

Kurs języka C++

3. Inicjalizacja, kopiowanie i przenoszenie

Spis treści

- ▶ Składowe statyczne
- ▶ Inicjalizacja typów podstawowych
- ▶ Lista inicjalizacyjna w konstruktorze (klasa ze stałymi lub referencjami)
- ▶ Jednolita inicjalizacja listą wartości
- ▶ Inicjalizacja listą wartości `initializer_list<>`
- ▶ Argument będący referencją do stałej
- ▶ Argumenty tymczasowe
- ▶ Konstruktor kopiujący i przenoszący
- ▶ Przypisanie kopiujące i przenoszące
- ▶ Blokowanie konstruktorów kopiujących i przypisań kopiujących generowanych przez kompilator
- ▶ Konstruktory delegatowe

Składowe statyczne

- ▶ Każdy egzemplarz obiektu danej klasy ma swój własny zestaw danych.
- ▶ Pole statyczne jest w pamięci tworzone jednokrotnie i jest wspólne dla wszystkich egzemplarzy obiektów danej klasy.
- ▶ Składnik statyczny w klasie istnieje nawet wtedy, gdy jeszcze nie zdefiniowano ani jednego egzemplarza obiektu tej klasy.
- ▶ Deklarator `static` określa, że pole z takim przydomkiem ma zostać umieszczone w statycznym obszarze pamięci.

Składowe statyczne

- ▶ Deklaracja składnika statycznego w ciele klasy nie jest jego definicją.
- ▶ Definicję składnika statycznego należy umieścić w pliku źródłowym.
- ▶ Do składnika statycznego należy odnieść się poprzez nazwę klasy (możne też wykorzystać zmienną lub wskaźnik do zmiennej tego typu):
`Klasa::pole_statyczne`
`Klasa::funkcja_statyczna(...)`
- ▶ Funkcja statyczna nie ma dostępu do składowych instancyjnych.

Inicjalizacja typów podstawowych

- ▶ Dla typów podstawowych został stworzony konstruktor nadający jakąś określoną wartość - istnieje więc możliwość inicjalizacji nowotworzonej zmiennej za pomocą formy konstruktorowej. Przykłady:

```
int x(17);  
double y(PI / 2);
```

- ▶ Dla typów podstawowych został stworzony konstruktor domyślny nadający jakąś wartość domyślną, czyli zero, nowotworzonej zmiennej. Przykłady:

```
bool b = bool();  
char c = char();
```

Lista inicjalizacyjna w konstruktorze

- ▶ Treść konstruktora może być poprzedzona listą inicjalizacyjną, której przeznaczeniem jest inicjalizacja pól w nowopowstającym obiekcie w formie konstruktorowej.
- ▶ Lista inicjalizacyjna występuje w definicji konstruktora za nagłówkiem po dwukropku i przed ciałem konstruktora. Przykład:

```
K::K(int a, string s)  
: x(a-1), y(a+1), nazwa(s) {...}
```
- ▶ Dzięki konstruktorom nadającym wartość typom podstawowym można na liście inicjalizacyjnej umieścić pola typu podstawowego.
- ▶ Użycie listy inicjalizacyjnej jest konieczne w przypadku pól stałych i referencji.
- ▶ Na liście inicjalizacyjnej może się znaleźć inny konstruktor tego samego typu oddelegowany do inicjalizacji obiektu albo konstruktory klas bazowych.

Jednolita inicjalizacja listą wartości

- ▶ Pomysł inicjalizowania obiektów za pomocą list wartości jest zapożyczony z języka C. Ideą jest, by struktura lub tablica były tworzone, podając po prostu listę argumentów o kolejności zgodnej, odpowiednio, z kolejnością definicji składowych struktury lub kolejnymi elementami tablicy.
- ▶ C++ posiada możliwość inicjalizowania stanu obiektu za pomocą list wartości - kolejno deklarowane pola są inicjalizowane kolejnymi wartościami z listy.
- ▶ Struktura/klasa jest podatna na jednolitą inicjalizację gdy:
 - ▶ w strukturze/klasie wszystkie pola są publiczne;
 - ▶ na liście znajduje się tyle wartości ile jest pól i typy tych wartości odpowiadają typom pól;
 - ▶ w strukturze/klasie nie są zdefiniowane żadne konstruktory.
- ▶ Jednolita inicjalizacja może wystąpić w instrukcji `return` w funkcji zwracającej obiekt podatny na jednolitą inicjalizację.

Jednolita inicjalizacja listą wartości

```
struct elem {  
    int id;  
    string name;  
};  
...  
elem e1 {12, "calendar"};  
...  
elem e2 = {24, "clock"};  
...  
elem getelem() {  
    return {31, "month"};  
}
```


Inicjalizacja listą wartości

- ▶ Argumentem konstruktora może być kolekcja `initializer_list<>`, która pozwala użyć formy inicjalizacji za pomocą listy wartości (tego samego typu).

- ▶ Przykład:

```
class elem {  
    elem(initializer_list<int> lst) {...}  
};
```

...

```
elem e = {2, 3, 5, 7};
```

Inicjalizacja listą wartości

- ▶ Można użyć formy inicjalizacji za pomocą listy wartości (różnych typów) w stosunku do dowolnego konstruktora.

- ▶ Przykład:

```
class elem {  
    elem(int i, string s) {...}  
};
```

...

```
elem e = {7, "week"};
```

Referencja do stałej jako argument w funkcji

- ▶ Referencja do stałej może się odnosić do obiektu zewnętrznego (może być zadeklarowany jako stały) ale również do obiektu tymczasowego.

- ▶ Przykład referencji do stałej:

```
const int &rc = (2*3-5)/7+11;
```

- ▶ Przykład argumentu funkcji, który jest referencją do stałej:

```
int fun (const int &r);  
// wywołanie może mieć postać  
// fun(13+17);  
// gdzie argumentem może być wyrażenie  
// fun(x); // x jest zmienną typu int
```

Argumenty tymczasowe

- ▶ Obiekty tymczasowe (określane jako r-wartości), mogą być przekazywane do funkcji, ale tylko jako referencje do stałej.
- ▶ Z punktu widzenia funkcji, której argumentem jest referencja do stałej, nie jest możliwe rozróżnienie pomiędzy aktualną r-wartością a zwykłym obiektem przekazanym referencją.
- ▶ Referencję do r-wartości definiujemy:
`TYP &&zm`
- ▶ Referencja do r-wartości może być akceptowana jako niestała wartość, co pozwala obiektom na ich modyfikację.
- ▶ Taka zmiana umożliwia obiektom na stworzenie semantyki przenoszenia.

Argumenty tymczasowe

- ▶ Obiekty tymczasowe (określane jako r-wartości), to wartości stojące po prawej stronie operatora przypisania (analogicznie zwykła referencja do zmiennej stojącej po lewej stronie przypisania nazywa się l-wartością).
- ▶ Argument w funkcji będący referencją do r-wartości definiujemy jako *TYP &&arg*.
- ▶ Argument będący r-referencją może być akceptowany jako niestała wartość, co pozwala funkcjom na ich modyfikację.
- ▶ Z punktu widzenia funkcji, której argumentem jest referencja do stałej, nie jest możliwe rozróżnienie pomiędzy aktualną r-wartością a zwykłym obiektem przekazanym referencję.
- ▶ Argumenty r-referencyjne umożliwiają pewnym obiektom na stworzenie semantyki przenoszenia za pomocą konstruktorów przenoszących oraz przypisań przenoszących.

Argumenty tymczasowe

► Przykład (1):

```
class Simple {  
    void *Memory; // The resource  
public:  
    Simple() {  
        Memory = nullptr; }  
    // the MOVE-CONSTRUCTOR  
    Simple(Simple&& sObj) {  
        // Take ownership  
        Memory = sObj.Memory;  
        // Detach ownership  
        sObj.Memory = nullptr; }  
    Simple(int nBytes) {  
        Memory = new char[nBytes]; }  
    ~Simple() {  
        if(Memory != nullptr) delete[] Memory; }  
};
```

Argumenty tymczasowe

▶ Przykład (2):

```
Simple GetSimple() {  
    Simple sObj(10);  
    return sObj; }
```

```
// R-Value NON-CONST reference  
void SetSimple(Simple&& rSimple) {  
    // performing memory assignment here  
    Simple object;  
    object.Memory = rSimple.Memory;  
    rSimple.Memory = nullptr;  
    // Use object...  
    delete[] object.Memory; }
```

Konstruktor kopiujący

- ▶ Konstruktor kopiujący służy do utworzenia obiektu, który będzie kopią innego już istniejącego obiektu.
- ▶ Konstrukctorem kopiującym jest konstruktor w klasie `Klasa`, który można wywołać z jednym argumentem typu:

```
Klasa::Klasa (Klasa &);  
Klasa::Klasa (const Klasa &);
```

- ▶ Wywołanie konstruktora może nastąpić:
 - ▶ w sposób jawny:

```
Klasa wzor;  
//...  
Klasa nowy = wzor;
```
 - ▶ niejawnie, gdy wywołujemy funkcję z argumentem danej klasy przekazywanym przez wartość;
 - ▶ niejawnie, gdy wywołana funkcja zwraca wartość w postaci obiektu danej klasy.

Konstruktor kopiujący

- ▶ Jeśli programista nie zdefiniuje konstruktora kopiującego to może wygenerować go kompilator (wtedy wszystkie pola są kopiowane za pomocą operatora przypisania).
- ▶ Kompilator nie wygeneruje konstruktora kopiującego, jeśli dla pewnego pola w klasie nie będzie można zastosować operatora przypisania = (na przykład do pola stałego).

Przypisanie kopiujące

- ▶ Przypisanie kopiujące służy do skopiowania do obiektu danych z innego obiektu.
- ▶ Przypisanie kopiujące w klasie `Klasa` może być zdefiniowane z jednym (prawym względem `=`) argumentem (drugim argumentem, lewym względem `=`, jest bieżący obiekt):

```
Klasa & Klasa::operator= (Klasa &);  
Klasa & Klasa::operator= (const Klasa &);
```
- ▶ Przypisanie kopiujące powinno zwrócić referencję do bieżącego obiektu (aby umożliwić kaskadowe wykorzystanie operatora `=`).
- ▶ Jeśli programista nie zdefiniuje przypisania kopiującego to może wygenerować go kompilator (wtedy wszystkie pola są kopiowane za pomocą operatora przypisania).

Kopiowanie a RVO

- ▶ Technika RVO (ang. Return Value Optimization) to optymalizacja kodu w stosunku do wartości zwracanej (pomijanie kopiowania).
- ▶ Idea RVO: jeśli funkcja na końcu zwraca przez wartość instrukcją `return` obiekt roboczy stworzony w ciele funkcji, to obiekt roboczy jest tworzony w miejscu przeznaczonym na wynik i pomijane jest kopiowanie.
- ▶ Technikę RVO można stosować zarówno przy zwracaniu rezultatu przez funkcję, jak i podczas wysyłania argumentów do funkcji.

Referencja do r-wartości

- ▶ R-wartość nie ma swojej nazwy, ponieważ jest to chwilowy rezultat pewnego wyrażenia - nie można się więc dowiedzieć jaki jest adres w pamięci (inaczej niż dla l-wartości, która odnosi się do zmiennej i która ma jakiś adres w pamięci).
- ▶ Kompilator umie rozpoznać, czy do przeciążonej funkcji wysłano obiekt (l-wartość), czy chwilową wartość wyrażenia (r-wartość).
- ▶ Odebrana w funkcji jako argument r-wartość staje się w l-wartością.
- ▶ Funkcja biblioteczna `std::move()` nie przenosi a tylko rzutuje!

Konstruktor przenoszący

- ▶ Konstruktor przenoszący służy do utworzenia obiektu, który przejmie dane z obiektu tymczasowego.
- ▶ Konstrukctorem przenoszącym jest konstruktor w klasie `Klasa`, który można wywołać z jednym argumentem typu:
`Klasa::Klasa (Klasa &&);`
- ▶ Wywołanie konstruktora może nastąpić gdy podamy mu jako argument obiekt tymczasowy.
- ▶ Gdy w klasie nie ma konstruktora przenoszącego to zostanie użyty konstruktor kopiujący.

Przypisanie przenoszące

- ▶ Przypisanie przenoszące służy do przeniesienia do obiektu danych z obiektu tymczasowego.
- ▶ Przypisanie przenoszące w klasie `Klasa` może być zdefiniowane z jednym (prawym względem `=`) argumentem:

```
Klasa & Klasa::operator= (Klasa &&);
```