Prawa dostępu do składowych klasy

PRAWA *PRZYJACIÓŁ* KLASY

C++ - klasy

Dostęp z zewnątrz:

```
class water_temp {
   double t;
public:
   double limit;
   double get_temp() {
        return t;
   }
   …
};

int main() {
   water_temp T;
   T.limit = 100;
```

Dostęp z wewnątrz:

```
class water_temp {
   double t;
public:
   …
   double set_temp(double nt) {
        if (nt<limit && nt>0)
              return (t = nt);
        else
              return t;
   }
};
int main() {
   water_temp T;
   T.set_temp(36.6);
```


C++ - klasy

Przykład:

```
class water_temp {
    double t;
public:
    double get_temp() {
      return t;
    }
    double set_temp(double nt);
};

double water_temp::set_temp(double nt) {

    if (nt<100 && nt>0)
      return (t = nt);
    else
      return t;
}
```


C++ - klasy

Przykład:

```
class water_temp {
    double t;
public:
    double get_temp() {
      return t;
    }
    double set_temp(double nt);
};

double water_temp::set_temp(double nt) {

    if (nt<100 && nt>0)
      return (t = nt);
    else
      return t;
}
```

Składowe prywatne obiektu są dostępne tylko dla metod składowych tego obiektu (tj. metod: get_temp i set_temp).

Składowe publiczne są dostępne wszystkim, tj. zarówno w kodzie metod składowych jak i funkcji zewnętrznych oraz metod innych klas.

C++ - klasy

Przykład:

```
class water_temp {
    double t;
public:
    double get_temp() {
      return t;
    }
    double set_temp(double nt);
};

double water_temp::set_temp(double nt) {

    if (nt<100 && nt>0)
      return (t = nt);
    else
      return t;
}
```

Składowe prywatne obiektu są dostępne tylko dla metod składowych tego obiektu (tj. metod: get_temp i set_temp).

Składowe publiczne są dostępne wszystkim, tj. zarówno w kodzie metod składowych jak i funkcji zewnętrznych oraz metod innych klas. Np.:

```
int main() {
  water_temp T1,T2;
  double x = T1.t;   // nie wolno!
  T1.set_temp(36.6);
  double y = T1.get_temp();
  T2.set_temp(T1.get_temp());
…
```


C++ - klasy

Kim są przyjaciele i co im wolno?

Przyjaciele, to ci, z którymi jesteśmy gotowi się podzielić tym, co nie jest publicznie dostępne dla wszystkich (tj. np. tym, co jest private)

Gdy chcemy udzielić pozwolenia na dostęp funkcji, niebędącej składową klasy A, wskazujemy tę funkcję za pomocą słowa kluczowego **friend** wewnątrz deklaracji klasy A (*to nie jest deklaracja funkcji!*)

Nie ma żadnego innego sposobu włamania się z zewnątrz, tj. przyznania sobie prawa bycia przyjacielem klasy A bez zmiany jej kodu.

Przyjaźń nie jest wzajemna – jeżeli klasa A twierdzi, że klasa B jest jej przyjacielem, to nie daje to klasie A prawa do wzajemności, tj. to nie oznacza, że B też musi twierdzić, że A jest jej przyjacielem.

C++ - klasy

Jako przyjaciela można wskazać funkcje globalną, składową innej klasy albo nawet całą klasę:

```
class X {
  private:
   int x;
  public:
   void init();
   int fun(int y);
   friend void global(X*, int);    // przyjaciel funkcja globalna
   friend void Y::fun(X*); // przyjaciel - składowa innej klasy
   friend class Zeta;              // cała klasa jako przyjaciel
};
```


C++ - klasy

- Umieszczenie wewnątrz klasy nagłówka funkcji/metody przyjaznej nie oznacza jej deklaracji. Właściwa deklaracja musi być wykonana niezależnie od tego, w innym miejscu kodu.
- Funkcja zaprzyjaźniona z klasą nie jest metodą tej klasy.
- Deklarację przyjaźni można umieścić w dowolnej sekcji definicji klasy (public, private..).
- Przyjaźń nie jest przechodnia – jeżeli A jest zaprzyjaźniona z B, a B jest zaprzyjaźniona z C, to nie znaczy, że A jest zaprzyjaźniona z C.

C++ - klasy

```
class X {
  private:
   int i;   // składowa prywatna
  public:
   void init();
   int fun(int y);
   friend void global(X*,int);
   friend void Y::fun(X*);
   friend class Zeta;
};

void global(X *x, int i) {
   x->i = i;
}
```

```
class Y {
   void fun(X*);
};
void Y::fun(X *x) {
   x->i = 0;
}

class Zeta {
   int h(X*);
};
int Zeta::h(X *x) {
   return x->i > 0 ? x->i : 0;
}
```

Ale ten kod się nie skompiluje..

C++ - klasy

Podsumowując dotychczasowe informacje:

- Nazewnictwo:
  - składowe klasy – odpowiedniki „zmiennych” i „funkcji”.
  - „zmienne” zadeklarowane w klasie nazywane są **polami** klasy a „funkcje” – **metodami**
  - „zmienne” zadeklarowane na podstawie typu klasy to **obiekty**

C++ - klasy

Podsumowując dotychczasowe informacje:

- kapsułkowanie – ograniczanie dostępu klientowi-programiście do składowych klasy. Utworzony obiekt będzie klientowi-programiście udostępniał tylko te swoje pola i metody, które zostały zadeklarowane w klasie jako **`public`**.
- prawa dostępu do składowych chronionych mają tylko inne składowe tej samej klasy oraz przyjaciele klasy.
- struktury mają podobne możliwości co klasy, jednak w dalszych rozważaniach do definiowania typów abstrakcyjnych będą wykorzystywane głównie klasy.

C++ - klasy

Dobra praktyka – cz.1:

jeżeli istnieje potrzeba udostępnienia klientowi-programiście chronionych pól klasy tylko do odczytu, dla każdego z tych pól pisze się metodę (nazywaną potocznie „**geterem**” od ang. słowa ‘get’), której zadaniem jest wyłącznie zwrócić wartość chronionego pola, np.:

```
...
private:
  double objetosc;
public:
  double get_objetosc() { return objetosc; }
...
```

C++ - klasy

Dobra praktyka – cz. 2:

jeżeli istnieje potrzeba udostępnienia klientowi-programiście chronionego pola klasy do zapisu, dla tego pola pisze się metodę (nazywaną potocznie „**seterem**" od ang. słowa 'set'), której zadaniem jest zmienić wartość chronionego pola, ale tylko pod warunkiem, że proponowana nowa wartość spełnia ograniczenia, np.:

```
private:
  double objetosc;
public:
  double set_objetosc(double obj) {
   if (obj > 0) return objetosc = obj;
   else return objetosc; }
  ...
```


Inicjalizacja obiektu

KONSTRUKTORY

C++ - klasy

Inicjalizacja

- Przyczyną wielu błędów w programach jest nieprawidłowe zainicjalizowanie zmiennych na początku działania programu.
- Obiekt zawiera z reguły szereg pól – ich wartości *powinny* zostać określone przed rozpoczęciem używania tego obiektu.
- Umieszczanie instrukcji incjalizujących pola obiektu przed każdą instrukcją tworzącą nowy obiekt mogłoby gmatwać kod programu i zwiększać znacznie jego rozmiar.
- Aby ułatwić inicjalizację programista dostał możliwość przypisania dowolnego zbioru instrukcji do czynności tworzenia nowego obiektu. Te instrukcje wykonają się za każdym razem kiedy tworzony jest kolejny obiekt. Mogą one inicjalizować pola obiektu.

C++ - klasy

Inicjalizacja

- zbiór instrukcji, który ma być wykonany przy każdym utworzeniu nowego obiektu, jest umieszczany w specjalnej „metodzie" nazywanej *konstruktorem.*
- konstruktor może mieć argumenty wywołania (ale nie musi).
- konstruktor nie ma nazwy.
- dla jednej klasy można zadeklarować kilka różnych konstruktorów.
- Konstruktory jednej klasy muszą się różnić sygnaturą, która w przypadku konstruktora oznacza *wyłącznie* listę typów argumentów wywołania.

C++ - klasy

Przykład deklaracji:

```
class X {
  int i;
  public:
  X();          // konstruktor
}
```

Po czym rozpoznajemy konstruktor?

1. **nie ma nazwy** – zamiast nazwy jest powtórzona nazwa klasy
2. **nie może zwracać żadnych wartości** – dlatego nie deklarujemy żadnego typu przed nazwą klasy

Definicja konstruktora:

```
X::X() { i = 0; }
```


C++ - klasy

- Konstruktor może mieć dowolną liczbę argumentów.
- Konstruktor bezargumentowy jest specjalnym typem konstruktora. Jest to tzw. *konstruktor domyślny.*
- Kiedy deklarujemy klasę i nie deklarujemy w niej żadnego konstruktora, konstruktor domyślny tworzy się automatycznie.
- Kiedy konstruktor domyślny utworzony jest automatycznie, to nie zawiera żadnego kodu. Mimo to JEST.
- Dlaczego konstruktor domyślny jest konieczny?
- Ponieważ w każdym miejscu, gdzie tworzony jest obiekt, kompilator „po cichu" zawsze dodaje wywołanie konstruktora domyślnego.
- *A jak zrobić, żeby przy definicji obiektu został wywołany inny konstruktor?*

C++ - klasy

Przykład deklaracji:

```
class X {
  int i;
  public:
  X();          // konstruktor domyślny
  X(int a);     // inny konstruktor
};
…
X a1;     // tu zostanie wywołany konstruktor domyślny
X a2(1);  // a tu zostanie wywołany inny konstruktor
```

O tym, który konstruktor ma być wywołany, decyduje liczba argumentów przy nazwie reprezentującej tworzony obiekt.

C++ - klasy

- Konstruktor domyślny jest tworzony zawsze, jeżeli programista nie utworzył żadnego konstruktora.
- Jeżeli programista utworzył choć jeden konstruktor w klasie, to nawet jeżeli nie jest to konstruktor domyślny, tj. ma jeden lub więcej argumentów, konstruktor bezargumentowy nie będzie już automatycznie tworzony.
- Dlatego programista, decydując się na tworzenie konstruktorów w klasie, bierze na siebie obowiązek utworzenia również konstruktora domyślnego.

C++ - klasy

Konstruktor kopiujący

Rozważmy fragment kodu:

```
int fun(int x, int y);
…
int g = fun(a,b);
```

Kompilator przy wywołaniu tworzy kopie zmiennych. Na koniec kopiuje wartość zwracaną przez funkcję do zmiennej po lewej stronie równania. Skąd może wiedzieć w jaki sposób zrobić te kopie – tj. przekazać i zwrócić wartości zmiennych?

Po prostu wie. Bo mu jego autorzy wpisali to kopiowanie na sztywno dla wszystkich typów wbudowanych.

A co ma zrobić kompilator, kiedy taka sama sytuacja dotyczy typów utworzonych przez programistę?

C++ - klasy

Konstruktor kopiujący

Kiedy potrzeba przekazać argument przez wartość, kompilator dokonuje bezpośredniego przekopiowania bajtów, aby utworzyć zmienne lokalne wykorzystywane wewnątrz funkcji. W przypadku struktur i klas o bardziej złożonym charakterze, takie przekopiowanie może dać fałszywy rezultat.

Kompilator nie musi jednak zawsze kopiować bajtów. Zanim to zrobi, najpierw sprawdza, czy istnieje konstruktor, którego argumentem wywołania jest referencja do obiektu tego samego typu, np.:

```
class MojaKlasa {
  public:
  MojaKlasa();                  // konstruktor domyślny
  MojaKlasa(MojaKlasa& mk);     // konstruktor kopiujący
  …
}
```


C++ - klasy

Konstruktor kopiujący

```
class MojaKlasa {
  char **email;
  int ile;
  public:
  MojaKlasa(int x);

};
MojaKlasa:: MojaKlasa(int x) {
  email = new char*[ile = x];
  for (int i=0;i<ile;i++) email[i] = new char[100];
}
```


C++ - klasy

Konstruktor kopiujący

```
class MojaKlasa {
  char **email;
  int ile;
  public:
  MojaKlasa(int x);
  MojaKlasa(MojaKlasa& mk);      // konstruktor kopiujący
};
MojaKlasa:: MojaKlasa(int x) {
  email = new char*[ile = x];
  for (int i=0;i<ile;i++) email[i] = new char[100];
}
MojaKlasa::MojaKlasa(MojaKlasa& mk) {
  email = mk.email;                    // czy to jest OK?
}
```

C++ - klasy

Konstruktor kopiujący

```
MojaKlasa::MojaKlasa(MojaKlasa& mk) {
   email = new char*[mk.ile];
   ile = mk.ile;
   for (int i=0;i<ile;i++) {
     email[i] = new char[100];
     strcpy(email[i],mk.email[i]);
   }
}
```


C++ - klasy

Domyślny konstruktor kopiujący

Przy kopiowaniu obiektów ZAWSZE używany jest konstruktor kopiujący.

Jeżeli programista nie zadeklarował dla klasy/struktury konstruktora kopiującego, kompilator zrobi go sobie sam!

Jak będzie działał?

Jeżeli składowe klasy są typu wbudowanego, kompilator w konstruktorze kopiującym umieści kod dokonujący kopiowania „bajt po bajcie".

Jeżeli składowe reprezentują obiekty, kompilator wywoła rekurencyjnie konstruktory kopiujące tych obiektów składowych (jeżeli obiekty składowe będą zawierały inne obiekty, to ich konstruktory kopiujące również zostaną wywołane). Jeżeli składowe-obiekty nie mają zdefiniowanych konstruktorów kopiujących, kompilator utworzy je wg tej samej reguły.

Jest to tzw. *incjalizacja za pośrednictwem elementów składowych.*

Usuwanie obiektu

DESTRUKTOR

C++ - klasy

Końcowe porządki

- Inną przyczyną wielu błędów w programach jest brak zwolnienia lub nieprawidłowe zwolnienie zmiennych dynamicznych zaalokowanych na początku lub w trakcie działania programu.
- Obiekt zawiera z reguły szereg pól, które mogą być wskaźnikami przechowującymi adresy zmiennych dynamicznych; przed usunięciem obiektu zmienne dynamiczne należy zwolnić.
- Umieszczanie instrukcji zwalniających zmienne dynamiczne w każdym miejscu, gdzie może być usuwany istniejący obiekt, mogłoby gmatwać kod programu i zwiększać znacznie jego rozmiar.
- Aby ułatwić sprzątanie dano programiście możliwość przypisania dowolnego zbioru instrukcji do czynności usuwania istniejącego obiektu. Te instrukcje wykonają się za każdym razem kiedy usuwany jest obiekt.

C++ - klasy

Przykład deklaracji:

```
class X {
  int* tab;
  public:
  ~X();          // destruktor
};
```

Po czym rozpoznajemy destruktor?

1. **nie ma nazwy** – jest tylko powtórzona nazwa klasy poprzedzona tyldą
2. **nie może zwracać żadnych wartości** – dlatego nie deklarujemy żadnego typu przed nazwą klasy

Defincja destruktora:

```
X::~X() { if (tab!=NULL) delete []tab; }
```


C++ - klasy

- Destruktor jest wywoływany zawsze podczas destrukcji obiektu przez system (destruktor obiektu nie niszczy, ale jest wykonywany tuż przed zniszczeniem)
- Obiekty utworzone jako zmienne lokalne są niszczone automatycznie w momencie opuszczenia bloku w którym zostały zadeklarowane przez sterowanie programu
- Obiekty dynamiczne utworzone poleceniem **`new`** nie są niszczone automatycznie – muszą być niszczone poleceniem **`delete`**
- Destruktor musi być bezparametrowy, co oznacza, że nie może być przeciążany (nie można tworzyć wiele destruktorów)

restrykcyjne reguły zgodności typów

TWORZENIE I USUWANIE OBIEKTÓW

121

C++ - tworzenie obiektów

Ogólnie mówiąc, kiedy w C++ tworzony jest obiekt, zawsze zachodzą **dwa** procesy:

1. przydzielana jest mu pamięć:
   - w obrębie obszaru danych statycznych – zanim rozpocznie się praca programu
   - na stosie – kiedy zostanie osiągnięty określony punkt realizacji programu (np. nawias klamrowy otwierający)
   - na stercie – kiedy wywołane zostanie polecenie utworzenia zmiennej dynamicznej
2. wywoływany jest konstruktor inicjalizujący tę pamięć

122

C++ - tworzenie obiektów

Funkcje malloc i calloc są bardzo prymitywne. Aby utworzyć na stercie instancję klasy a potem ją usunąć, należałoby napisać coś w tym rodzaju:

```
class Obj {
  …
};
int main() {
Obj *obj = (Obj*)malloc(sizeof(Obj));// alokacja pamięci
if (obj==0) {
   perror(„nie udało się zaalokować pamięci”);
   exit(EXIT_FAILURE);
}
obj->initialize();   // zamiast wywołania konstruktora
…                    // tu instrukcje naszego programu
obj->destroy();      // zamiast wywołania destruktora
free(obj);           // zwalnianie pamięci
     // TAK NIE NALEŻY TWORZYĆ OBIEKTÓW DYNAMICZNYCH!
```


123

C++ - tworzenie obiektów

W C++ zapominamy o **`malloc`** i **`calloc`**.

Ponieważ w C++ *wszystko* ma swój konstruktor, który musi być zawsze wywołany, używanie **`malloc`** i **`calloc`** naruszałoby tę zasadę, ponieważ one nie dają możliwości wywołania konstruktorów i destruktorów.

- Rozwiązaniem jest połączenie w jeden operator **`new`** wszystkich działań koniecznych do utworzenia obiektu.
- Podczas generowania obiektu dynamicznego poprzez wyrażenie **`new`** przydziela się na stercie niezbędną ilość pamięci i wywołuje dla niej właściwy konstruktor, np. :

```
MojTyp *MTp = new MójTyp(1,2,3);
```


124

C++ - tworzenie obiektów

Operator **`new`**

1.najpierw alokuje stosowny obszar pamięci.

2.Dopiero kiedy alokowanie zakończy się pomyślnie, przystępuje do wywołania konstruktora.

•Nie ma potrzeby sprawdzania, czy alokacja się powiodła.

•A jeżeli się nie powiodła – wywoływana jest specjalna funkcja *new handler*. Jej zadaniem jest zgłoszenie wyjątku (*o wyjątkach będzie więcej informacji w dalszej części wykładu*)

•Rezultatem działania **`new`** jest:

1. **zainicjalizowany obiekt**, albo
2. **obiekt-wyjątek** informujący o problemie.

125

C++ - tworzenie obiektów

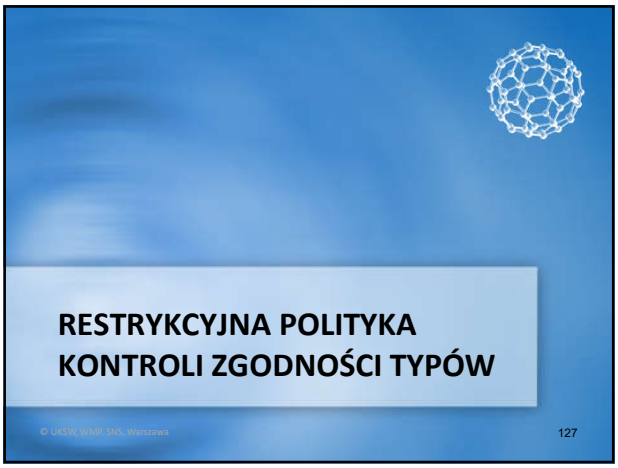
- Wyrażeniem komplementarnym do **`new`** jest **`delete`**
- Wyrażenie **`delete`** najpierw wywołuje destruktor, a następnie zwalnia przydzieloną uprzednio pamięć, np. :

```
delete MTp;
```

- Operator **`delete`** może być wywołany wyłącznie w stosunku do obiektu utworzonego wcześniej za pomocą **`new`**
- Jeżeli wskaźnik usuwany za pomocą **`delete`** jest NULL, to nic się nie stanie.

Z tego względu niektórzy zalecają przypisanie wskaźnikowi wartości NULL zaraz po usunięciu obiektu, żeby w przypadku próby podjęcia usuwania drugi raz dla tego wskaźnika uniknąć problemów.

126



RESTRYKCYJNA POLITYKA KONTROLI ZGODNOŚCI TYPÓW

C++ - zgodność typów

Dlaczego w C++ mamy dużo bardziej restrykcyjną politykę kontroli zgodności typów?

W języku C funkcja **`malloc`** zwraca wskaźnik typu **`void*`** czyli po prostu adres w pamięci. Dlatego można było np. napisać:

```
struct ABC {
   …
};
struct ABC *ptr = malloc( sizeof(ABC) );
```

Akceptowana może być konwersja różnych typów adresowych występujących po lewej i prawej stronie operatora przypisania.

W C++ taka konwersja jest niedozwolona.

C++ - zgodność typów

Kontrola typów - przykład:

```
class Obj {
   …
};
Obj *ptr1 = new Obj;
void* ptr2 = ptr1;
ptr1 = new Obj;
… // tu instrukcje naszego programu
delete ptr1;
delete ptr2;
```

Problem: skąd operator **`delete`** ma wiedzieć jaki destruktor ma wywołać dla obiektu wskazywanego przez **`ptr2`** ?

C++ - zgodność typów

Kontrola typów - przykład:

Ponieważ typ **`void*`** nie wskazuje na żaden konkretny obiekt, operator **`delete`** zwolni tylko pamięć, a żadnego konkretnego destruktora nie będzie próbował wywołać.

Ewentualna konwersja do typu **`void*`** nie budzi zastrzeżeń – kompilator zakłada, że programista, gubiąc informację o typie obiektu, wie co robi:

```
Obj *ptr1 = new Obj;
void* ptr2 = ptr1;
```

Ale próba konwersji w druga stronę jest już traktowana w C++ jako błąd – nie tylko zgubimy wtedy informacje o prawdziwym typie obiektu, ale wprowadzimy fałszywą informację o tym, że jest innego typu:

```
ptr1 = ptr2;
```