
Capitolo 5

# Array e collezioni

CC BY NC

# Sommario:

Array di oggetti

Dimensione di un array

Accesso agli elementi di un array

Array e cicli `for` e *for–each*

Inizializzazione di array

L'intestazione del metodo `main`

Array di tipo primitivo

Array di array

Sottoproblemi e sottoprogrammi

Classi generiche

La classe generica `Sequenza<E>`

La classe generica `SequenzaOrdinata<E>`

# Array

## Array

Insieme ordinato di variabili dello *stesso tipo* (tipo base), ognuna delle quali è accessibile specificando la posizione in cui si trova.

# Array

## Array

Insieme ordinato di variabili dello *stesso tipo* (tipo base), ognuna delle quali è accessibile specificando la posizione in cui si trova.

- Tipo base
  Può essere sia un tipo primitivo sia un tipo riferimento

# Array

## Array

Insieme ordinato di variabili dello *stesso tipo* (tipo base), ognuna delle quali è accessibile specificando la posizione in cui si trova.

- Tipo base
  Può essere sia un tipo primitivo sia un tipo riferimento
- Array di oggetti
  Array il cui tipo base è un tipo riferimento

# Costruzione di array

- In Java gli array sono oggetti

# Costruzione di array

- In Java gli array sono oggetti

## Costruzione di un array

`new` *tipo_base*`[`*espressione_int*`]`

# Costruzione di array

- In Java gli array sono oggetti

## Costruzione di un array

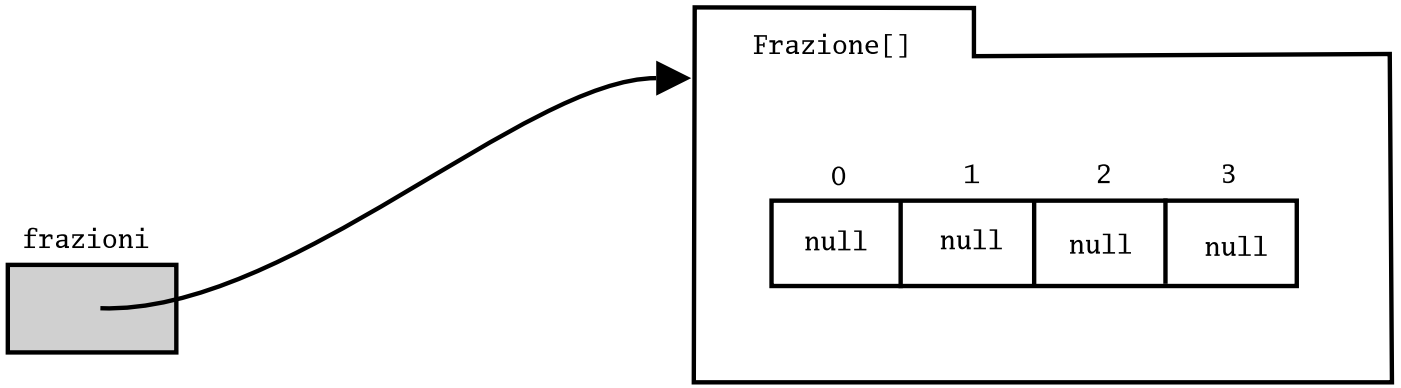
`new` *tipo_base*`[`*espressione_int*`]`

## Dichiarazione di variabile

*Tipo_base*`[]` *identificatore*;

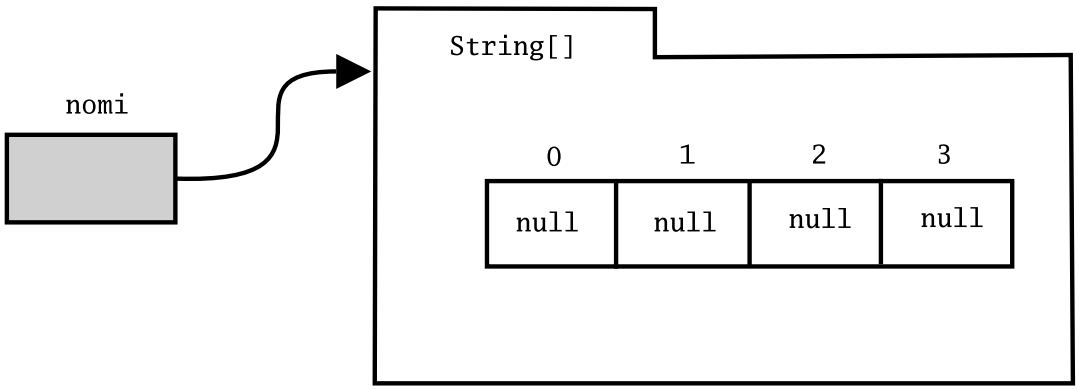
# Esempio

```
Frazione[] frazioni;
frazioni = new Frazione[4];
```



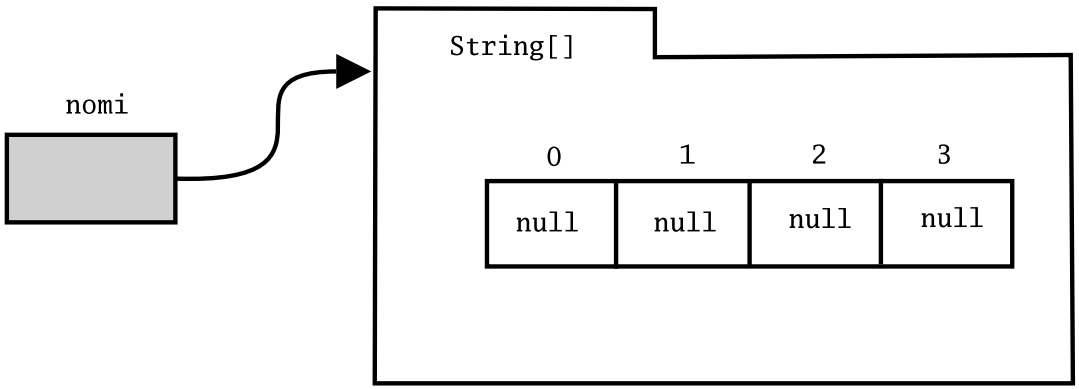
# Esempio

```
String[] nomi = new String[4]
```



# Esempio

```
String[] nomi = new String[4]
```




- In un array di oggetti le posizioni sono automaticamente inizializzate a `null` all'atto della creazione

# Dimensione di un array

- Ogni oggetto di tipo array ha memorizzata nel suo stato l'informazione relativa alla sua *dimensione*

# Dimensione di un array

- Ogni oggetto di tipo array ha memorizzata nel suo stato l'informazione relativa alla sua *dimensione*
- Tale informazione si trova in un *campo* di nome `length` e di tipo `int`

# Dimensione di un array

- Ogni oggetto di tipo array ha memorizzata nel suo stato l'informazione relativa alla sua *dimensione*
- Tale informazione si trova in un *campo* di nome `length` e di tipo `int`

**Esempio**

```
Frazione[] frazioni;
frazioni = new Frazione[4];
```

# Dimensione di un array

- Ogni oggetto di tipo array ha memorizzata nel suo stato l'informazione relativa alla sua *dimensione*
- Tale informazione si trova in un *campo* di nome `length` e di tipo `int`

**Esempio**

```
Frazione[] frazioni;
frazioni = new Frazione[4];
```

```
frazioni.length
```

- È un espressione di tipo `int`
- Il suo valore è `4`

# Array con dimensione infinito

LOGICA: Creo un array di n elementi, poi quando si riempe, incremento la sua dimensione.

# Accesso agli elementi di un array

## Accesso agli elementi

*nome_array*[*selettore*]

# Accesso agli elementi di un array

## Accesso agli elementi

*nome_array*[*selettore*]

- *selettore*
  Dev'essere un'espressione di tipo `int`

  Espressioni di tipo `short`, `byte`, o `char` vengono promosse automaticamente a `int`

# Accesso agli elementi di un array

## Accesso agli elementi

*nome_array*[*selettore*]

- *selettore*
  Dev'essere un'espressione di tipo `int`

  Espressioni di tipo `short`, `byte`, o `char` vengono promosse automaticamente a `int`

- Le posizioni di un array sono contate a partire da zero

# Accesso agli elementi di un array

## Accesso agli elementi

*nome_array*[*selettore*]

- *selettore*
  Dev'essere un'espressione di tipo `int`

  Espressioni di tipo `short`, `byte`, o `char` vengono promosse automaticamente a `int`

- Le posizioni di un array sono contate a partire da zero
- *nome_array*[*selettore*] è una variabile con:

  tipo: tipo base dell'array

# Accesso agli elementi di un array

## Accesso agli elementi

*nome_array*[*selettore*]

- *selettore*
  Dev'essere un'espressione di tipo `int`

  Espressioni di tipo `short`, `byte`, o `char` vengono promosse automaticamente a `int`

- Le posizioni di un array sono contate a partire da zero
- *nome_array*[*selettore*] è una variabile con:

  tipo: tipo base dell'array

  valore: il contenuto della posizione corrispondente dell'array

# Esempio

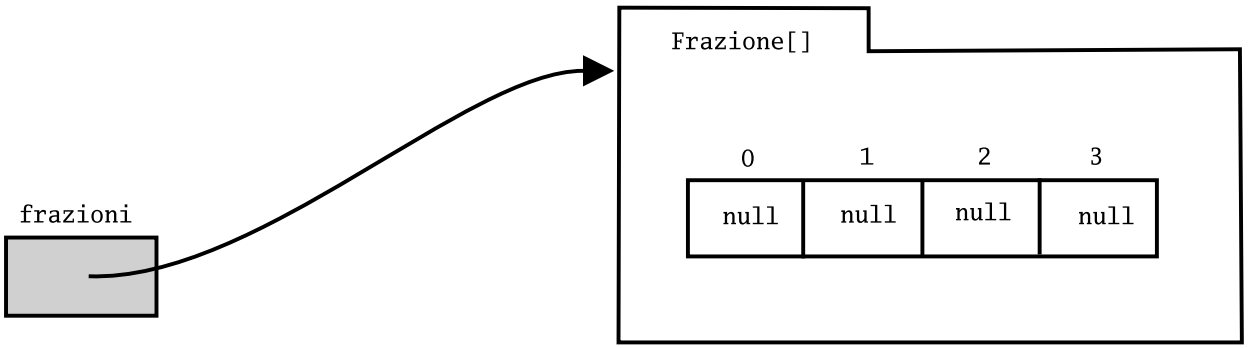
```
Frazione[] frazioni;
frazioni = new Frazione[4];

frazioni[0] = new Frazione(1,4);
frazioni[1] = new Frazione(2,4);
frazioni[2] = new Frazione(3,4);

int i = 2;
frazioni[2 * i - 1] = frazioni[2 * i - 2].piu(frazioni[1]);
```

# Accesso alle componenti

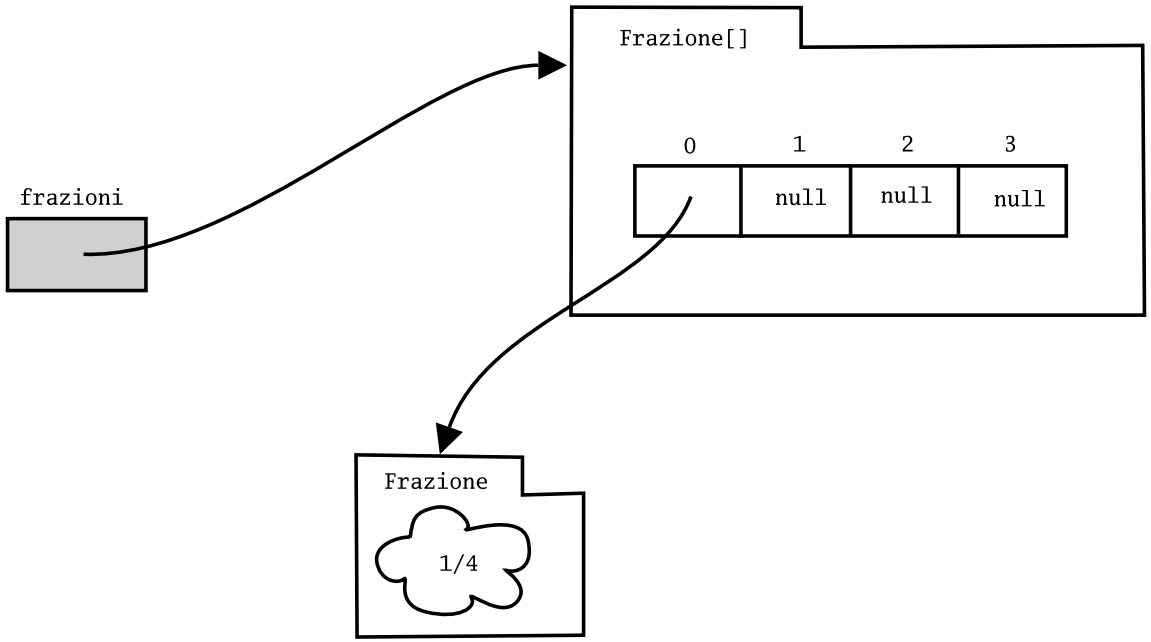
```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];
```



# Accesso alle componenti

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4]; //crea array nello heap.

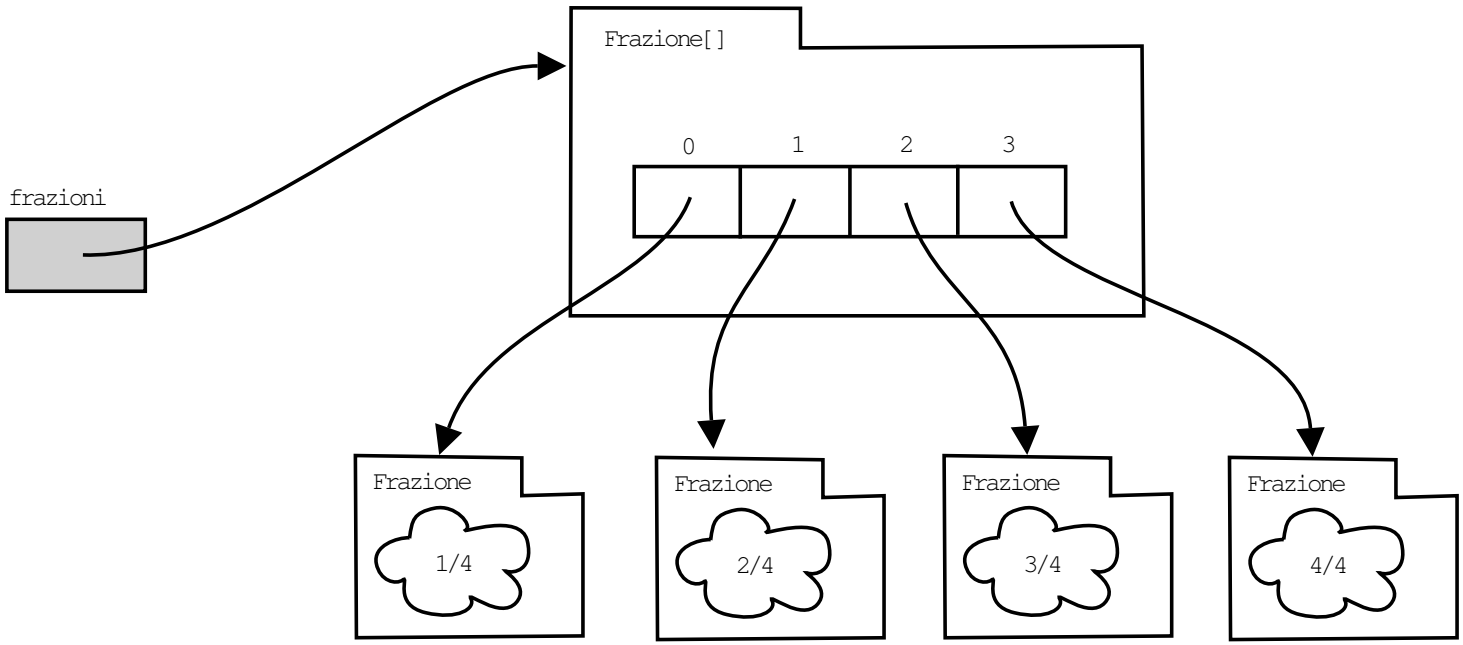
frazioni[0] = new Frazione(1,4);
```



# Accesso alle componenti

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];

frazioni[0] = new Frazione(1,4);
frazioni[1] = new Frazione(2,4);
frazioni[2] = new Frazione(3,4);
frazioni[3] = new Frazione(4,4);
```



# Accesso agli elementi di un array

- Il tentativo di accedere a una componente non definita dell'array causa un errore in fase di esecuzione

# Accesso agli elementi di un array

- Il tentativo di accedere a una componente non definita dell'array causa un errore in fase di esecuzione

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];
...
frazioni[4] = new Frazione(5,4);
```

# Accesso agli elementi di un array

- Il tentativo di accedere a una componente non definita dell'array causa un errore in fase di esecuzione

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];
...
frazioni[4] = new Frazione(5,4);


Exception in thread "main"
  java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 4
  ...
```

# Array e cicli `for`

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];

for (int i = 0; i < frazioni.length; i++)
   frazioni[i] = new Frazione(i + 1,4);

for (int i = 0; i < frazioni.length; i++)
   out.println(frazioni[i].toString());
```

# *for–each*

## Sintassi

```
for (tipo_base identificatore: array)
  istruzione
```

# *for–each*

## Sintassi

```
for (tipo_base identificatore: array)
  istruzione
```

## Esempio

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];
...
for (Frazione f: frazioni)
   out.println(f.toString());
```

# *for–each*

## Sintassi

```
for (tipo_base identificatore: array)
  istruzione
```

## Esempio

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];
...
for (Frazione f: frazioni)
   out.println(f.toString());
```

è equivalente a:

```
for (int i = 0; i < frazioni.length; i++)
   out.println(frazioni[i].toString());
```

# Osservazione: *for–each*

- Consente di ottenere uno dopo l'altro i valori contenuti nell'array

# Osservazione: *for–each*

- Consente di ottenere uno dopo l'altro i valori contenuti nell'array
- Non consente di accedere alle posizioni dell'array e quindi non consente di modificare l'array

# Osservazione: *for–each*

- Consente di ottenere uno dopo l'altro i valori contenuti nell'array
- Non consente di accedere alle posizioni dell'array e quindi non consente di modificare l'array

**Esempio**

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];

for (int i = 0; i < frazioni.length; i++)
   frazioni[i] = new Frazione(i + 1,4);
```

# Osservazione: *for–each*

- Consente di ottenere uno dopo l'altro i valori contenuti nell'array
- Non consente di accedere alle posizioni dell'array e quindi non consente di modificare l'array

**Esempio**

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];

for (int i = 0; i < frazioni.length; i++)
   frazioni[i] = new Frazione(i + 1,4);

for (Frazione f: frazioni)
   out.println(f.toString());
```

# Inizializzazione di array

- Specificando fra parentesi graffe la sequenza di valori che costituiscono gli elementi dell'array

# Inizializzazione di array

- Specificando fra parentesi graffe la sequenza di valori che costituiscono gli elementi dell'array

```
Frazione[] frazioni = {new Frazione(1,4), new Frazione(2,4),
                       new Frazione(3,4), new Frazione(4,4)};
```

# Inizializzazione di array

- Specificando fra parentesi graffe la sequenza di valori che costituiscono gli elementi dell'array

```
Frazione[] frazioni = {new Frazione(1,4), new Frazione(2,4),
                       new Frazione(3,4), new Frazione(4,4)};
```

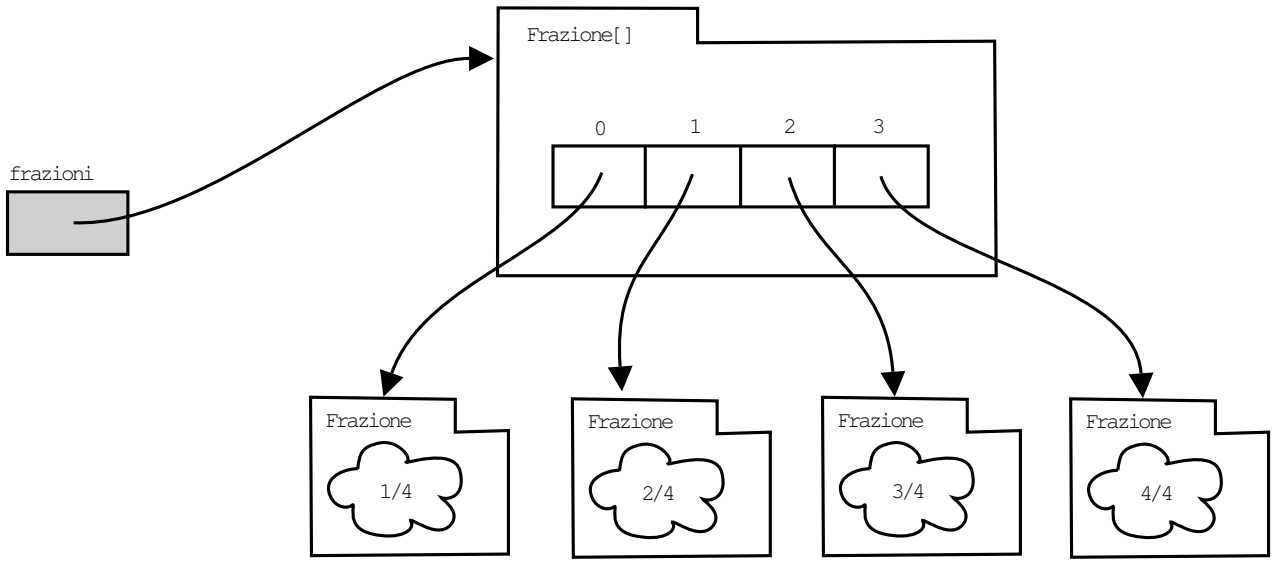
- La dimensione dell'array viene dedotta dal compilatore

# Inizializzazione di array

- Specificando fra parentesi graffe la sequenza di valori che costituiscono gli elementi dell'array

```
Frazione[] frazioni = {new Frazione(1,4), new Frazione(2,4),
                       new Frazione(3,4), new Frazione(4,4)};
```

- La dimensione dell'array viene dedotta dal compilatore



# Esempio: SequenzaFrazioni

```
...
final int MAX = 10;
Frazione[] frazioni = new Frazione[MAX];
```

# Esempio: SequenzaFrazioni

```
...
final int MAX = 10;
Frazione[] frazioni = new Frazione[MAX];

//fase lettura
for (int pos = 0; pos < frazioni.length; pos++) {
  out.println("Lettura della frazione " + (pos + 1));
  int num = in.readInt("Numeratore: ");
  int den = in.readInt("Denominatore: ");
  frazioni[pos] = new Frazione(num,den);
}
```

# Esempio: SequenzaFrazioni

```
...
final int MAX = 10;
Frazione[] frazioni = new Frazione[MAX];

//fase lettura
for (int pos = 0; pos < frazioni.length; pos++) {
  out.println("Lettura della frazione " + (pos + 1));
  int num = in.readInt("Numeratore: ");
  int den = in.readInt("Denominatore: ");
  frazioni[pos] = new Frazione(num,den);
}

//fase di scrittura
for (Frazione f: frazioni)
  out.println(f.toString());
```

# Errore: for

```
String[] nomi;

//fase di scrittura
for (int pos = 0; pos < nomi.length; pos++)
  out.println(nomi[pos].toString());
```

# Errore: for

```
String[] nomi;

//fase di scrittura
for (int pos = 0; pos < nomi.length; pos++)
  out.println(nomi[pos].toString());
```

**Compilazione**

```
 > javac UsoErratoArray.java
...: variable nomi might not have been initialized
    for (int pos = 0; pos < nomi.length; pos++)
                              ^
1 error
```

# Errore: *for–each*

```
String[] nomi;

//fase di scrittura
for (String s: nomi)
  out.println(s.toString());
```

# Errore: *for–each*

```
String[] nomi;

//fase di scrittura
for (String s: nomi)
  out.println(s.toString());
```

**Compilazione**

```
> javac UsoErratoArray.java
  ...: variable nomi might not have been initialized
     for (String s: nomi)
                    ^
1 error
```

# Errore: `for`

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];

//fase di scrittura
for (int pos = 0; pos < frazioni.length; pos++)
  out.println(frazioni[pos].toString());
```

# Errore: for

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];

//fase di scrittura
for (int pos = 0; pos < frazioni.length; pos++)
  out.println(frazioni[pos].toString());
```

**Esecuzione**

```
> java UsoErratoArray
Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException
        at UsoErratoArray.main(UsoErratoArray.java:14)
```

# Errore: *for–each*

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];

//fase di scrittura
for (Frazione f: frazioni)
  out.println(f.toString());
```

# Errore: *for–each*

```
Frazione[] frazioni = new Frazione[4];

//fase di scrittura
for (Frazione f: frazioni)
  out.println(f.toString());
```

**Esecuzione**

```
> java UsoErratoArray
Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException
        at UsoErratoArray.main(UsoErratoArray.java:14)
```

# L'intestazione del metodo `main`

```
public static void main(String[] args)
```

# L'intestazione del metodo `main`

```
public static void main(String[] args)
```

- `static`
  È un metodo statico

# L'intestazione del metodo `main`

```
public static void main(String[] args)
```

- `static`
  È un metodo statico
- `void`
  Non restituisce alcun valore

# L'intestazione del metodo `main`

```
public static void main(String[] args)
```

- `static`
  È un metodo statico
- `void`
  Non restituisce alcun valore
- `String[] args`
  Riceve come argomento il riferimento ad un array di stringhe

# Esecuzione del metodo `main`

```
public static void main(String[] args)
```

Quando si manda in esecuzione una classe:

- La JVM cerca nel *bytecode della classe* un metodo statico con il prototipo descritto sopra

# Esecuzione del metodo `main`

```
public static void main(String[] args)
```

Quando si manda in esecuzione una classe:

- La JVM cerca nel *bytecode della classe* un metodo statico con il prototipo descritto sopra
- Se lo trova, lo invoca passandogli come argomento il riferimento all'*array contenente le stringhe specificate nel comando di esecuzione* dopo il nome della classe

# Esecuzione del metodo `main`

```
public static void main(String[] args)
```

Quando si manda in esecuzione una classe:

- La JVM cerca nel *bytecode della classe* un metodo statico con il prototipo descritto sopra
- Se lo trova, lo invoca passandogli come argomento il riferimento all'*array contenente le stringhe specificate nel comando di esecuzione* dopo il nome della classe
- Se non vengono forniti argomenti è un riferimento all'array vuoto (cioè `args.length` vale `0`)

# Esempio

```
import prog.io.*;

class Ripeti {
  public static void main(String[] args) {
    ConsoleOutputManager out = new ConsoleOutputManager();

    for (String s : args)
      out.println(s);
  }
}
```

# Esempio

```
import prog.io.*;

class Ripeti {
  public static void main(String[] args) {
    ConsoleOutputManager out = new ConsoleOutputManager();

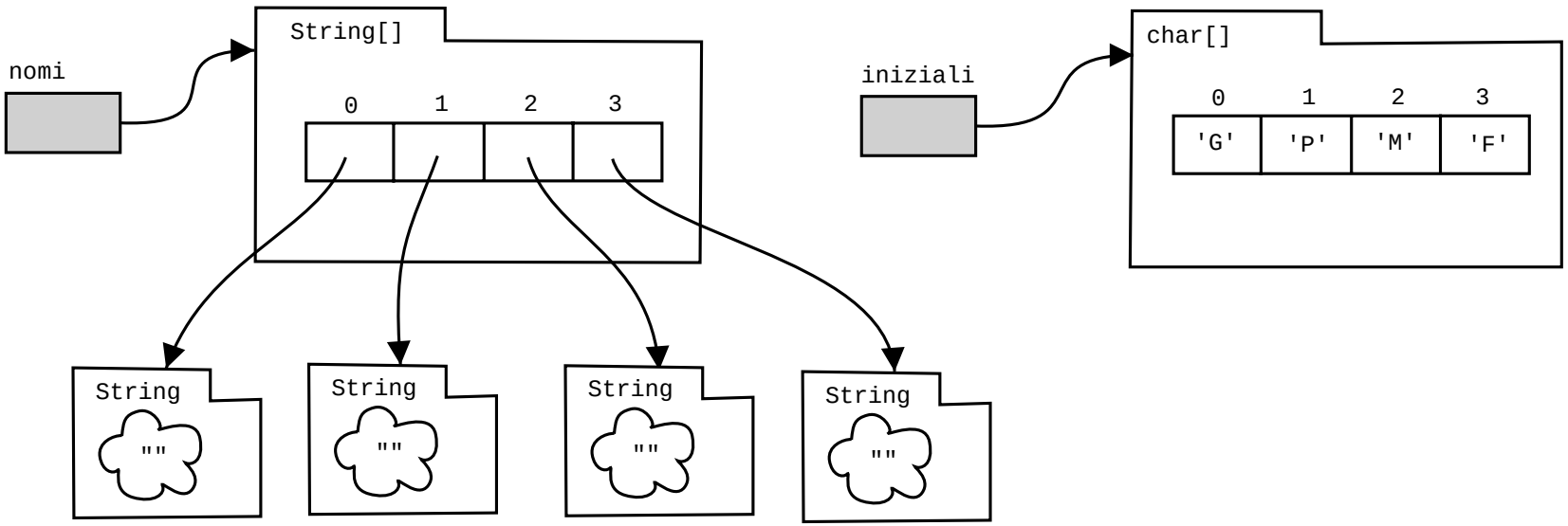
    for (String s : args)
      out.println(s);
  }
}
```

## Esecuzione

```
> java Ripeti PIPPO pluto
PIPPO
pluto
```

# Differenza fra array di oggetti e di tipo primitivo

```
String[] nomi = {"", "", "", ""};
char[] inizali = {'G', 'P', 'M', 'F'};
```

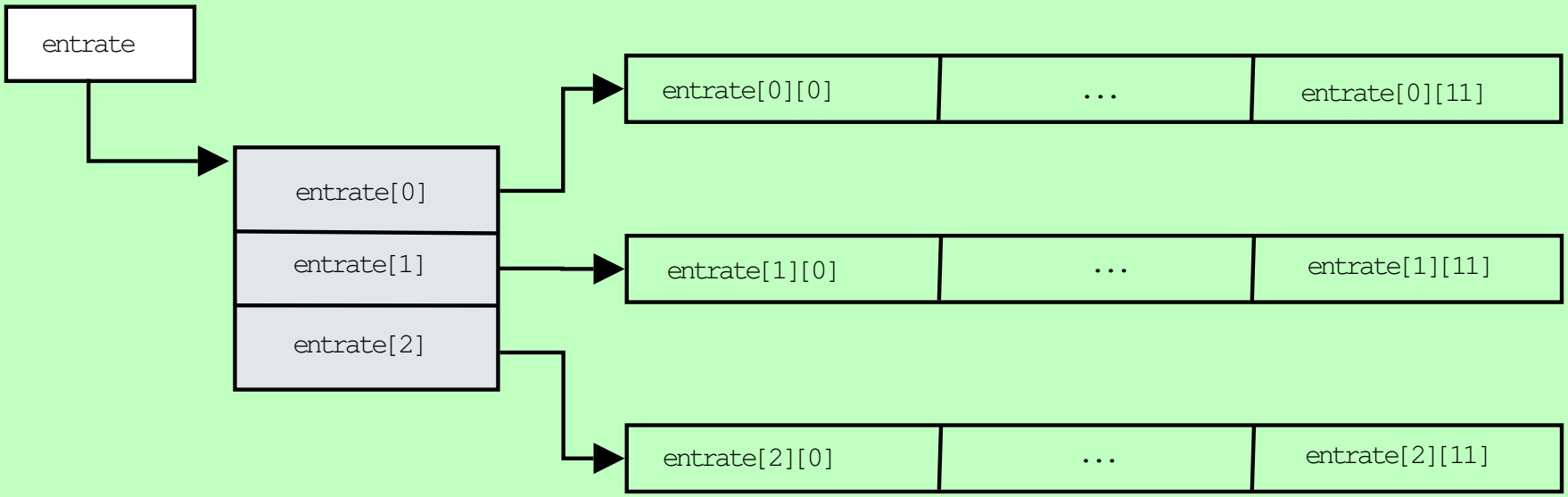


# Array multidimensionali

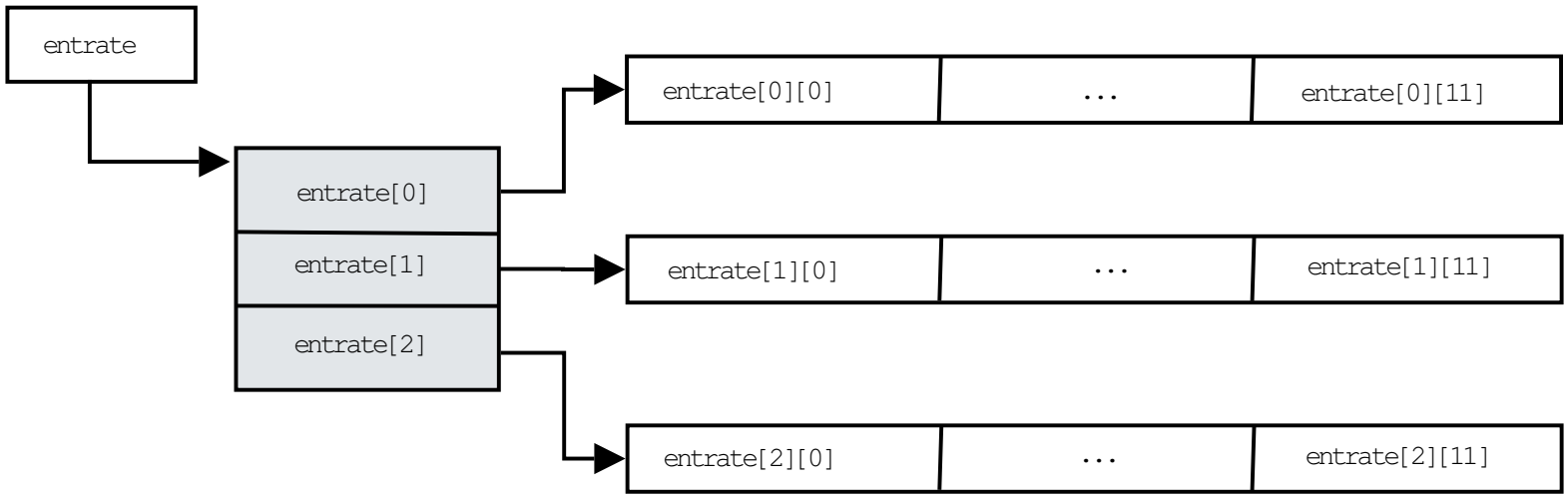
Array i cui elementi sono a loro volta array

## Array bidimensionale (matrice)

```
int ANNI = 3;
int MESI = 12;
Importo[][] entrate = new Importo[ANNI][MESI];
```



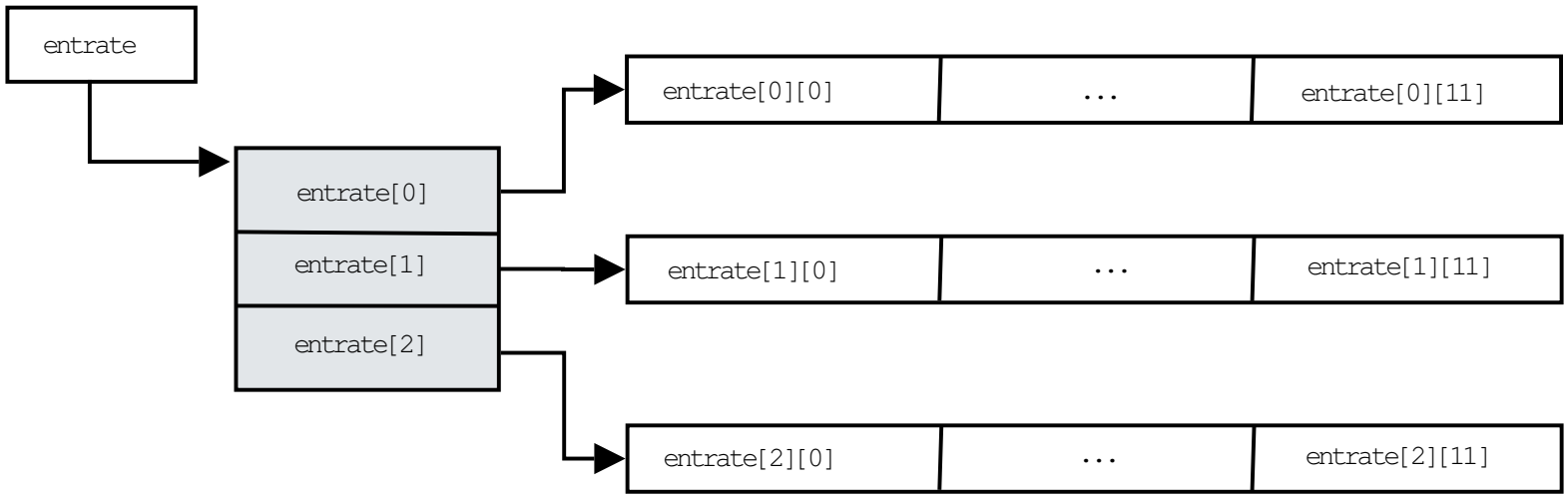
# Dichiarazione e accesso




- Accesso all'elemento memorizzato nella seconda riga e terza colonna:

```
Importo i = entrate[1][2];
```

# Dichiarazione e accesso




- Accesso all'elemento memorizzato nella seconda riga e terza colonna:

```
Importo i = entrate[1][2];
```

- Dimensioni:
  - Il numero delle righe è `entrate.length`
  - Il numero delle colonne della riga `i` è `entrate[i].length`

# Sottoproblemi e sottoprogrammi

- Un meccanismo indispensabile per gestire problemi complessi è la *scomposizione in sottoproblemi*.

# Sottoproblemi e sottoprogrammi

- Un meccanismo indispensabile per gestire problemi complessi è la *scomposizione in sottoproblemi*.
- Il suo corrispettivo nella programmazione consiste nella *suddivisione di un programma in sottoprogrammi*.

# Sottoproblemi e sottoprogrammi

- Un meccanismo indispensabile per gestire problemi complessi è la *scomposizione in sottoproblemi*.
- Il suo corrispettivo nella programmazione consiste nella *suddivisione di un programma in sottoprogrammi*.

## Esempio

- Si scriva un'applicazione che letti due vettori di numeri interi della stessa lunghezza, calcoli il vettore somma e visualizzi sul monitor i due vettori letti e il vettore somma.

# Sottoproblemi e sottoprogrammi

- Un meccanismo indispensabile per gestire problemi complessi è la *scomposizione in sottoproblemi*.
- Il suo corrispettivo nella programmazione consiste nella *suddivisione di un programma in sottoprogrammi*.

## Esempio

- Si scriva un'applicazione che letti due vettori di numeri interi della stessa lunghezza, calcoli il vettore somma e visualizzi sul monitor i due vettori letti e il vettore somma.
- Possiamo rappresentare lo schema del programma riducendolo ad una sequenza di sottoproblemi che già sappiamo risolvere

```
class SommaVettori {
  public static void main(String[] args) {
    leggi la lunghezza dei vettori
    leggi il primo vettore
    leggi il secondo vettore
    calcola il vettore somma
    costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
    scrivi le stringhe
  }
}
```

# SommaVettori (1)

```
...
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");
```

# SommaVettori (1)

```
...
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  vett1[i] = in.readInt("Elemento " + i + "? ");
```

# SommaVettori (1)

```
...
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  vett1[i] = in.readInt("Elemento " + i + "? ");

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < vett2.length; i++)
  vett2[i] = in.readInt("Elemento " + i + "? ");
...
```

# SommaVettori (1)

```
...
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  vett1[i] = in.readInt("Elemento " + i + "? ");

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < vett2.length; i++)
  vett2[i] = in.readInt("Elemento " + i + "? ");
...
```

**Osservazione**

- Le istruzioni per effettuare la lettura del primo e del secondo vettore si differente solo per il nome della variabile utilizzata, nel primo caso `vett1`, nel secondo `vett2`

# SommaVettori (1)

```
...
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  vett1[i] = in.readInt("Elemento " + i + "? ");

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < vett2.length; i++)
  vett2[i] = in.readInt("Elemento " + i + "? ");
...
```

**Osservazione**

- Le istruzioni per effettuare la lettura del primo e del secondo vettore si differente solo per il nome della variabile utilizzata, nel primo caso `vett1`, nel secondo `vett2`
- I sue blocchi risolvono lo stesso problema ma operano su dati differenti.

# SommaVettori (2)

```
//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];
```

# SommaVettori (2)

```
//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];

//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
//strVett1, strVett2 e strSomma
...
```

# SommaVettori (2)

```
//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lunghezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];

//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
//strVett1, strVett2 e strSomma
...

//scrivi le stringhe
out.println("Vettore 1: [" + strVett1 + "]");
out.println("Vettore 2: [" + strVett2 + "]");
out.println("Vettore 3: [" + strSomma + "]");
```

# SommaVettori (3): costruzione delle stringhe

```
...
//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = "";
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  strVett1 += vett1[i] + (i < vett1.length - 1 ? "  " : "");
```

# SommaVettori (3): costruzione delle stringhe

```
...
//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = "";
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  strVett1 += vett1[i] + (i < vett1.length - 1 ? "  " : "");

String strVett2 = "";
for (int i = 0; i < vett2.length; i++)
  strVett2 += vett2[i] + (i < vett2.length - 1 ? "  " : "");
```

# SommaVettori (3): costruzione delle stringhe

```
...
//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = "";
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  strVett1 += vett1[i] + (i < vett1.length - 1 ? "  " : "");

String strVett2 = "";
for (int i = 0; i < vett2.length; i++)
  strVett2 += vett2[i] + (i < vett2.length - 1 ? "  " : "");

String strSomma= "";
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
   strSomma += somma[i] + (i < somma.length - 1 ? "  " : "");
...
```

# SommaVettori (3): costruzione delle stringhe

```
...
//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = "";
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  strVett1 += vett1[i] + (i < vett1.length - 1 ? "  " : "");

String strVett2 = "";
for (int i = 0; i < vett2.length; i++)
  strVett2 += vett2[i] + (i < vett2.length - 1 ? "  " : "");

String strSomma= "";
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
   strSomma += somma[i] + (i < somma.length - 1 ? "  " : "");
...
```

# SommaVettori (3): costruzione delle stringhe

```
...
//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = "";
for (int i = 0; i < vett1.length; i++)
  strVett1 += vett1[i] + (i < vett1.length - 1 ? "  " : "");

String strVett2 = "";
for (int i = 0; i < vett2.length; i++)
  strVett2 += vett2[i] + (i < vett2.length - 1 ? "  " : "");

String strSomma= "";
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
   strSomma += somma[i] + (i < somma.length - 1 ? "  " : "");
...
```

**Osservazione**

- Le istruzioni per costruire le stringhe si differenziano unicamente per il nome della stringa generata e per il nome dell'array utilizzato.
- I tre blocchi risolvono lo stesso problema ma operano su dati differenti.

# SommaVettori (4)

- Supponiamo di disporre di una classe `C` con due metodi che realizzino la soluzione dei sottoproblemi che abbiamo evidenziato.

# SommaVettori (4)

- Supponiamo di disporre di una classe `C` con due metodi che realizzino la soluzione dei sottoproblemi che abbiamo evidenziato.
- ```
  static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input,
                            int lung)
  ```
  Restituisce il riferimento a un array di `int` della lunghezza specificata tramite il secondo parametro. L'array è inizializzato con valori letti dal canale riferito da `input`.
  ```

# SommaVettori (4)

- Supponiamo di disporre di una classe `C` con due metodi che realizzino la soluzione dei sottoproblemi che abbiamo evidenziato.
- `static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input, int lung)`
  Restituisce il riferimento a un array di `int` della lunghezza specificata tramite il secondo parametro. L'array è inizializzato con valori letti dal canale riferito da `input`.
- `static String generaStringa(int[] vettore)`
  Restituisce il riferimento a una stringa che rappresenta il contenuto dell'array di interi di cui viene fornito il riferimento come argomento.

# SommaVettori (5): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");
```

# SommaVettori (5): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = C.leggiVettore(in, lunghezza);
```

# SommaVettori (5): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = C.leggiVettore(in, lunghezza);

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = C.leggiVettore(in, lunghezza);
```

# SommaVettori (5): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = C.leggiVettore(in, lunghezza);

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = C.leggiVettore(in, lunghezza);

//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lughezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];
```

# SommaVettori (5): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = C.leggiVettore(in, lunghezza);

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = C.leggiVettore(in, lunghezza);

//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lughezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];

//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = C.generaStringa(vett1);
String strVett2 = C.generaStringa(vett2);
String strSomma = C.generaStringa(somma);
```

# SommaVettori (5): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = C.leggiVettore(in, lunghezza);

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = C.leggiVettore(in, lunghezza);

//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lughezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];

//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = C.generaStringa(vett1);
String strVett2 = C.generaStringa(vett2);
String strSomma = C.generaStringa(somma);

//scrivi le stringhe
out.println("Vettore 1: [" + strVett1 + "]");
out.println("Vettore 2: [" + strVett2 + "]");
out.println("Vettore 3: [" + strSomma + "]");
```

# Definizione dei sottoprogrammi

- Dato che non disponiamo della classe `C` con i due metodi `leggiVettore` e `generaStringa` e dobbiamo scrivere noi il codice di tali metodi.

# Definizione dei sottoprogrammi

- Dato che non disponiamo della classe `C` con i due metodi `leggiVettore` e `generaStringa` e dobbiamo scrivere noi il codice di tali metodi.
- Poiché i due metodi servono essenzialmente per semplificare il metodo `main` di `SommaVettori` li definiamo come metodi `statici` e `privati` classe `SommaVettori`.

# Definizione dei sottoprogrammi

```
private static String generaStringa(int[] vettore) {
  String risultato = "";
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    risultato += vettore[i] + (i < vettore.length - 1 ? "  " : "");
  return risultato;
}
```

# Definizione dei sottoprogrammi

```
private static String generaStringa(int[] vettore) {
  String risultato = "";
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    risultato += vettore[i] + (i < vettore.length - 1 ? "  " : "");
  return risultato;
}
```

- L'intestazione specifica che il metodo *statico* di nome `leggiVettore` riceve un argomento di tipo `int[]` e restituisce come valore un riferimento di tipo `String`.

# Definizione dei sottoprogrammi

```
private static String generaStringa(int[] vettore) {
  String risultato = "";
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    risultato += vettore[i] + (i < vettore.length - 1 ? "  " : "");
  return risultato;
}
```

- L'intestazione specifica che il metodo *statico* di nome `leggiVettore` riceve un argomento di tipo `int[]` e restituisce come valore un riferimento di tipo `String`.
- Il parametro di nome `vettore`, è a tutti gli effetti una variabile utilizzabile all'interno del corpo del metodo.

# Definizione dei sottoprogrammi

```
private static String generaStringa(int[] vettore) {
  String risultato = "";
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    risultato += vettore[i] + (i < vettore.length - 1 ? "  " : "");
  return risultato;
}
```

- L'intestazione specifica che il metodo *statico* di nome `leggiVettore` riceve un argomento di tipo `int[]` e restituisce come valore un riferimento di tipo `String`.
- Il parametro di nome `vettore`, è a tutti gli effetti una variabile utilizzabile all'interno del corpo del metodo.
- Quando il metodo viene invocato, il valore dell'espressione indicata al posto del parametro (detto anche *argomento*) viene copiato nella variabile `vettore` ed è quindi disponibile all'interno del corpo del metodo tramite tale variabile.

# Definizione dei sottoprogrammi

```
private static String generaStringa(int[] vettore) {
  String risultato = "";
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    risultato += vettore[i] + (i < vettore.length - 1 ? "  " : "");
  return risultato;
}
```

- L'intestazione specifica che il metodo *statico* di nome `leggiVettore` riceve un argomento di tipo `int[]` e restituisce come valore un riferimento di tipo `String`.
- Il parametro di nome `vettore`, è a tutti gli effetti una variabile utilizzabile all'interno del corpo del metodo.
- Quando il metodo viene invocato, il valore dell'espressione indicata al posto del parametro (detto anche *argomento*) viene copiato nella variabile `vettore` ed è quindi disponibile all'interno del corpo del metodo tramite tale variabile.
- Per restituire un risultato viene utilizzata l'istruzione `return` seguita dal risultato da restituire (nell'esempio un riferimento di tipo `String`).

# Definizione dei sottoprogrammi

```
private static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input,
                                  int lung) {
  int[] vettore = new int[lung];
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    vettore[i] = input.readInt("Elemento " + i + "? ");
  return vettore;
}
```

# Definizione dei sottoprogrammi

```
private static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input,
                                  int lung) {
  int[] vettore = new int[lung];
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    vettore[i] = input.readInt("Elemento " + i + "? ");
  return vettore;
}
```

- Il metodo ha due argomenti: il primo, di tipo `ConsoleInputManager`, è il canale di comunicazione per effettuare la lettura da tastiera, il secondo, `lung`, è la lunghezza del vettore da leggere.

# Definizione dei sottoprogrammi

```
private static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input,
                                  int lung) {
  int[] vettore = new int[lung];
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    vettore[i] = input.readInt("Elemento " + i + "? ");
  return vettore;
}
```

- Il metodo ha due argomenti: il primo, di tipo `ConsoleInputManager`, è il canale di comunicazione per effettuare la lettura da tastiera, il secondo, `lung`, è la lunghezza del vettore da leggere.
- Il metodo restituisce il riferimento all'array letto.

# Definizione dei sottoprogrammi: variabli locali

```
private static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input,
                                  int lung) {
  int[] vettore = new int[lung];
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    vettore[i] = input.readInt("Elemento " + i + "? ");
  return vettore;
}
```

# Definizione dei sottoprogrammi: variabli locali

```
private static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input,
                                  int lung) {
  int[] vettore = new int[lung];
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    vettore[i] = input.readInt("Elemento " + i + "? ");
  return vettore;
}
```

- Le variabili dichiarate all'interno di un metodo (come `vettore` nell'esempio) prendono il nome di *variabili locali*.

# Definizione dei sottoprogrammi: variabli locali

```
private static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input,
                                  int lung) {
  int[] vettore = new int[lung];
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    vettore[i] = input.readInt("Elemento " + i + "? ");
  return vettore;
}
```

- Le variabili dichiarate all'interno di un metodo (come `vettore` nell'esempio) prendono il nome di *variabili locali*.
- Le variabili locali *esistono e sono utilizzabili* solo all'interno del metodo in cui sono dichiarate e forniscono un supporto all'attività del metodo.

# Definizione dei sottoprogrammi: variabli locali

```
private static int[] leggiVettore(ConsoleInputManager input,
                                  int lung) {
  int[] vettore = new int[lung];
  for (int i = 0; i < vettore.length; i++)
    vettore[i] = input.readInt("Elemento " + i + "? ");
  return vettore;
}
```

- Le variabili dichiarate all'interno di un metodo (come `vettore` nell'esempio) prendono il nome di *variabili locali*.
- Le variabili locali *esistono e sono utilizzabili* solo all'interno del metodo in cui sono dichiarate e forniscono un supporto all'attività del metodo.
- Quando l'esecuzione del metodo termina, non hanno più alcuna ragione di esistere e, di conseguenza, vengono distrutte.

# SommaVettori (6): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");
```

# SommaVettori (6): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = leggiVettore(in, lunghezza);
```

# SommaVettori (6): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = leggiVettore(in, lunghezza);

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = leggiVettore(in, lunghezza);
```

# SommaVettori (6): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = leggiVettore(in, lunghezza);

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = leggiVettore(in, lunghezza);

//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lughezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];
```

# SommaVettori (6): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = leggiVettore(in, lunghezza);

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = leggiVettore(in, lunghezza);

//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lughezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];

//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = generaStringa(vett1);
String strVett2 = generaStringa(vett2);
String strSomma = generaStringa(somma);
```

# SommaVettori (6): nuova soluzione

```
//leggi la lunghezza dei vettori
int lunghezza = in.readInt("Lunghezza dei vettori? ");

//leggi il primo vettore
out.println("Lettura primo vettore");
int[] vett1 = leggiVettore(in, lunghezza);

//leggi il secondo vettore
out.println("Lettura secondo vettore");
int[] vett2 = leggiVettore(in, lunghezza);

//calcola il vettore somma
int[] somma = new int[lughezza];
for (int i = 0; i < somma.length; i++)
  somma[i] = vett1[i] + vett2[i];

//costruisci le stringhe che rappresentano i tre vettori
String strVett1 = generaStringa(vett1);
String strVett2 = generaStringa(vett2);
String strSomma = generaStringa(somma);

//scrivi le stringhe
out.println("Vettore 1: [" + strVett1 + "]");
out.println("Vettore 2: [" + strVett2 + "]");
out.println("Vettore 3: [" + strSomma + "]");
```

# Gestione di una sequenza di oggetti

Si scriva un'applicazione che:

- letta una sequenza di stringhe terminata dall'inserimento della stringa vuota
- visualizzi le stringhe lette nell'ordine in cui sono state inserite

# Gestione di una sequenza di oggetti

Si scriva un'applicazione che:

- letta una sequenza di stringhe terminata dall'inserimento della stringa vuota
- visualizzi le stringhe lette nell'ordine in cui sono state inserite

Schema della soluzione:

(1) Fase di lettura
l'applicazione acquisisce la sequenza di stringhe che l'utente inserisce

# Gestione di una sequenza di oggetti

Si scriva un'applicazione che:

- letta una sequenza di stringhe terminata dall'inserimento della stringa vuota
- visualizzi le stringhe lette nell'ordine in cui sono state inserite

Schema della soluzione:

(1) Fase di lettura
l'applicazione acquisisce la sequenza di stringhe che l'utente inserisce

(2) Fase di visualizzazione
l'applicazione visualizza sul monitor tutte le stringhe della sequenza

# Gestione di una sequenza di oggetti

Si scriva un'applicazione che:

- letta una sequenza di stringhe terminata dall'inserimento della stringa vuota
- visualizzi le stringhe lette nell'ordine in cui sono state inserite

Schema della soluzione:

(1) Fase di lettura
l'applicazione acquisisce la sequenza di stringhe che l'utente inserisce

(2) Fase di visualizzazione
l'applicazione visualizza sul monitor tutte le stringhe della sequenza

**Osservazione**

Gli array non sono la struttura più adeguata per memorizzare la sequenza di stringhe in quanto non siamo in grado di fare previsioni sul numero di stringhe che verranno inserite.

# La classe generica Sequenza<E>

## Contratto

Le sue istanze rappresentano sequenze di oggetti di un tipo `E`, cioè collezioni di oggetti che possono contenere duplicazioni.
Nella sequenza gli oggetti compaiono nell'ordine in cui sono stati inseriti.

# La classe generica Sequenza<E>

**Contratto**

Le sue istanze rappresentano sequenze di oggetti di un tipo `E`, cioè collezioni di oggetti che possono contenere duplicazioni.
Nella sequenza gli oggetti compaiono nell'ordine in cui sono stati inseriti.

Le classi e i tipi generici:

- Indicati nella documentazione con una notazione del tipo `Sequenza<E>`

# La classe generica Sequenza<E>

**Contratto**

Le sue istanze rappresentano sequenze di oggetti di un tipo `E`, cioè collezioni di oggetti che possono contenere duplicazioni.
Nella sequenza gli oggetti compaiono nell'ordine in cui sono stati inseriti.

Le classi e i tipi generici:

- Indicati nella documentazione con una notazione del tipo `Sequenza<E>`
- `E` viene detto tipo parametro

# La classe generica Sequenza<E>

**Contratto**

Le sue istanze rappresentano sequenze di oggetti di un tipo `E`, cioè collezioni di oggetti che possono contenere duplicazioni.
Nella sequenza gli oggetti compaiono nell'ordine in cui sono stati inseriti.

Le classi e i tipi generici:

- Indicati nella documentazione con una notazione del tipo `Sequenza<E>`
- `E` viene detto tipo parametro
- Possiamo dire che la classe o il tipo è "`Sequenza di E`"

# Creazione di un oggetto di una classe generica

```
new Sequenza<String>()
```

# Creazione di un oggetto di una classe generica

```
new Sequenza<String>()
```

È un oggetto in grado di memorizzare una sequenza di stringhe

# Creazione di un oggetto di una classe generica

```
new Sequenza<String>()
```

È un oggetto in grado di memorizzare una sequenza di stringhe

```
new Sequenza<Frazione>()
```

# Creazione di un oggetto di una classe generica

```
new Sequenza<String>()
```

È un oggetto in grado di memorizzare una sequenza di stringhe

```
new Sequenza<Frazione>()
```

È un oggetto in grado di memorizzare una sequenza di frazioni

# Memorizzazione di un oggetto di un tipo generico

```
Sequenza<String> seq = new Sequenza<String>()
```

# Memorizzazione di un oggetto di un tipo generico

```
Sequenza<String> seq = new Sequenza<String>()
```

```
Sequenza<Frazione> seq = new Sequenza<Frazione>()
```

# Memorizzazione di un oggetto di un tipo generico

```
Sequenza<String> seq = new Sequenza<String>()
```

```
Sequenza<Frazione> seq = new Sequenza<Frazione>()
```

I tipi `Sequenza<String>` e `Sequenza<Frazione>` vengono detti tipi parametrizzati

# Sequenza<E>

## Costruttori

- `public Sequenza()`
  Costruisce una sequenza vuota.

## Metodi

- `public boolean add(E o)`
  Aggiunge alla fine della sequenza l'oggetto fornito tramite l'argomento e restituisce `true`.
  Nel caso come argomento venga fornito `null`, non modifica la sequenza e restituisce `false`.

# Sequenza<E>

## Metodi

- `public boolean add(E o)`
  Aggiunge alla fine della sequenza l'oggetto fornito tramite l'argomento e restituisce `true`.
  Nel caso come argomento venga fornito `null`, non modifica la sequenza e restituisce `false`.

- `public int size()`
  Restituisce il numero di elementi presenti nella sequenza.

# Sequenza<E>

## Metodi

- `public boolean add(E o)`
  Aggiunge alla fine della sequenza l'oggetto fornito tramite l'argomento e restituisce `true`.
  Nel caso come argomento venga fornito `null`, non modifica la sequenza e restituisce `false`.

- `public int size()`
  Restituisce il numero di elementi presenti nella sequenza.

- `public boolean isEmpty()`
  Restituisce `true` se e solo se la sequenza è vuota.

## Metodi

- `public boolean contains(E o)`
  Restituisce `true` se e solo se la sequenza contiene un oggetto uguale (sulla base del criterio di uguaglianza fornito dal metodo `equals`) a quello specificato tramite l'argomento.

# Sequenza<E>

## Metodi

- `public boolean contains(E o)`
  Restituisce `true` se e solo se la sequenza contiene un oggetto uguale (sulla base del criterio di uguaglianza fornito dal metodo `equals`) a quello specificato tramite l'argomento.

- `public E find(E o)`
  Restituisce il riferimento al primo oggetto nella sequenza uguale a quello specificato tramite l'argomento, o `null` se tale oggetto non è presente.

# Sequenza<E>

## Metodi

- `public boolean contains(E o)`
  Restituisce `true` se e solo se la sequenza contiene un oggetto uguale (sulla base del criterio di uguaglianza fornito dal metodo `equals`) a quello specificato tramite l'argomento.

- `public E find(E o)`
  Restituisce il riferimento al primo oggetto nella sequenza uguale a quello specificato tramite l'argomento, o `null` se tale oggetto non è presente.

- `public boolean remove(E o)`
  Elimina dalla sequenza il primo oggetto uguale a quello specificato tramite l'argomento e restituisce `true`. Nel caso tale oggetto non vi sia, lascia la sequenza immutata e restituisce `false`.

# PappagalloConMemoria

```
...
//predisposizione della "memoria"
Sequenza<String> memo = new Sequenza<String>();
```

# PappagalloConMemoria

```
...
//predisposizione della "memoria"
Sequenza<String> memo = new Sequenza<String>();

//fase di lettura
String s = in.readLine();
while (!s.equals("")) {
  memo.add(s);
  s = in.readLine();
}
```

# PappagalloConMemoria

```
...
//predisposizione della "memoria"
Sequenza<String> memo = new Sequenza<String>();

//fase di lettura
String s = in.readLine();
while (!s.equals("")) {
  memo.add(s);
  s = in.readLine();
}

//visualizzazione della sequenza

...per ogni elemento della sequenza
   visualizzalo
...
```

# Sequenza e ciclo *for–each*

È possibile scorrere gli elementi contenuti in un oggetto di tipo `Sequenza<E>`, dal primo all'ultimo, utilizzando un ciclo for–each.

# Sequenza e ciclo *for–each*

È possibile scorrere gli elementi contenuti in un oggetto di tipo `Sequenza<E>`, dal primo all'ultimo, utilizzando un ciclo for–each.

```
Sequenza<E> sequenza;
...
for (E elemento: sequenza)
  ...usa elemento...
```

# Sequenza e ciclo *for–each*

È possibile scorrere gli elementi contenuti in un oggetto di tipo `Sequenza<E>`, dal primo all'ultimo, utilizzando un ciclo for–each.

```
Sequenza<E> sequenza;
...
for (E elemento: sequenza)
  ...usa elemento...
```

**Esempio**

```
Sequenza<String> memo = new Sequenza<String>();
...
//fase di scrittura
for (String x : memo)
  out.println(x);
```

# PappagalloConMemoria

```
...
//predisposizione della "memoria"
Sequenza<String> memo = new Sequenza<String>();

//fase di lettura
String s = in.readLine();
while (!s.equals("")) {
  memo.add(s);
  s = in.readLine();
}

//fase di scrittura
for (String x : memo)
  out.println(x);
...
```

# La classe generica SequenzaOrdinata<E>

## Contratto

Le sue istanze rappresentano sequenze ordinate di oggetti di tipo E.

# La classe generica SequenzaOrdinata<E>

**Contratto**

Le sue istanze rappresentano sequenze ordinate di oggetti di tipo `E`.

Ad esempio:

- Se `E` è il tipo `String`
  la sequenza è ordinata secondo l'ordine alfabetico

# La classe generica SequenzaOrdinata<E>

**Contratto**

Le sue istanze rappresentano sequenze ordinate di oggetti di tipo `E`.

Ad esempio:

- Se `E` è il tipo `String`
  la sequenza è ordinata secondo l'ordine alfabetico
- Se `E` è il tipo `Frazione` o il tipo `Integer`
  la sequenze è ordinata in maniera crescente

# La classe generica SequenzaOrdinata<E>

**Contratto**

Le sue istanze rappresentano sequenze ordinate di oggetti di tipo `E`.

Ad esempio:

- Se `E` è il tipo `String`
  la sequenza è ordinata secondo l'ordine alfabetico
- Se `E` è il tipo `Frazione` o il tipo `Integer`
  la sequenze è ordinata in maniera crescente
- Se `E` è il tipo `Data`
  la sequenza è ordinata cronologicamente

# PappagalloOrdinato

```
...
//predisposizione della "memoria"
SequenzaOrdinata<String> memo = new SequenzaOrdinata<String>();
```

# PappagalloOrdinato

```
...
//predisposizione della "memoria"
SequenzaOrdinata<String> memo = new SequenzaOrdinata<String>();

//fase di lettura
String s = in.readLine();
while (!s.equals("")) {
  memo.add(s);
  s = in.readLine();
}
```

# PappagalloOrdinato

```
...
//predisposizione della "memoria"
SequenzaOrdinata<String> memo = new SequenzaOrdinata<String>();

//fase di lettura
String s = in.readLine();
while (!s.equals("")) {
  memo.add(s);
  s = in.readLine();
}

//fase di scrittura
for (String x : memo)
  out.println(x);
...
```

# Osservazione

- È possibile costruire sequenze di oggetti di un qualunque tipo

  Possiamo usare qualunque tipo riferimento per istanziare il tipo parametro `E` di `Sequenza<E>`

# Osservazione

- È possibile costruire sequenze di oggetti di un qualunque tipo

  Possiamo usare qualunque tipo riferimento per istanziare il tipo parametro `E` di `Sequenza<E>`

- Per costruire sequenze ordinate è necessario che il tipo degli elementi sia "ordinabile", cioè che sia definita una relazione di ordine totale tra i suoi elementi.

  Possiamo usare solo tipi riferimento su cui sia definita una relazione di ordine totale per istanziare il tipo parametro `E` di `SequenzaOrdinata<E>`

# Osservazione

- È possibile costruire sequenze di oggetti di un qualunque tipo

  Possiamo usare qualunque tipo riferimento per istanziare il tipo parametro `E` di `Sequenza<E>`

- Per costruire sequenze ordinate è necessario che il tipo degli elementi sia "ordinabile", cioè che sia definita una relazione di ordine totale tra i suoi elementi.

  Possiamo usare solo tipi riferimento su cui sia definita una relazione di ordine totale per istanziare il tipo parametro `E` di `SequenzaOrdinata<E>`

- Esistono quindi delle limitazioni sulla genericità della classe `SequenzaOrdinata` che studieremo nel seguito

Guardare argomenti:

- Hesh → COLLECTION
- Equals
- ArrayList → ARRAY GENERICO
- Private final