa nem tag barát függvénnyel is megoldhattuk volna az operátorok felültöltését.

Complex5.h (Complex5.cpp)

```
 6  class Complex {
 7      double re, im;
 8    public:

28      friend std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const Complex& cplx);
29
30      friend Complex operator+(const Complex& left, const Complex& right);
31      friend Complex operator+(const Complex& left, double re);
32      friend Complex operator+(double re, const Complex& right);
33
34      friend Complex operator*(const Complex& left, const Complex& right);
35      friend Complex operator*(const Complex& left, double re);
36      friend Complex operator*(double re, const Complex& right);
37  };
```

Operátor felültöltés

- Definiáltuk az operátor *jelentését* olyan kifejezésben, melyben legalább egy operandus az osztály objektuma.
- Nem változtatható meg az operátor *szintakszisa*, *precedenciája*, *asszociativitása*, *operandusainak száma*.
- *Majdnem* minden operátor felültölthető.

- Az értékadás megengedett objektumok között → tagonkénti másolás.
- Probléma: dinamikusan foglalt területet több objektum adattagja is címezhet. Ha az egyik destruktora ezt felszabadítja, a másik ezen próbálhat műveletet végezni vagy újra felszabadítani.
- Egészítsük ki a Message osztályt felültöltött értékadás operátorral, készítsünk másolatot a tárolt szövegről!