Array

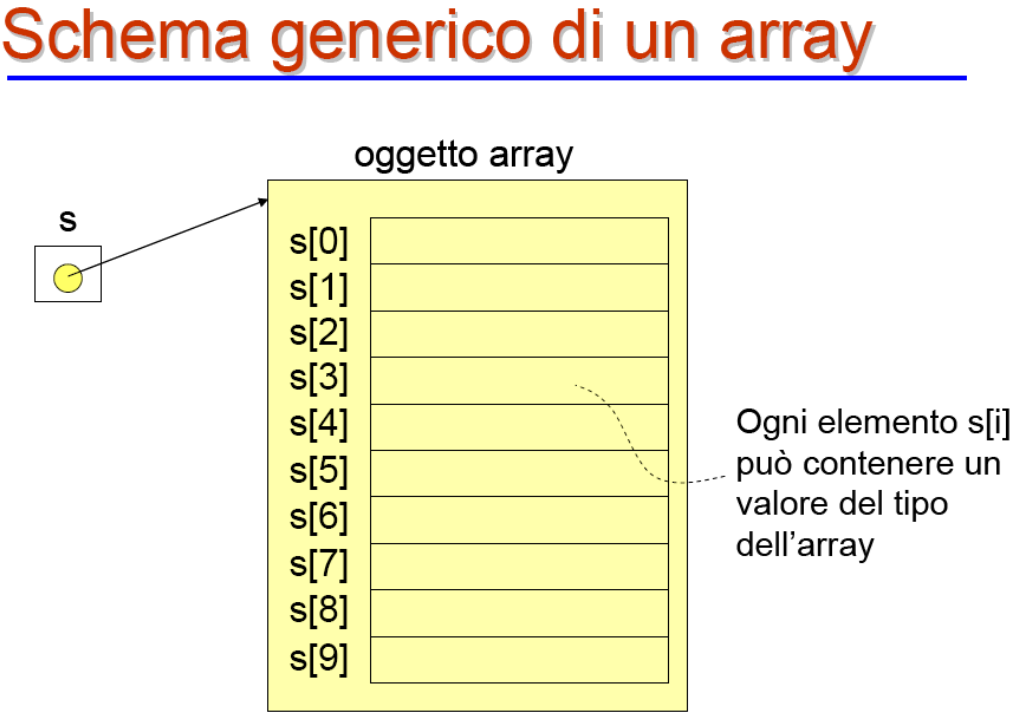
Una matrice (**array**) è un *insieme ordinato* e *omogeneo* di dati: è una variabile che contiene uno o più valori in sequenza ordinata. Questi valori si chiamano "elementi" e devono avere lo stesso tipo di dato. I singoli elementi sono individuati tramite indici.

Variabile di tipo strutturato, dunque, in quanto l'indice introduce delle relazioni all'interno dell'insieme, stabilendo un nuovo ordine che non è necessariamente quello dei valori degli elementi componenti.

Il tipo dell'indice deve essere scalare, non reale perché, per ogni elemento, deve essere possibile definire "il precedente" ed "il seguente".

Il *nome* dell'insieme è l'*indirizzo* della locazione di memoria dove è memorizzato il valore del primo elemento; gli altri elementi della lista occuperanno locazioni di memoria consecutive.

In Java un **array** è un oggetto senza metodi, con attributo pubblico **length** che memorizza la dimensione dell'array



*Implementazione in linguaggio **Java***: **array** di *lunghezza fissa*

La *sintassi* per dichiarare **matrice monodimensionale** una variabile è la seguente:

tipo nome []; oppure tipo [] nome;

Ad esempio, per dichiarare **array** la variabile di nome **s** si usa la seguente sintassi: int **s** []; o int [] **s** ;
che definisce un insieme di elementi di tipo intero

Se l'array è già stato dichiarato, per crearne un nuovo oggetto si usa la sintassi:

nome = **new** tipo[*dimensione*];

Ad esempio, per creare un'istanza di **s** contenente 10 valori:

s = new int [10] ;

Per dichiarare l'**array** e contemporaneamente crearne un oggetto si usa la sintassi:

tipo nome [] = **new** tipo[*dimensione*];
oppure
tipo [] nome = **new** tipo[*dimensione*];

Tale *dimensione* (il numero di elementi o *lunghezza*) non può essere modificata e può essere definita usando un valore costante o una variabile di valore già noto.

Ad esempio, per dichiarare **array** la variabile di nome **s** e crearne un'istanza contenente 10 valori:

int **s** [] = new int [10] ;
o
int [] **s** = new int [10] ;

Lo stesso operatore ([]) si usa per accedere al singolo elemento a partire dal primo con indice 0 fino all'ultimo con indice **length** – 1. Ad esempio si può inizializzare il singolo elemento: **s**[0] = *valore*;

Il tentativo di accedere ad un elemento al di fuori del range (ad esempio s[10]), genera un'eccezione di **ArrayIndexOutOfBounds**.

Quando si usa l'operatore **new** gli elementi sono inizializzati automaticamente:

- **0** se elementi il tipo numerico (0 interi e 0.0 double o float)
- **false** se elementi il tipo booleano
- **null** se oggetti ad esempio String
- **\0** se elementi il tipo carattere

In alternativa, per dichiarare, creare ed inizializzare contemporaneamente un **array** si usa la sintassi:

tipo nome [] = { *valore, ...* };

che istanzia un array di dimensione pari al numero di elementi inseriti.

Ad esempio, per dichiarare **array** la variabile di nome **s,** crearne un'istanza contenente numeri interi di valore prestabilito, si usa la sintassi :

int s [] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};

Si può recuperare la dimensione del vettore grazie all'attributo opportuno: **s.length**

```
class CopiaRifArray {
      public static void main(String args[])  {
                  int a1[] = {1,2,3,4,5};        // dichiarazione e inizializzazione
                  int a2[];                      // dichiarazione

                  a2 = a1;                       // ora a1 e a2 si riferiscono allo stesso oggetto

                  for (int i=0; i<a2.length; i++)
                    a2[i]++;
                  System.out.println (" ");
                  for (int i = 0; i < a1.length; i++)
                    System.out.println("a1["+i+"] = " + a1[i]);

                 // notare l'incremento del contenuto anche di a1[] infatti l'oggetto è lo stesso
      }
}
```

Copiare array[1]*: copiare il riferimento a un array*

§Una variabile di tipo array memorizza un riferimento all'array. Copiando la variabile si ottiene un secondo riferimento al medesimo array.

```
double[] data = new double[10];
// riempire l' array . . .
double[] prices = data;
```

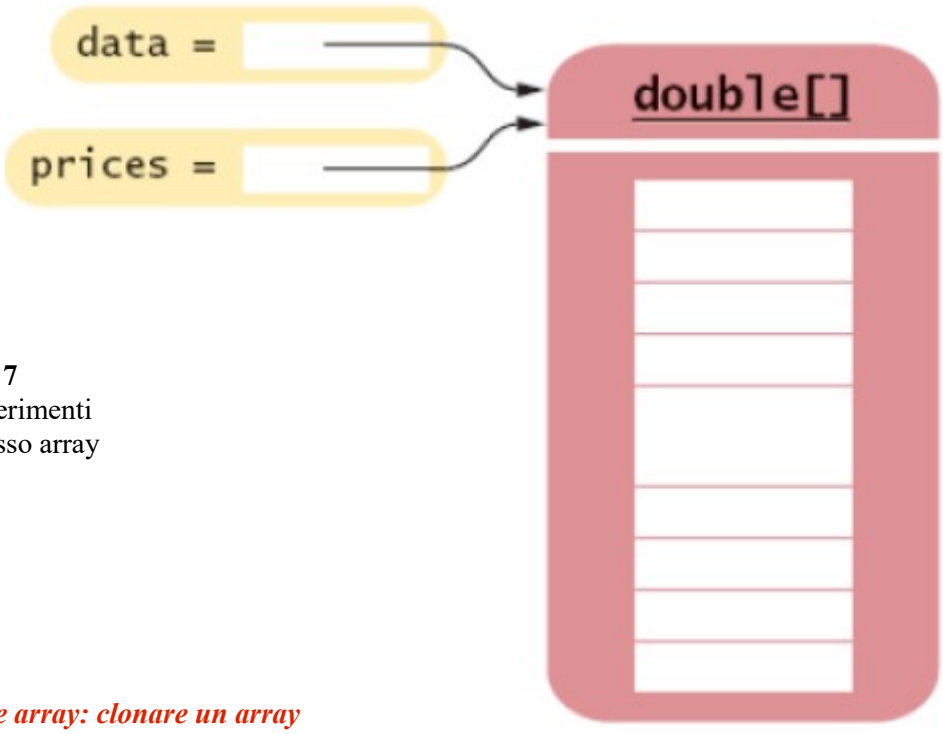


Figura 7
Due riferimenti
allo stesso array

Copiare array: clonare un array

§Per copiare gli elementi di un array (**duplicare**) usate il **metodo clone**.

```
double[] data = new double[10];
double[] prices = (double[]) data.clone();
```

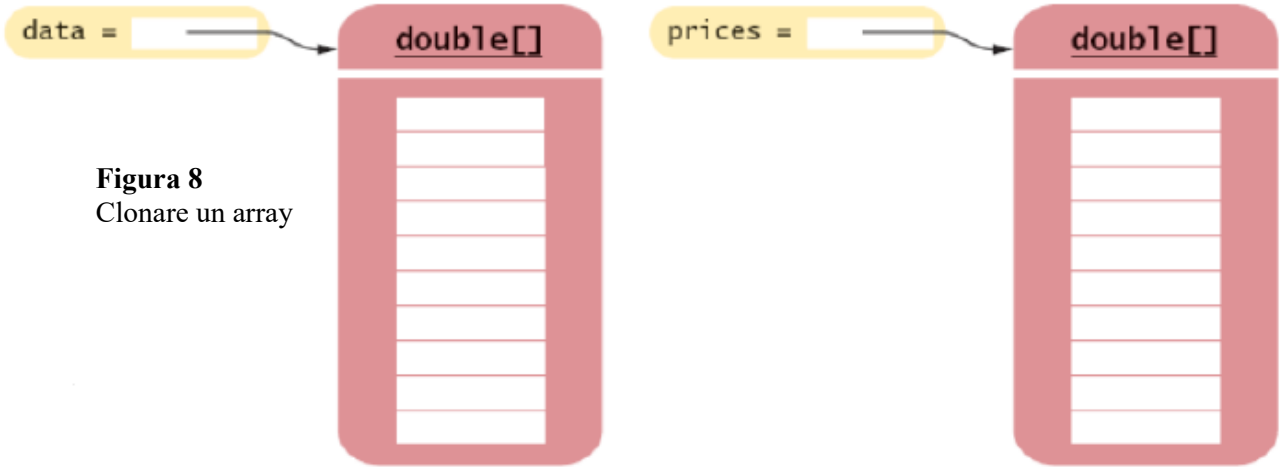


Figura 8
Clonare un array

[1] C. Horstmann, "Fondamenti di Programmazione e Java 2" cap.8 , 3a ed., Apogeo

Copiare array: copiare gli elementi di un array

§Usate il metodo System.arraycopy per **copiare** elementi da un array ad un altro.

System.arraycopy (from, fromStart, to, toStart, count);

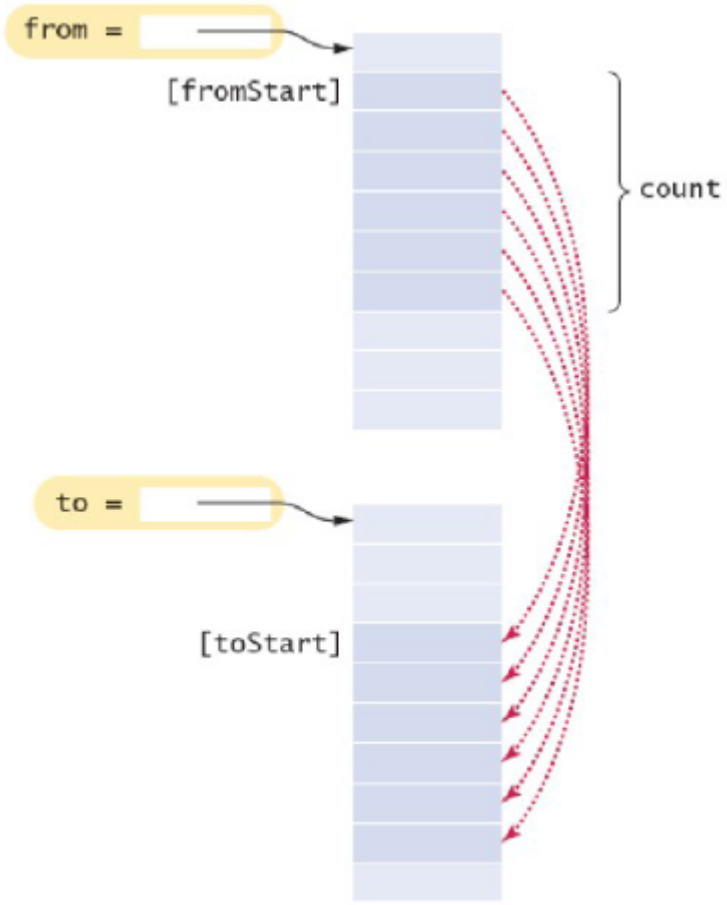


Figura 9
Il metodo
System.arraycopy()
per **copiare**

arraycopy(Object src, int srcPos, Object dest, int destPos, int length)

Elaborazioni su array

Si può ricorrere alla classe Arrays definita nel package java.util che rende disponibili utili metodi nell'elaborare array. Ad esempio:

- **riempimento** anche parziale
- **ricerca binaria**
- **ordinamento**
- **stampa di array**
- **confronto tra due array**

Inserire un elemento in un array

§Usate il metodo System.arraycopy per **inserire** un elemento in un array

```
System.arraycopy(data, i, data, i + 1, data.length - i - 1);
data[i] = x;
```

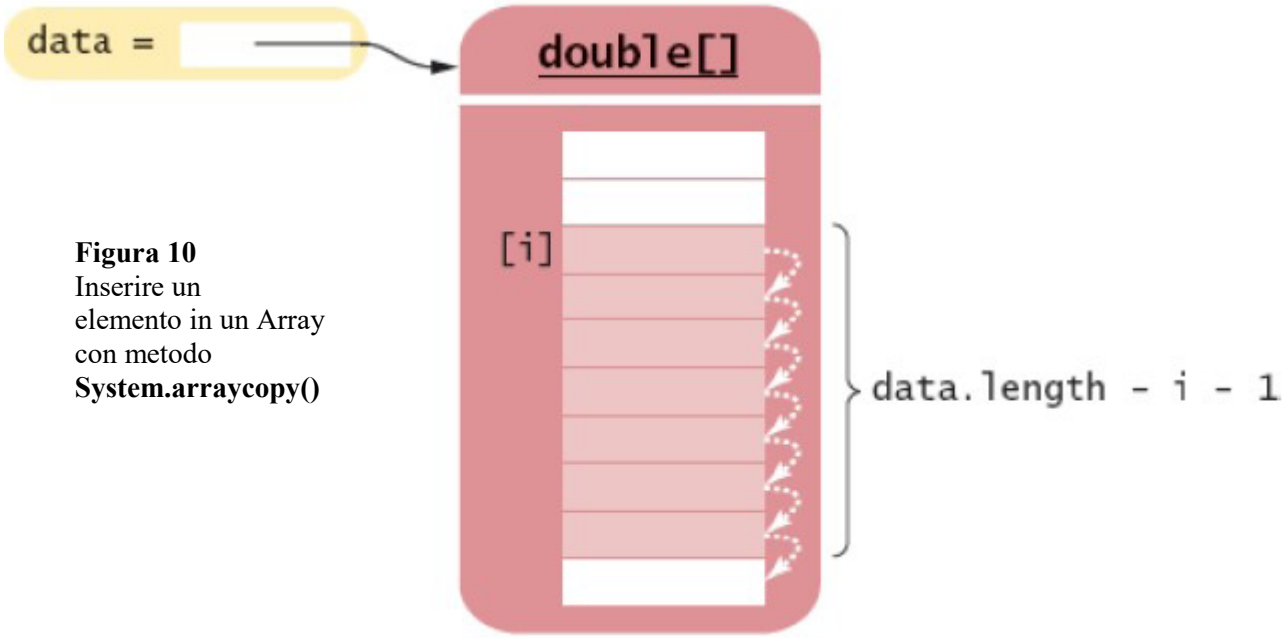


Figura 10
Inserire un elemento in un Array con metodo **System.arraycopy()**

Rimuovere un elemento da un array

§Usate il metodo System.arraycopy per **eliminare** un elemento da un array

```
System.arraycopy(data, i + 1, data, i, data.length - i - 1);
```

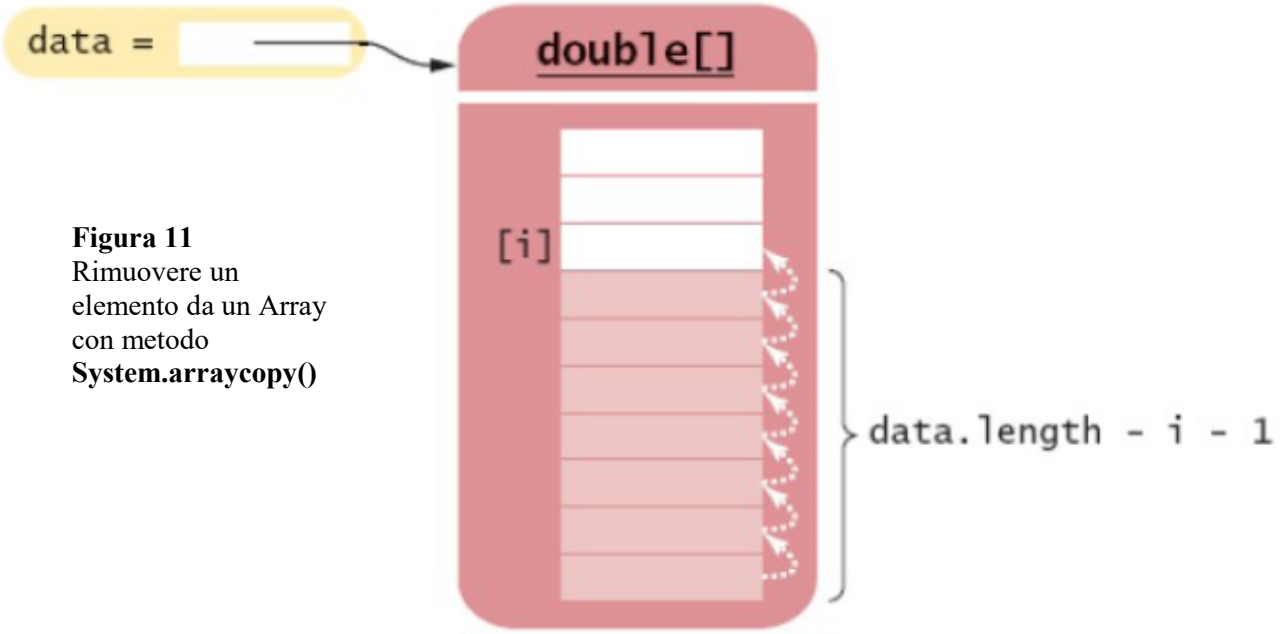


Figura 11
Rimuovere un elemento da un Array con metodo **System.arraycopy()**

Far crescere un array

§Il metodo System.arraycopy viene anche utilizzato per **far crescere di dimensione** un array che non ha più spazio, seguendo queste fasi operative:

1. Create un nuovo array, di dimensione maggiore

   double[] newData = new double[2 * data.length];

2. Copiare tutti gli elementi nel nuovo array

   System.arraycopy(data, 0, newData, 0, data.length);

2. Memorizzare nella variabile array il riferimento al nuovo array

   data = newData;

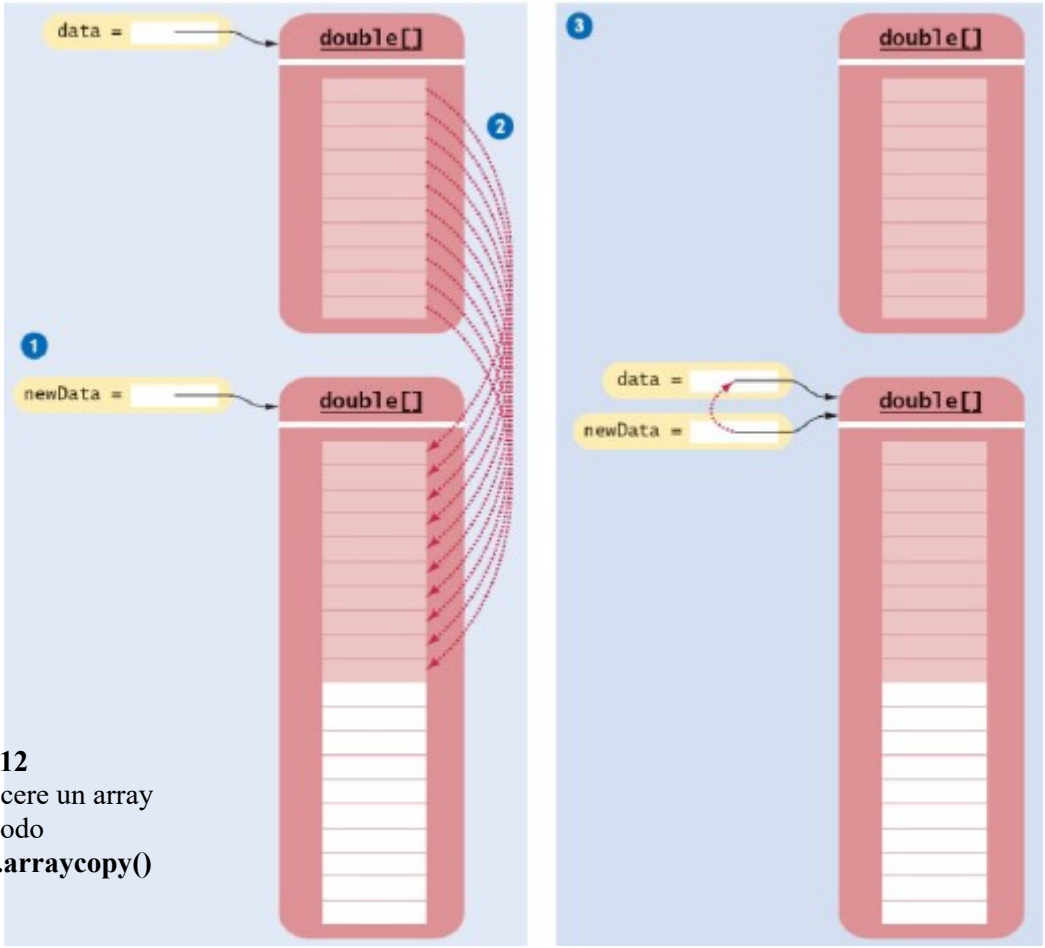


Figura 12
Far crescere un array con metodo **System.arraycopy()**

Trasformare array paralleli in array di oggetti

Una struttura dati è denominata "***array paralleli***" quando si usano ***diversi array*** per contenere i dati del problema e gli ***elementi aventi lo stesso indice*** nei diversi array sono tra loro ***fortemente correlati*** :

- devono sempre contenere lo ***stesso numero di elementi***
- in questo caso, rappresentano ***diverse proprietà dello stesso oggetto***
- molte elaborazioni hanno bisogno di ***utilizzare tutti gli array***, che devono quindi essere passati come parametri.

Tutte le volte in cui il problema presenta una struttura dati del tipo "array paralleli", si consiglia di ***trasformarla in un array di oggetti*** :

- occorre realizzare la classe con cui costruire gli oggetti
- risulta molto più facile scrivere il codice e, soprattutto, apportare modifiche

```
// non fare così
int[] accountNumbers;
double[] balances;
```

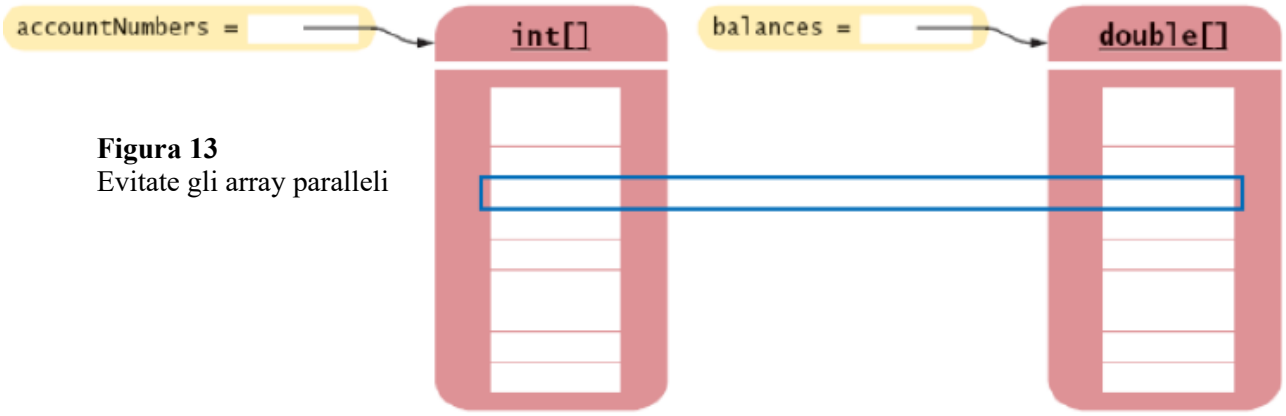


Figura 13
Evitate gli array paralleli

§Usare un **unico array di oggetti**

```
BankAccount[]  accounts = new  BankAccount [10];
```

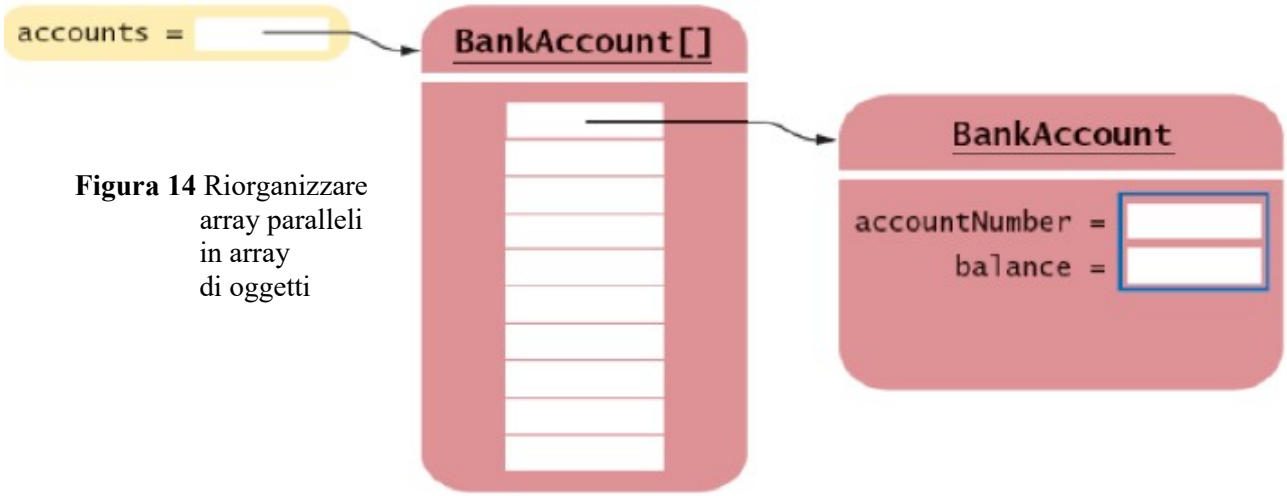


Figura 14 Riorganizzare array paralleli in array di oggetti

Array riempiti solo in parte

§ La dimensione dell'array va impostata prima di sapere quanti sono gli elementi di cui si ha bisogno e non può più essere modificata.
§ Si può creare un array che sia sicuramente più grande del numero massimo possibile di voci e poi riempirlo solo parzialmente.
§ Usare una variabile complementare che dica quanti elementi dell'array sono realmente utilizzati.
§ Assegnare sempre (con buono stile) a tale variabile complementare un nome ottenuto aggiungendo il suffisso Size al nome dell'array.

```
final int DATA_LENGTH = 100;

double[] data = new double[DATA_LENGTH];
int dataSize = 0;
```

§ data.length è la **capacità** dell'array data, mentre dataSize è la **dimensione reale** dell'array (Figura 15). Continuando ad aggiungere elementi all'array, bisogna incrementare di pari passo la variabile dimensione.

```
data[dataSize] = x;
dataSize++;
```

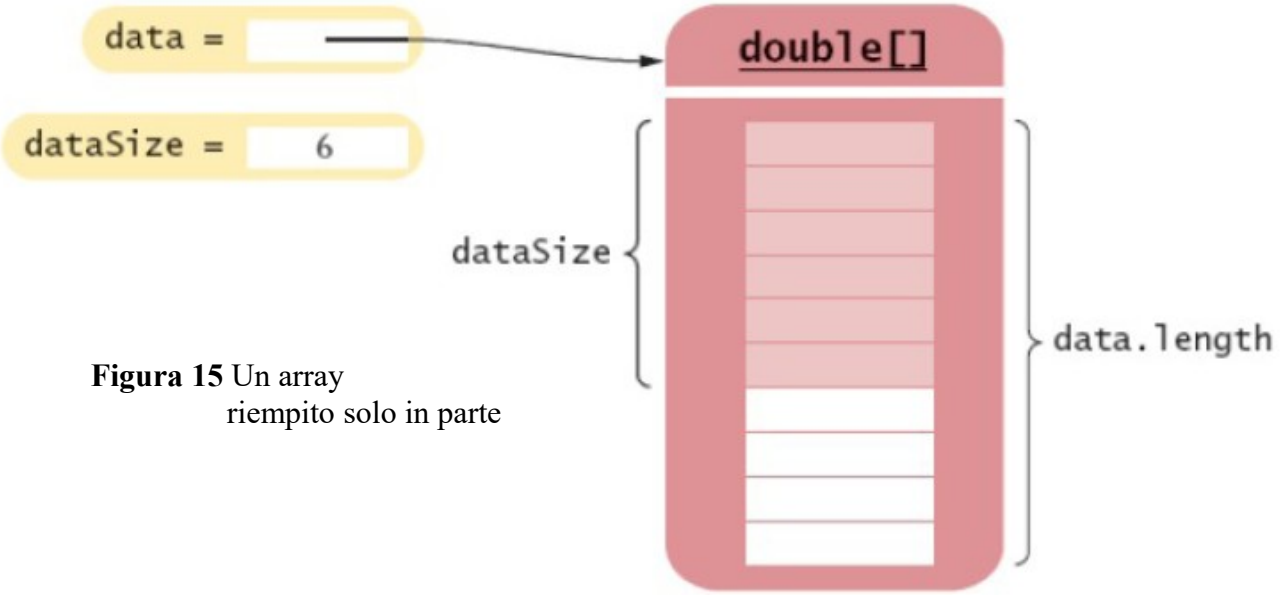


Figura 15 Un array riempito solo in parte

Uno dei primi worm di Internet

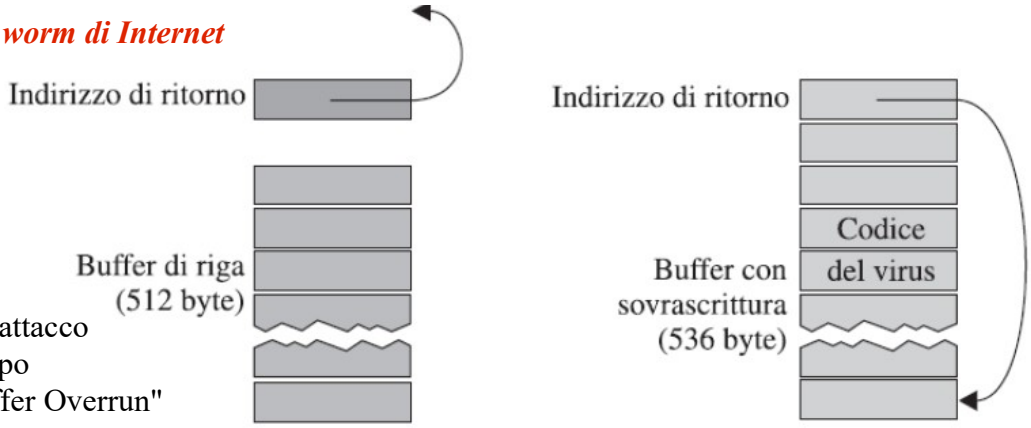


Figura 16 Un attacco di tipo "Buffer Overrun"

Uso di metodi della **classe Arrays**

// **riempimento** con un valore

```
import java.util.*;

class ArrayR {
                public static void main(String [] args)  {
                  int v[] = new int[5];                          // dichiarazione e creazione
                  System.out.println("\nPrima dell'inizializzazione");
                  for (int i= 0; i< v.length; i++)
                     System.out.print(v[i]+" ");

                  Arrays.fill(v,123);                            // anche Arrays.fill(v, 1, 3, 123) parziale riempimento
                                                                 //  in posizione con indice da 1 a  3 escluso

                  System.out.println("\nDopo l'inizializzazione");
                  for (int i= 0; i< v.length; i++)
                     System.out.print(v[i]+" ");
                }
}
```

```
General Output
Prima dell'inizializzazione
0 0 0 0 0
Dopo l'inizializzazione
123 123 123 123 123
```

```
General Output
Prima dell'inizializzazione
0 0 0 0 0
Dopo l'inizializzazione
0 123 123 0 0
```

// **ricerca binaria**

```
import java.util.*;
public class Binary{

                public static void main(String [] args)  {
                  int v[] = {2,3,4,5,6};                         // dichiarazione e inizializzazione
                  System.out.println("\nPrima della ricerca");
                  for (int i= 0; i< v.length; i++)
                     System.out.print(v[i]+" ");

                  int elemento = Arrays.binarySearch(v,3);

                  System.out.println("\nIl numero 3 e' stato trovato nella posizione "+ (elemento+1) + "^");
                }
}
```

```
General Output

Prima della ricerca
2 3 4 5 6
Il numero 3 e' stato trovato nella posizione 2^
```

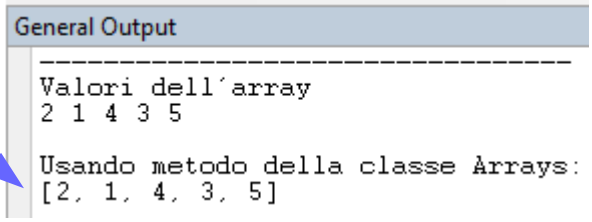
// **ordinamento**

```
import java.util.*;
public class Sort{
                public static void main(String [] args)  {
                  int v[] = {2,1,4,3,5};                         // dichiarazione e inizializzazione
                  System.out.println("\nPrima dell'ordinamento\n");
                  for (int i= 0; i< v.length; i++)
                     System.out.print(v[i]+" ");

                  Arrays.sort(v);

                  System.out.println("\n\nDopo l'ordinamento\n");
                  for (int i= 0; i< v.length; i++)
                     System.out.print(v[i]+" ");
                  System.out.println("\n");
                }
}
```

```
General Output
----------------------

Prima dell'ordinamento

2 1 4 3 5

Dopo l'ordinamento

1 2 3 4 5
```

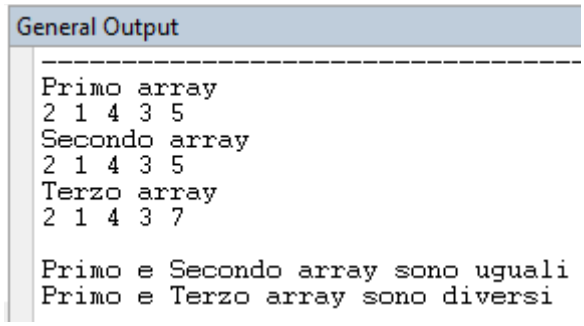
// **stampa di array**

```
public class Stampa{

  public static void main(String [] args)  {
    int v[] = {2,1,4,3,5};                                  // dichiarazione e inizializzazione

    System.out.println("Valori dell'array");
    for (int i= 0; i< v.length; i++)                        // senza usare metodo della calsse Arrays
       System.out.print(v[i]+" ");

    System.out.println("\n\nUsando metodo della classe Arrays:\n" + Arrays.toString(v) );
  }
}
```



// **confronto tra due array** *(monodimensionali)*

```
import java.util.*;

public class Uguali{

  public static void main(String [] args)  {
    int v[] = {2,1,4,3,5};                                  // dichiarazione e inizializzazione
    int u[] = {2,1,4,3,5};   // uguale
    int d[] = {2,1,4,3,7};   // diverso

    System.out.println("Primo array");
    for (int i= 0; i< v.length; i++)
       System.out.print(v[i]+" ");

    System.out.println("\nSecondo array");
    for (int i= 0; i< u.length; i++)
       System.out.print(u[i]+" ");

    System.out.println("\nTerzo array");
    for (int i= 0; i< d.length; i++)
       System.out.print(d[i]+" ");

    System.out.println("\n");

    if (Arrays.equals(v, u))
          System.out.println("Primo e Secondo array sono uguali");
    else
           System.out.println("Primo e Secondo array sono diversi");

    if (Arrays.equals(v, d))
          System.out.println("Primo e Terzo array sono uguali");
    else
           System.out.println("Primo e Terzo array sono diversi");
  }
}
```



Esistono due metodi per confrontare **array di oggetti** (*overload* dei metodi per confrontare array di tipi primitivi).

Per approfondire il confronto tra metodo **Arrays.equals** *(Object[] , Object[])* ed **Arrays.deepEquals***(Object[] , Object[])* che realizza un "*confronto profondo*" con chiamata ricorsiva, necessario nel caso di **array nidificati** (tra questi, il caso di array *multidimensionali*).