Object-oriented programming (Programmazione ad oggetti) Parte 1

Liceo G.B. Brocchi – Bassano del Grappa (VI)
Liceo Scientifico – opzione scienze applicate
Giovanni Mazzocchin

Unire dati e operazioni in un unico costrutto

- I tipi predefiniti di C++ sono detti **tipi built-in**:
  - `char`, `int`, `float`, `double` etc…
- Il compilatore sa come rappresentarli in memoria e conosce le operazioni che possono essere fatte su di essi
- I tipi definiti dall'utente sono detti ***U**ser-**D**efined **T**ypes*
  - per crearli abbiamo utilizzato le **struct**
  - ma le struct avevano un limite: non potevamo associare dati e operazioni all'interno del nuovo tipo
- L'**OOP** (**O**bject-**o**riented **P**rogramming) permette di superare questo limite. È il paradigma di programmazione più utilizzato nello sviluppo software al giorno d'oggi

Unire dati e operazioni in un unico costrutto

- Nell'OOP, un oggetto è caratterizzato da:
  - uno **stato**
  - un **insieme di operazioni**
  - un'**identità** (tipo)

- Ad esempio, in un videogioco sviluppato ad oggetti, l'oggetto **`player_1`** può avere:
  - **stato**: armi possedute, livello raggiunto etc…
  - **operazioni**: salta, corri, spara etc…
  - **identità**: **`player`** (ci possono essere diversi oggetti (*istanze*) di tipo `player`)

Unire dati e operazioni in un unico costrutto

- Immaginate una **rubrica telefonica** (*phone book*)
- Sarebbe molto utile poter creare il tipo **phone_book**
- Questo tipo non è caratterizzato soltanto dai dati (i numeri di telefono associati ai nomi), ma anche da diverse operazioni sui dati:
  - ricerca, aggiunta, rimozione, aggiornamento
- Vogliamo creare un tipo che rappresenti i dati e definisca le operazioni possibili su di essi
- Le operazioni esposte all'esterno costituiscono l'**interfaccia** del tipo

Le classi

```
class Point {
        double x;
        double y;

        double get_greatest_coordinate() {
                if (x >= y) {
                        return x;
                }
                return y;
        }
};

int main() {
        Point p;
        p.x = 5;
}
```

```
class.cpp
class.cpp(18): error C2248:
'Point::x': impossibile accedere al
membro privato dichiarato nella
classe 'Point'
```

NON COMPILA: i membri di una classe, di default, non sono accessibil dall'esterno. Si dice che sono *incapsulati*

```
class Point {
public:
        double x;  //data member
        double y;  //data member

        double get_greatest_coordinate() {  //function member ("method")
                if (x >= y) {
                        return x;
                }
                return y;
        }
};
int main() {
        Point p;  //object of class Point
        p.x = 5;  //access to data member
        p.y = 8;  //access to data member

        cout << p.get_greatest_coordinate();  //access to function member ("method")
}
```

la keyword `public` rende visibili i membri all'esterno della classe

come fa a funzionare se non prende nessun parametro?
come fa a sapere che i membri x e y appartengono all'oggetto p del main?

Classi vs struct

```
struct point {
        double x;
        double y;
        double (*get_greatest_coordinate_ptr) (struct point*);
};

double get_greatest_coordinate(struct point* p) {
        if (p->x >= p->y) {
                return p->x;
        }
        return p->y;
}
```

**qui il parametro è specificato;
si vede chiaramente che vengono
confrontate le coordinate del punto p**

Classi vs struct

```
int main(){
        struct point p = {9, 1, &get_greatest_coordinate};
        cout << (*(p.get_greatest_coordinate_ptr))(&p);
}
```

```
class Point {
public:
        double x;
        double y;

        double get_greatest_coordinate() {
                if (x >= y) {
                        return x;
                }
                return y;
        }
};
int main() {
        Point p;
        p.x = 5;
        p.y = 8;
        cout << p.get_greatest_coordinate();
}
```

è come se ci fosse un parametro nascosto che permette di accedere ai membri di p del `main`

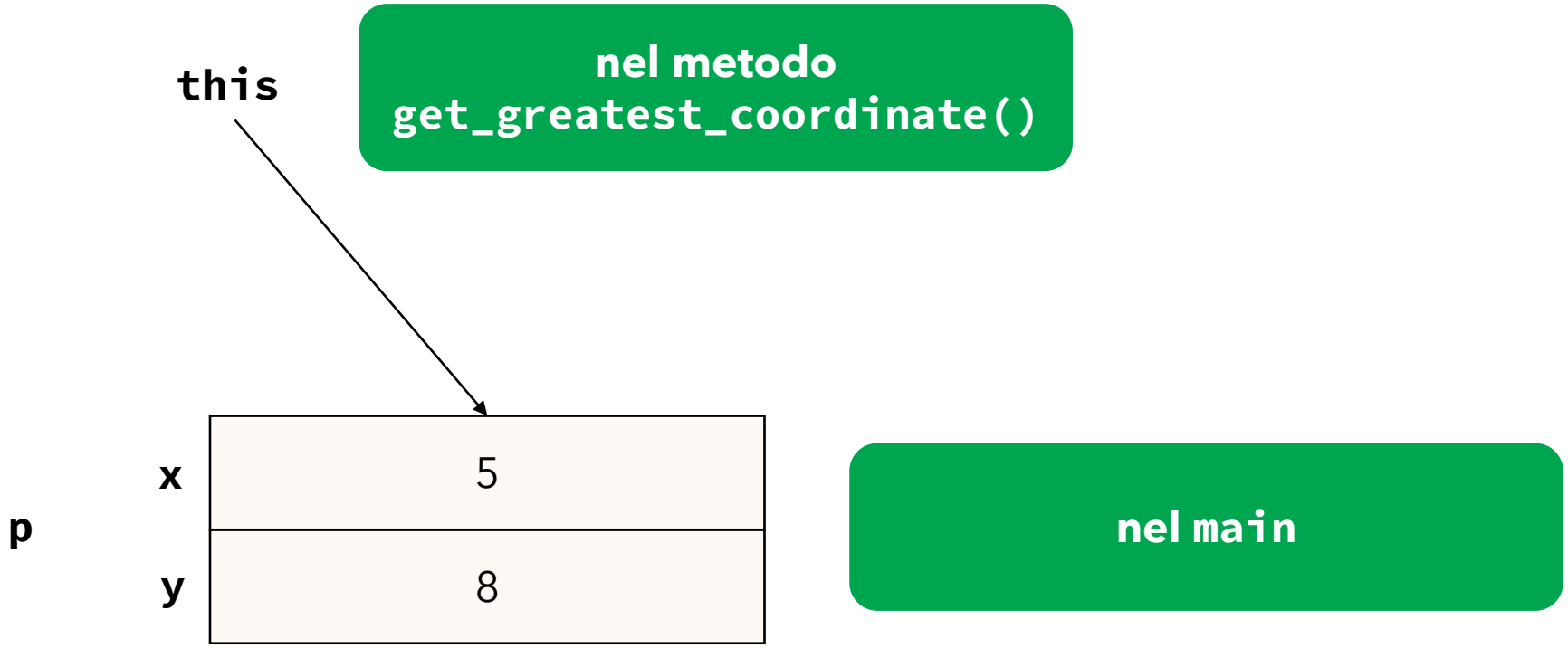
```
class Point {
public:
        double x;
        double y;

        double get_greatest_coordinate() {
                if (x >= y) {
                        return x;
                }
                return y;
        }
};
int main() {
        Point p;
        p.x = 5;
        p.y = 8;
        cout << p.get_greatest_coordinate();
}
```

in realtà un parametro c'è, solo che è sottinteso: si chiama `this` ed è un puntatore a `Point`

```
class Point {
public:
        double x;
        double y;
        double get_greatest_coordinate() {
                cout << "value of this pointer in method: " << this << endl;
                if (x >= y) {
                        return x;
                }
                return y;
        }
};
int main() {
        Point p;
        p.x = 5;
        p.y = 8;
        cout << "address of p is: "  << &p << endl;
        p.get_greatest_coordinate();
}
```

```
address of p in main is: 0133FDD8
value of this pointer in method: 0133FDD8
```

Il puntatore `this`



Il puntatore `this`

```
class Point {
public:
        double x;
        double y;
        double get_greatest_coordinate() {
           //rewrite the code, using the this pointer
        }
};
```

Il puntatore `this`

```
class Point {
private:
        double x;
        double y;
public:
        double get_greatest_coordinate() {
                if (x >= y) {
                        return x;
                }
                return y;
        }
};
```

Una classe è formata da:

- un'**interfaccia**, costituita dai membri **`public`**, accessibili dall'esterno della classe
- un'**implementazione**, costituita dai membri **`private`**, non accessibili dall'esterno della classe

NB: nelle struct era tutto privato o tutto pubblico?

Inizializzare gli oggetti

```
class Date {
public:
        int month;
        int day;
        int year;
};

int main() {
        Date d1;
        //free initialization of data members, outside the class
        d1.month = 13;
        d1.day = -1;
        d1.year = 2021;

        cout << "Kind student, here is the date of your exam:" << endl;
        cout << "\tmm" << "\tdd" << "\tyy" << endl;
        cout << '\t' << d1.month << '\t' << d1.day << "\t" << d1.year << endl;
}
```

```
Kind student, here is the date of your
exam:
        mm      dd      yy
        13      -1      2021
```

permettere di inizializzare così «allegramente» gli oggetti può portare a a bug e disastri di vario tipo; sarebbe meglio se i membri dato fossero privati e l'inizializzazione venisse controllata all'interno della classe `Date`

Costruttori

```
class Date {
private:
        int month;
        int day;
        int year;
public:
        Date() {
                cout << "I created an object" << endl;
        }

        int get_month() {
                return this->month;
        }
        int get_day() {
                return this->day;
        }
        int get_year() {
                return this->year;
        }
};
```

```
int main(){
        Date d1;
}
```

output: `I created an object`

Encapsulation (incapsulamento): i dettagli dell'implementazione vanno mantenuti privati

Costruttori

```
class Date {
private:
        int month;
        int day;
        int year;
public:
        Date() {
                cout << this->month << endl;
                cout << this->day << endl;
                cout << this->year << endl;

                cout << "I created an object" << endl;
        }
};
```

```
int main() {
        Date d1;
}
```

```
15505380
15505380
10854400
I created an object
```

Costruttori

- Il costruttore senza parametri è detto **costruttore di default**
- Se non si intende cambiare l'inizializzazione di default degli oggetti, non serve ridefinirlo, viene aggiunto dal compilatore in automatico
- Inizializzazione di default di un oggetto: inizializzazione di default di ciascun membro

Costruttori

```
class Date {
private:
        int month;
        int day;
        int year;
public:
        Date(int month, int day, int year) {
                this->month = month;
                this->day = day;
                this->year = year;
        }
};
```

```
int main() {
        Date d1 = Date(1, 1, 2022);
        Date d2 = Date(2, 3, 2021);
}
```

costruttore a 3 parametri; sovrascrive quello di default, che di conseguenza non è più disponibile

Costruttori

```
class Date {
private:
        int month;
        int day;
        int year;
public:
        Date(int month, int day, int year) {
                if (month >= 0 && month <= 12 /*controls*/) {
                        this->month = month;
                        this->day = day;
                        this->year = day;
                }
                else {
                        //create a special Date with no meaning
                        this->month = -1;
                        this->day = -1;
                        this->year = -1;
                }
        }
};
```

Overloading

```
void f() {
        cout << "called f with 0 parameters";
}

void f(int a) {
        cout << "called f with 1 parameter";
}

void f(int a, int b) {
        cout << "called f with 2 parameters";
}
```

```
f();
f(5);
f(8, 9);
```

Overloading: più funzioni con lo stesso nome. Il compilatore stabilisce quale chiamare in base alle diverse liste di parametri. Si dice anche che il nome della funzione viene *sovraccaricato (overloaded)* *di significati*

Overloading del costruttore

```
class A {
private:
        char c;
        int i;
        double d;
public:
        A() {
                cout << "called default constructor";
        }
        A(char c) {
                (*this).c = c;
                cout << "called 1-argument constructor";
        }
        A(char c, int i) {
                (*this).c = c;
                (*this).i = i;
                cout << "called 2-argument constructor";
        }
        A(char c, int i, double d) {
                (*this).c = c;
                (*this).i = i;
                (*this).d = d;
                cout << "called 3-argument constructor";
        }
};
```

Passaggio per riferimento costante

- Abbiamo già visto l'utilità del passaggio per riferimento

- Immaginate di dover creare un catalogo dei libri della biblioteca comunale di una città:
  - soluzione ***per valore***: viene creata una biblioteca clone e ve la portano a casa vostra. Comodo vero?
  - soluzione ***per riferimento***: vi dicono dove si trova la biblioteca, ci andate, e fate il lavoro che dovete fare
  - il problema è che potreste fare del *side-effect* sulla biblioteca. Ad esempio potreste prendere un libro e scriverci qualcosa dentro (vietato):
    - risolvere la questione del possibile *side-effect* portandovi un clone della biblioteca a casa non è molto pratico…
    - è meglio farvi entrare in biblioteca, ma con qualche controllo che vi impedisca di farle del male

Passaggio per riferimento costante

```
void print(A& a){
        cout << '[' << a.get_c() << ", " << a.get_i() << ", " << a.get_d() << ']' << endl;
        a = A('v', 8, 1.61);
}

int main(int argc, char* argv[]){
        A a('a', 78, 3.422);
        print(a);
        print(a);
}
```

vi fidereste di una funzione che si chiama `print` e che fa queste cose al suo interno?

Passaggio per riferimento costante

```
void f(const A& a){
        a = A('v', 8, 1.61);
}
```

const T&: significa che non si può modificare il parametro all'interno della funzione, quindi questo codice non compila perché abbiamo provato a modificarlo

```
oop_examples.cpp(42): error C2678: '=' binario: non è stato trovato alcun operatore
che accetti un operando sinistro di tipo 'const A'. È anche possibile che non vi siano
conversioni accettabili.
```

Passaggio per riferimento costante

alcune possibili invocazioni di `print` dalla funzione `main`

```
A a('a', 78, 3.422);
print(a);
print({'b', 87, 43.34});
```

Puntatore a costante

```
void f(const int* p){
      if (p){
            cout << *p;
            *p = *p + 1;
      }
}
```

```
error C3892: 'p': impossibile assegnare a
una variabile const
```

`const int* p` significa: p punta ad un intero costante, ossia, l'intero a cui punta p non può essere modificato

Puntatore costante

```
int v[10] = {1, 5, 4, 5, 8, 6, 5, 4, 2, 1};
int* const p = v;
*p = 99;
p++;
```

osservazioni?

Metodi costanti

```
class Person {
private:
        string name;
        string surname;
public:
        Person(string n, string s, string p_n) {
                name = n;
                surname = s;
                phone_number = p_n;
        }
        string get_name() {
                return name;
        }
        string get_surname() {
                return surname;
        }
};
```

Metodi costanti

```
void hello_person(const Person& p){
        cout << "hello " << p.get_name() << " "
            << p.get_surname() << endl;
}
```

```
 error C2662: 'std::string Person::get_name(void)': impossibile convertire il
puntatore 'this' da 'const Person' a 'Person &'
oop_drills.cpp(63): note: La conversione comporta la perdita dei qualificatori
oop_drills.cpp(51): note: vedere la dichiarazione di 'Person::get_name'
oop_drills.cpp(64): error C2662: 'std::string Person::get_surname(void)':
impossibile convertire il puntatore 'this' da 'const Person' a 'Person &'
oop_drills.cpp(64): note: La conversione comporta la perdita dei qualificatori
oop_drills.cpp(54): note: vedere la dichiarazione di 'Person::get_surname'
```

p è un riferimento costante, quindi non può essere modificato. Ma il compilatore non sa se `get_name` e `get_surname` modificano `p`, quindi non compila. Bisogna dire in qualche modo al compilatore che questi due metodi non possono modificare `p`

Metodi costanti

Esiste un modo per specificare che un metodo non può modificare l'oggetto di invocazione. Sicuramente metodi come i *getter* non modificano l'oggetto sui quali vengono invocati

```
string get_name() const {
        return name;
}
string get_surname() const {
        return surname;
}
string get_phone_number() const {
        return phone_number;
}
```

Metodi costanti

quindi, se sapete che un metodo non deve modificare l'oggetto di invocazione, va dichiarato `const`

```
string get_name() const {
        return name;
}
string get_surname() const {
        return surname;
}
string get_phone_number() const {
        return phone_number;
}
```

```
void set_name(string n) {
        name = n;
}
```

questo metodo setter naturalmente non è `const` perché modifica un membro dell'oggetto di invocazione

Lista di inizializzazione del costruttore

- L'inizializzazione dei membri di un oggetto può essere fatta in questo modo, tramite la **lista di inizializzazione del costruttore**

```
class Polynomial_3 {
private:
        double coeff_3;
        double coeff_2;
        double coeff_1;
        double coeff_0;
public:
        Polynomial_3(double c3, double c2, double c1, double c0):
                coeff_3(c3), coeff_2(c2), coeff_1(c1), coeff_0(c0) {/*empty body*/}
};
```

la lista di inizializzazione riguarda solo i costruttori e viene eseguita prima del corpo del metodo

Distruttori

```
class B {
private:
   int x;
   int y;

public:
   B() {
      std::cout << "creating object of class B" << std::endl;
   }

   ~B() {
      std::cout << "destroying object of class B" << std::endl;
   }
};
```

Distruttori

```
class C {
private:
    int x;
    int y;
public:
  C() {
    std::cout << "creating object of class C" << std::endl;
  }

  ~C() {
    std::cout << "destroying object of class C" << std::endl;
  }
};
```

Distruttori

```
class D {
private:
    int d;
public:
    D() {
        std::cout << "creating object of class C" << std::endl;
    }

    ~D() {
        std::cout << "destroying object of class C" << std::endl;
    }
};

class E {
private:
    int d;
public:
    E() {
        std::cout << "creating object of class E" << std::endl;
    }

    ~E(){
        std::cout << "destroying object of class E" << std::endl;
    }
};
```

Distruttori

```
int main(int argc, char* argv[]) {
    B b_obj_main;
    C c_obj_main;

    return 0;
}
```

analizzando le stampe su stdout sembra che i metodi con la tilde vengano invocati in automatico

```
creating object of class B
creating object of class C
destroying object of class C
destroying object of class B
```

Distruttori

```
int main(int argc, char* argv[]) {
    B b_obj_main;
    C c_obj_main;

    return 0;
}
```

i metodi con la tilde sono detti distruttori (*destructors*) e si occupano della distruzione degli oggetti

```
creating object of class B
creating object of class C
destroying object of class C
destroying object of class B
```

ma… abbiamo dovuto invocarli esplicitamente?

No! sono stati invocati in automatico. Perché?

Distruttori

le variabili, e quindi anche gli oggetti allocati sullo stack (memoria automatica) vengono deallocati automaticamente

```
void stack_alloc_dealloc() {
        B b;
        C c;
        D d;
        E e;
}
```

```
creating object of class B
creating object of class C
creating object of class D
creating object of class E
destroying object of class E
destroying object of class D
destroying object of class C
destroying object of class B
```

Distruttori

le variabili locali nell'activation record di una funzione vengono allocate e deallocate con politica LIFO, cioè a pila.
NB: vengono deallocate appena prima che il controllo del programma ritorni al chiamante

```
void stack_alloc_dealloc() {
        B b;
        C c;
        D d;
        E e;
}
```

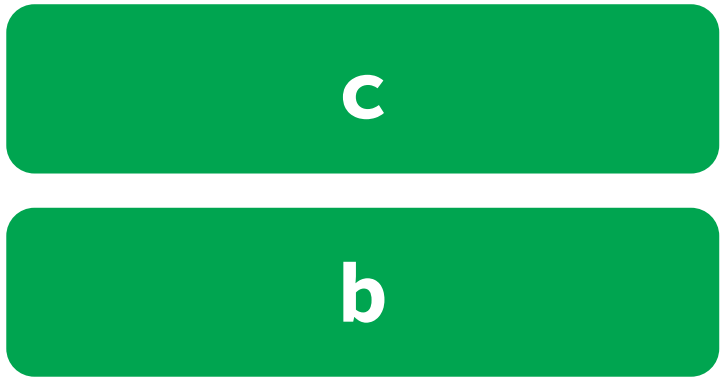
```
creating object of class B
creating object of class C
creating object of class D
creating object of class E
destroying object of class E
destroying object of class D
destroying object of class C
destroying object of class B
```

Distruttori

l'ultima variabile allocata è la prima ad essere deallocata
l'allocazione/deallocazione segue quindi una logica a pila (stack)

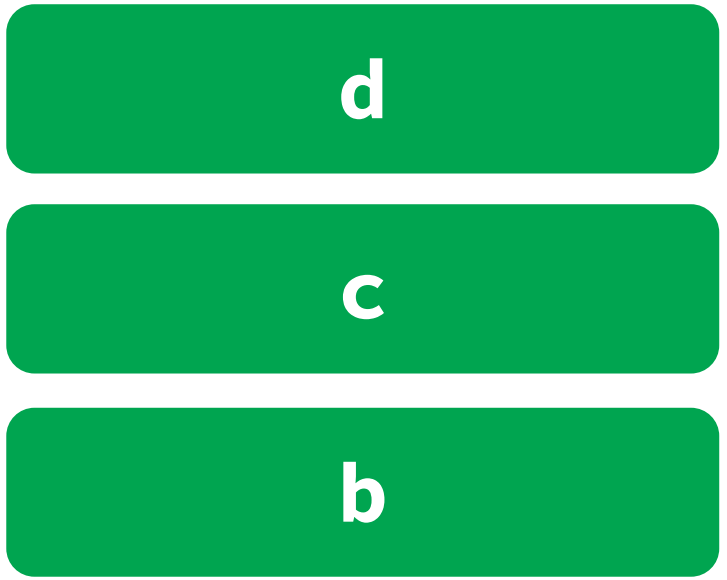
Distruttori

l'ultima variabile allocata è la prima ad essere deallocata
l'allocazione/deallocazione segue quindi una logica a pila (stack)



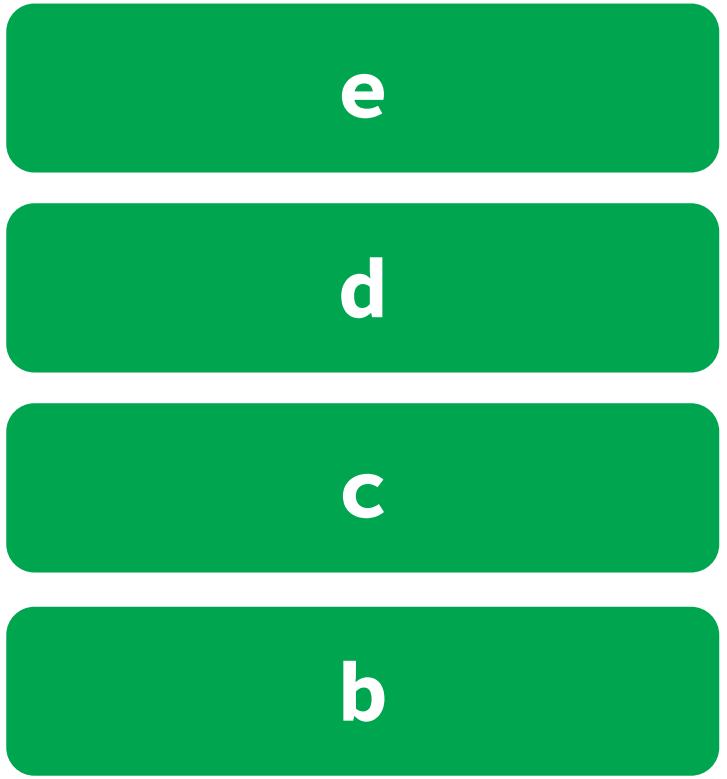
Distruttori

l'ultima variabile allocata è la prima ad essere deallocata
l'allocazione/deallocazione segue quindi una logica a pila (stack)



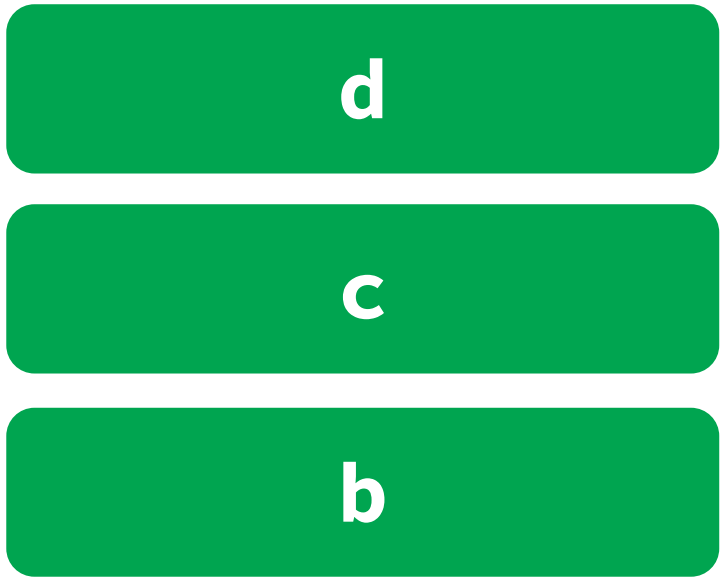
Distruttori

l'ultima variabile allocata è la prima ad essere deallocata
l'allocazione/deallocazione segue quindi una logica a pila (stack)



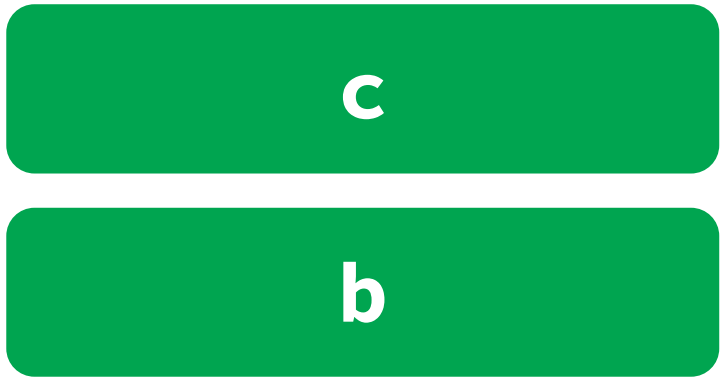
Distruttori

l'ultima variabile allocata è la prima ad essere deallocata
l'allocazione/deallocazione segue quindi una logica a pila (stack)



Distruttori

l'ultima variabile allocata è la prima ad essere deallocata
l'allocazione/deallocazione segue quindi una logica a pila (stack)



Distruttori

l'ultima variabile allocata è la prima ad essere deallocata
l'allocazione/deallocazione segue quindi una logica a pila (stack)

Progettazione di un array dinamico

- Proviamo a sviluppare una classe che rappresenti il tipo «**array di interi potenziato**»
- Per «potenziato» intendiamo *dotato di alcune funzionalità utili non presenti negli array C-like*
- Potremmo volere le seguenti funzionalità:
  - un metodo che verifica se l'array è ordinato
  - un metodo che realizza la ricerca lineare di una chiave nell'array
  - un metodo che realizza la ricerca binaria di una chiave nell'array
  - un metodo che ordina l'array tramite un algoritmo di ordinamento noto
  - un metodo che stampa su `stdout` il contenuto dell'array
- L'array va allocato sull'heap per dimensionarlo a runtime

Da vedere a casa

- **Pong & Object Oriented Programming - Computerphile**