Lab 4 – P2

Cuprins

1. Constructorul de copiere

Constructorul de copiere este un constructor special, folosit pentru a crea un nou obiect, copie a unui obiect existent. Acest constructor are un singur argument – o referință către obiectul ce va fi copiat. Forma generală a constructorului de copiere este următoarea:

```
MyClass(const MyClass& other );
```

Unele compilatoare acceptă și forma următoare pentru constructorul de copiere, fără a declara obiectul constant:

```
MyClass(MyClass& other );
```

Dacă în clasă nu există constructorul de copiere scris explicit de către programator, compilatorul generează implicit un constructor de copiere. Acesta copiază bit cu bit obiectul parametru în obiectului de inițializat.

De exemplu, pentru clasa `Data` din exemplele de la curs, constructorul de copiere scris explicit va avea următoarea declarație și definiție:

```
class Data
{
	int zi, luna, an;
public:
	void afisare();
	Data(int z, int l, int a);
	Data();
	Data(Data &);
};
```

```
Data::Data(Data & d)
{
	zi = d.zi;
	luna = d.luna;
	an = d.an;
}
```

Constructorul de copiere are un rol special în C++. El este apelat automat în următoarele situații:

1. La declararea unui obiect, inițializat cu un alt obiect. Exemplu:

```
Data d1(1,2,1900);
Data d2(d1)// constr. de copiere este folosit pentru a crea obiectul d2

Data d3 = d2;  // constr. de copiere este apelat
z = x;       // Operatorul de atribuire (=), nu se apeleaza constructori
```

2. La transferul parametrilor unei funcții prin valoare.
3. O funcție returnează un obiect.

Fie următoarele fișiere:

Complex.h

```
#pragma once

class Complex {
	int re, im;
public:
	Complex() {}
	Complex(int r, int i);
	Complex aduna(Complex c2);
	void afisare();
};
```

Complex.cpp

```
#include<iostream>
#include "Complex.h"

Complex::Complex(int r, int i) {
	re = r;
	im = i;
}

Complex Complex::aduna(Complex c2) {
	Complex rez;
	rez.re = re + c2.re;
	rez.im = im + c2.im;
	return rez;
}

void Complex::afisare() {
	std::cout << "(" << re << "," << im << ")" << std::endl;
}
```

Main.cpp

```
#include "Complex.h"

int main(){

	Complex c1(5, 3);
	Complex c2(2, -3);
	Complex c3;

	c3 = c1.aduna(c2);

	c1.afisare();
	c2.afisare();
	c3.afisare();

	return 0;
}
```

De exemplu, la apelul funcției `aduna()`, constructorul de copiere este apelat de 2 ori:

- la transmiterea parametrului `c2`
- la returnarea rezultatului `rez`.

În total, există trei membri generați de compilator în mod implicit:

1. Constructorul implicit, în cazul în care nu este definit nici un alt constructor;
2. Constructorul de copiere implicit, in cazul in care nu este scris explicit un constructor de copiere;
3. Operatorul de atribuire.

Dacă programatorul are nevoie ca oricare dintre acești trei membri să fie definit altfel decât în modul implicit, îl poate defini în forma dorită.

Un caz special este atunci când clasa conține membri de tip pointer. În acest caz, utilizatorul trebuie să definească constructorul de copiere în mod explicit. Constructorul de copiere trebuie să aloce memoria necesară pentru câmpuri de tip pointer și să inițializeze memoria alocată.

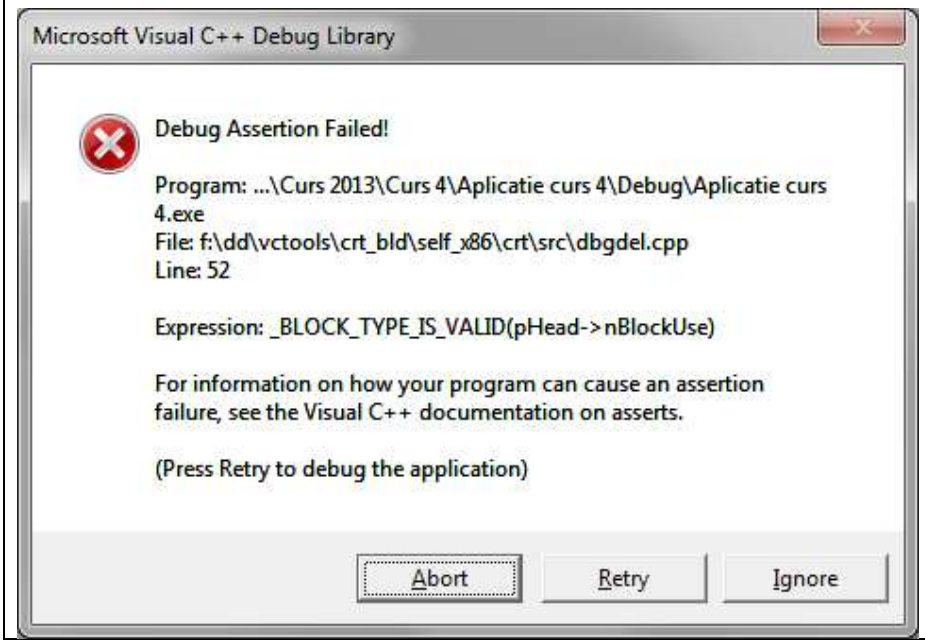
Consideram exemplul clasei `Persoana`:

```
#include<iostream>
#include<string>
using namespace std;

class Persoana
{
	char * nume;
	int varsta;
public:
	Persoana();
	Persoana (char * n, int v);

	~Persoana ();
	void afiseaza();
	Persoana schimbaVarsta(int);
};

Persoana::Persoana()
{
	nume = new char [1] ();
	varsta = 0;
}
Persoana::Persoana(char * n, int v)
{
	nume = new char [strlen (n) + 1];
	strcpy_s (nume, strlen (n) + 1, n);
	varsta = v;
}

Persoana::~Persoana ()
{
	if (nume)
		delete [] nume;
}
void Persoana::afiseaza()
{
	std::cout << "Nume=" << nume << " varsta=" << varsta << std::endl;
}
Persoana Persoana::schimbaVarsta(int n)
{
	Persoana temp (nume, varsta);
	varsta = n;
	return temp;
}
```

```
int main ()
{
	Persoana p1 ("Pavel",22);
	p1.afiseaza();
	Persoana p2 ("Ana",23);
	Persoana p3 = p2.schimbaVarsta(25);
	p2.afiseaza();
	p3.afiseaza();
	return 0;
}
```

Ieşire:

```
Nume=Pavel varsta=22
Nume=Ana varsta=25
Nume=ŢŢŢŢŢŢŢŢEtł2ŢŢ varsta=23
```



Se afișează mesajul de eroare pentru că în funcția schimbaVarsta, la apelul instrucțiunii `return temp;` compilatorul apelează constructorul de copiere implicit pentru a crea o copie a obiectului temp și pentru a o plasa pe stivă, pentru a o putea returna. Acest constructor, după cum am menționat anterior, copiază bit cu bit obiectul sursa în obiectul destinație. Din cauză că în clasa `Persoana` există membrul `Nume` de tip pointer la char, la copierea bit cu bit a obiectului temp se va face o copie, a cărui membru `Nume` va indica spre aceeași adresă de memorie ca și membrul `Nume` al obiectului `temp`. În momentul când obiectul `temp` nu mai este folosit (după instrucțiunea `return`), se apelează destructorul pentru acest obiect.

Destructorul va dealoca zona de memorie spre care indică membrul `Nume` al obiectului `temp`. Deoarece și membrul `Nume` aparținând copiei obiectului de pe stivă indică spre aceeași zonă de memorie, după ștergerea obiectului `temp`, acesta va indica spre o zona de memorie nealocată. În momentul când se va încerca afișarea obiectului returnat, va apărea mesajul de eroare, pentru că se va încerca accesarea unei zone de memorie nealocate.

Pentru a putea remedia aceasta problemă, trebuie adăugat clasei un constructor de copiere care să trateze în mod explicit problema alocării și copierii membrului Nume al obiectului destinație. Pentru acestea, trebuie adăugat clasei constructorul de copiere:

```
Persoana (Persoana & p);
```

Cu definiția:

```
Persoana::Persoana (Persoana & p)
{
	nume = new char [strlen (p.nume) + 1];
	strcpy_s (nume, strlen (p.nume) + 1, p.nume);
	varsta = p.varsta;
}
```

După adăugarea acestui constructor, programul va funcționa în modul așteptat, fără a mai furniza nicio eroare.

Observație:

Pe versiunile noi de Visual Studio, dacă se rulează fără modul Debugging, s-ar putea ca eroarea prezentată anterior să nu apară și programul să se închidă. Pentru a vedea eroarea și linia de cod care a produs-o, trebuie rulat programul cu comanda ”Start Debugging” sau tasta F5.

2. Liste de initializare

La apelul oricărui constructor are lor o alocare de memorie pentru membrii clasei. Pentru aceștia, după alocarea efectivă de memorie se apelează constructorul implicit. Această apelare este urmată, de cele mai multe ori, de o atribuire.

Prin utilizarea listelor de inițializare se apelează constructorii de copiere ai membrilor pe care îi inițializează. Utilizarea constructorului de copiere este mai eficace din punctul de vedere al timpului de execuție în comparație cu apelarea constructorului fără argumente (sau al celui implicit) urmată de o atribuire.

Listele de inițializare sunt folosite în principal pentru a controla ce constructori se apelează în cadrul claselor derivate. Listele de inițializare sunt părți ale definițiilor constructorilor și nu ale declarațiilor.

Pentru exemplificare, consideram următorul constructor al clasei Data:

```
Data::Data(int z, int l, int a)
{
	std::cout << "S-a apelat constr. cu lista de argumente" << std::endl;
	zi = z;
	luna = l;
	an = a;
}
```

Pentru a putea reduce timpii de execuție necesari apelării operatorului de atribuire implicit și înlocuirea acestora cu timpii necesari apelării constructorilor de copiere, se pot folosi listele de inițializare, după următorul exemplu:

```
Data::Data(int z, int l, int a) : zi(z), luna(l), an(a)
{
	std::cout << "S-a apelat constr. cu lista de argumente" << std::endl;
}
```

3. Membri statici ai claselor

Folosind cuvântul cheie **`static`** la declararea unor membri, aceștia vor fi de tip static. Membrii declarați statici au următoarele proprietăți:

- există într-un singur exemplar indiferent de numărul de instanțieri ale clasei; ca o consecință, dimensiunea datelor membre statice nu participă la dimensiunea nici unei instanțieri a clasei;

- pot fi referiți prin numele clasei urmat de operatorul de rezoluție `::` și de numele membrului dată static;

```
class A
{
public:
	static int x;
};
int A::x = 10;
int main ()
{
	A a1,a2;
	std::cout << "a1.x=" << a1.x << std::endl;
	a1.x = 99;
	std::cout << "a2.x=" << a2.x << std::endl;
	std::cout << "A::x=" << A::x << std::endl;
}
```

Ieșire

```
a1.x=10
a2.x=99
A::x=99
```

Funcțiile membre statice:

- Pot fi apelate fără a folosi un obiect instanțiat de tipul clasei
- Nu au acces la pointerul this
- Se comportă precum o funcție globală, dar au acces către membrii privați ai clasei din are fac parte
- Nu pot accesa membrii non-statici ai clasei decât prin intermediul unui obiect

Adăugam la clasa A de mai sus următoarele:

```
public:
	static int x;
	static void f1 ();
```

```
void A::f1()
{
	x++;
}
```

In main adăugam:

```
a1.f1();
std::cout << "A::x=" << A::x << std::endl;
A::f1();
std::cout << "A::x=" << A::x << std::endl;
```

Ieșire

```
A::x=100
A::x=101
```

4. Pointerul `this`

Pointerul `this` este o variabilă predefinită în C++ accesibilă în corpul oricărei metode non-statice din cadrul unei clase. Valoarea pointerului este dată de adresa obiectului pentru care s-a apelat o anume metodă non-statică din clasă.

Este folosit:

- Pentru a înlătura ambiguitățile dintre un parametru al unei funcției și o variabilă membră
- În cazurile când este necesar un pointer către obiectul pentru care s-a apelat o anumită metodă

Considerăm o clasă X și o instanțiere x a acestei clase. Există două posibilități de utilizare a pointerului `this`. Acestea sunt exemplificate prin `func1()` și `func2()` în exemplul următor:

- când se face apelul metodei `x.func1()`, lui `this` i se dă valoarea adresei lui x (&x) și poate fi folosit în corpul funcției `func1`, după care se poate returna ca și pointer.
- când se face apelul metodei `x.func2()`, se returnează conținutul pointerului `this`.

```
#include<iostream>
using namespace std;

class X
{
public:
      X* func1()
      {
            std::cout<<"Test1 pentru this."<< std::endl;
            return this;
      }

      X func2()
      {
            std::cout<<"Test2 pentru this."<< std::endl;
            return *this;
      }
};
int main()
{
      X  x;
      X *x1 = x.func1();
      X x2 = x.func2();
      x1->func1();
      x2.func2();
      return 0;
}
```

Ieșire

```
Test1 pentru this.
Test2 pentru this.
Test1 pentru this.
Test2 pentru this
```

Orice metodă non-statică a unei clase are ca prim parametru variabila `this` transmisă implicit. Altfel spus, compilatorul C++ convertește apelul funcției non-statice apelate și pune ca prim parametru pointerul `this`. Acest lucru este exemplificat in exemplul de mai jos:

```
Funcția:

void Data::afisare()
{
      std::cout << "Data este" << zi << "-" << luna << "-
" << an << std::endl;
}
```

Este transformata de compilator in functia:

```
void Data::afisare(Data * this)
{
```

```
      std::cout << "Data este" << this->zi << "-" << this-
>luna << "-" << this->an << std::endl;
}
```

5. Exerciții

1. Pentru exemplul cu numere complexe:
    a. Scrieți un destructor care afișează un mesaj la apelarea sa și urmăriți de câte ori și unde se apelează acesta.
    b. Scrieți încă un constructor cu argumente, după modelul constructorului cu argumente dat.
    c. Scrieți constructorul de copiere și urmăriți cu debug-ul unde și de câte ori se apelează acesta.
    d. Declarați o variabilă statică ce reține numărul de obiecte de tip Complex create la un moment dat. Afișați valoarea acestei variabile la apelul destructorului.
2. Sa se implementeze o clasa Autoturism cu următorii membri:
    a. culoare de tip char *
    b. an_fabricatie de tip unsigned int;

Pentru aceasta clasa, sa se implementeze constructorii necesari (utilizând liste de inițializare acolo unde este posibil) care sa permită următoarele apeluri în funcția main:

```
Autoturism a1;
Autoturism a2("Rosie",1999);
Autoturism a3 = a2;
Autoturism * a4 = &a3;
```

De asemenea, să se implementeze următoarele:

- o variabila statică `nr_autoturisme` care să retină câte obiecte de tip Autoturism au fost create.
- O metodă `afisare` care afișează datele corespunzătoare unui obiect de tip Autoturism.
- Un destructor pentru dealocarea zonelor de memorie alocate dinamic.
- O metodă care să permită schimbarea culorii unui autoturism.
- O metodă care să compare două autoturisme din punctul de vedere al anului fabricației.

3. Creați un array alocat static care sa conțină un număr n citit de la tastatură de obiecte de tip Autoturism. Se cer:
    - Să se citească vectorul de autoturisme de la tastatură. (Pentru fiecare autoturism se va citi culoarea și anul fabricației).
    - Să se afișeze toate datele obiectelor de tip Autoturism citite.
    - Să se afișeze autoturismul cel mai nou.