Capitolo 7
Vettori e array

Cay S. Horstmann
Concetti di informatica e fondamenti di Java
quarta edizione

Obiettivi del capitolo

- Acquisire familiarità con l'utilizzo di array e vettori
- Studiare le classi involucro, la tecnica di *auto-impacchettamento* e il ciclo `for` generalizzato
- Apprendere gli algoritmi più comuni per gli array
- Capire come usare array bidimensionali
- Imparare a scegliere array o vettori nei vostri programmi
- Realizzare array riempiti solo in parte
- Apprendere il concetto di collaudo regressivo

Array

- Array: sequenza di valori omogenei (cioè dello stesso tipo).
- Costruire un array:

```
new double[10]
```

- Memorizzare in una variabile il riferimento all'array.
- Il tipo di una variabile che fa riferimento a un array è il tipo dell'elemento.
- Dichiarazione di una variabile array

```
double[] data = new double[10];
```

Segue

Array

- Nel momento in cui viene creato l'array, tutti i suoi valori sono inizializzati al valore
  - 0 (per un array di numeri come int[] o double[]),
  - false (per un array boolean[]),
  - null (per un array di riferimenti a oggetti).

Array

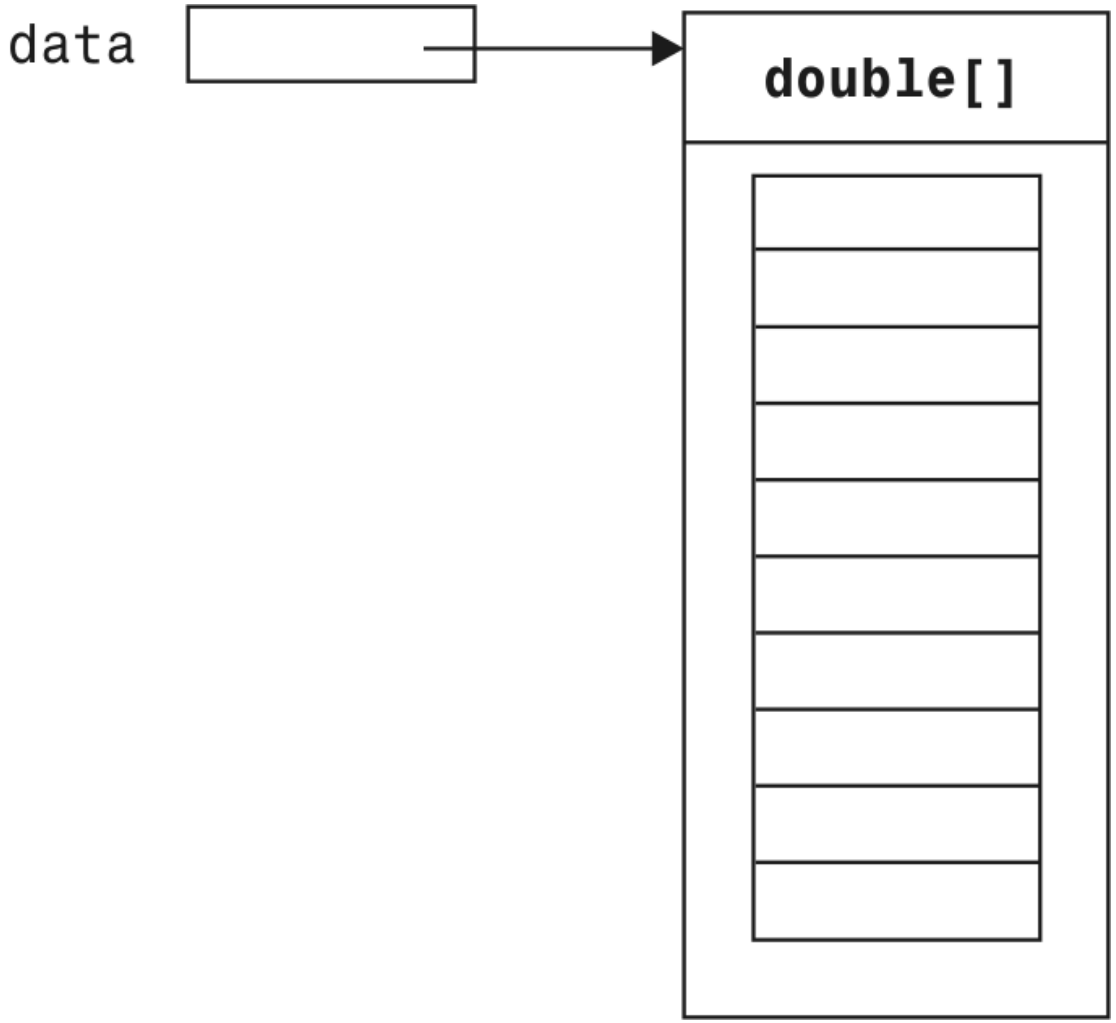


Figura 1:
Un riferimento ad array
e un array

Array

- Usare [ ] per identificare un elemento di un array

```
data[2] = 29.95;
```

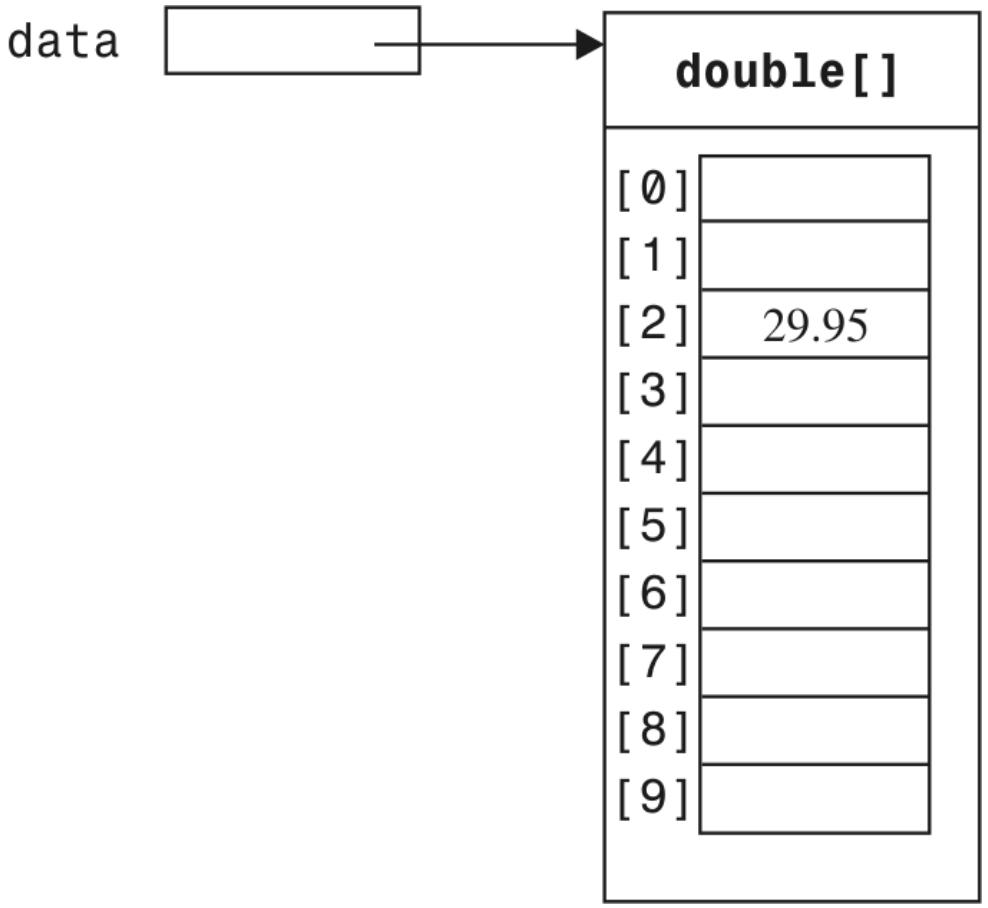


Figura 2
Memorizzare un valore in un Array

Array

- Si accede agli elementi di un array tramite un indice di tipo intero, usando la notazione a [i].

```
System.out.println("The value of this data item is " + data[2]);
```

- I valori per gli indici di un array vanno da 0 a length – 1. L'accesso a un elemento non esistente provoca il lancio di un'eccezione per errori di limiti.
- Per conoscere il numero di elementi di un array usare il campo `length`.
- Gli array hanno un limite pesante: *la loro lunghezza è fissa*.

Sintassi 7.1: Costruzione di array

```
new nomeTipo[lunghezza]
```

Esempio:

```
new double[10]
```

Obiettivo:

Costruire un array con un determinato numero di elementi

Sintassi 7.2: Accesso a elementi di array

```
riferimentoAdArray[indice]
```

Esempio:

```
data[2]
```

Obiettivo:

Accedere a un elemento di un array

Vettori

- La classe `ArrayList` (vettore o lista sequenziale) gestisce oggetti disposti in sequenza.
- Un vettore può crescere e calare di dimensione in base alle necessità
- La classe `ArrayList` fornisce metodi per svolgere le operazioni più comuni, come l'inserimento e la rimozione di elementi
- La classe `ArrayList` è una classe generica: `ArrayList<T>` contiene oggetti di tipo `T`.

```
ArrayList<BankAccount> accounts = new ArrayList<BankAccount>();
accounts.add(new BankAccount(1001));
accounts.add(new BankAccount(1015));
accounts.add(new BankAccount(1022));
```

- Il metodo `size` restituisce la dimensione attuale del vettore

Ispezionare gli elementi

- Per ispezionare gli oggetti contenuti nel vettore si usa il metodo `get` e **non** l'operatore `[ ]`
- Come con gli array, i valori degli indici iniziano da 0
- Ad esempio, `accounts.get(2)` restituisce il conto bancario avente indice 2, cioè il terzo elemento del vettore:

```
BankAccount anAccount = accounts.get(2);
   // fornisce il terzo elemento del vettore
```

- Accedere a un elemento non esistente è un errore.
- L'errore di limiti più frequente è il seguente:

```
int i = accounts.size();
anAccount = accounts.get(i); // Errore
// gli indici validi vanno da 0 a i-1
```

Aggiungere elementi

- Per assegnare un nuovo valore a un elemento di un vettore già esistente si usa il metodo `set`:

```
BankAccount anAccount = new BankAccount(1729);
accounts.set(2, anAccount);
```

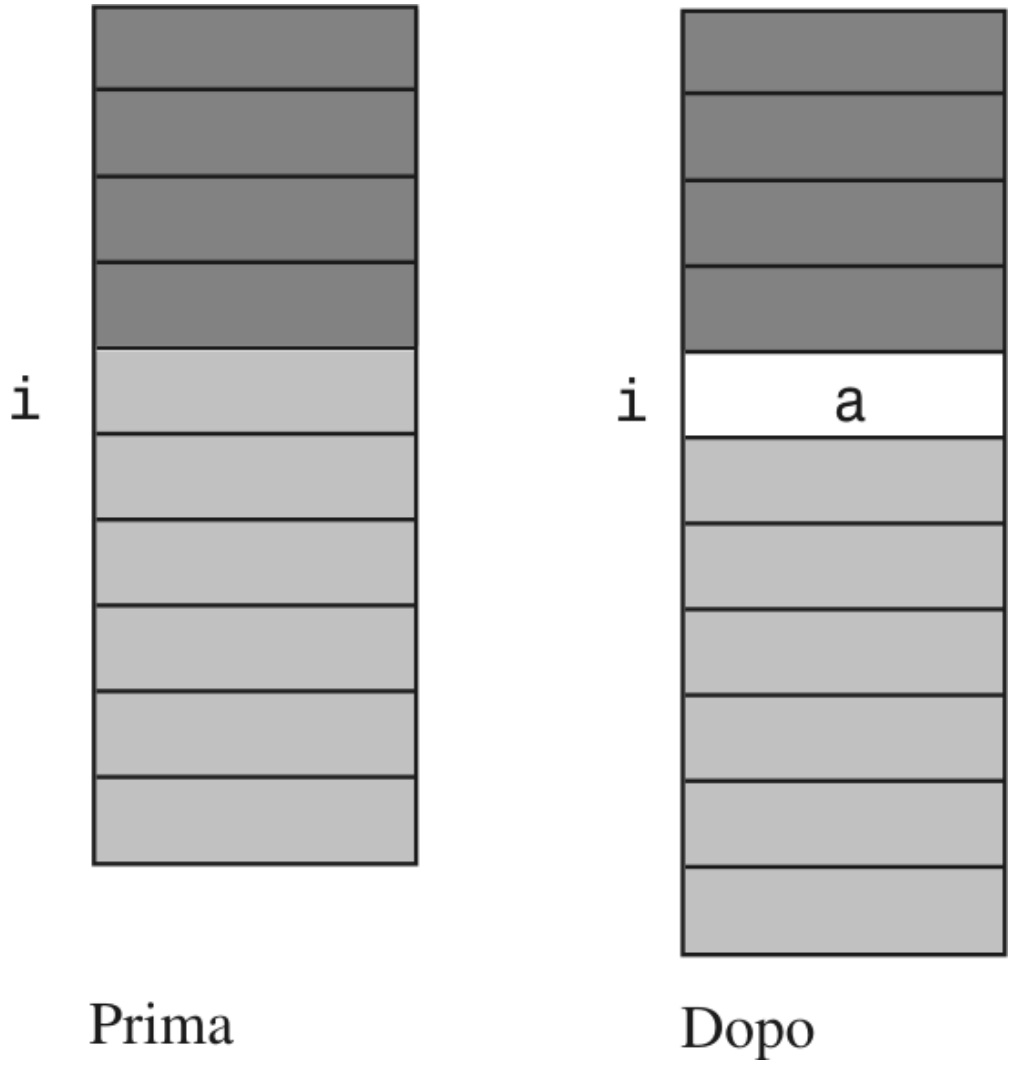
- È possibile inserire un oggetto in una posizione intermedia all'interno di un vettore.

```
accounts.add(i, c)
```

- L'invocazione `accounts.add(i, c)` aggiunge l'oggetto `c` nella posizione `i` e sposta tutti gli elementi di una posizione, a partire dall'elemento attualmente in posizione `i` fino all'ultimo elemento presente nel vettore.

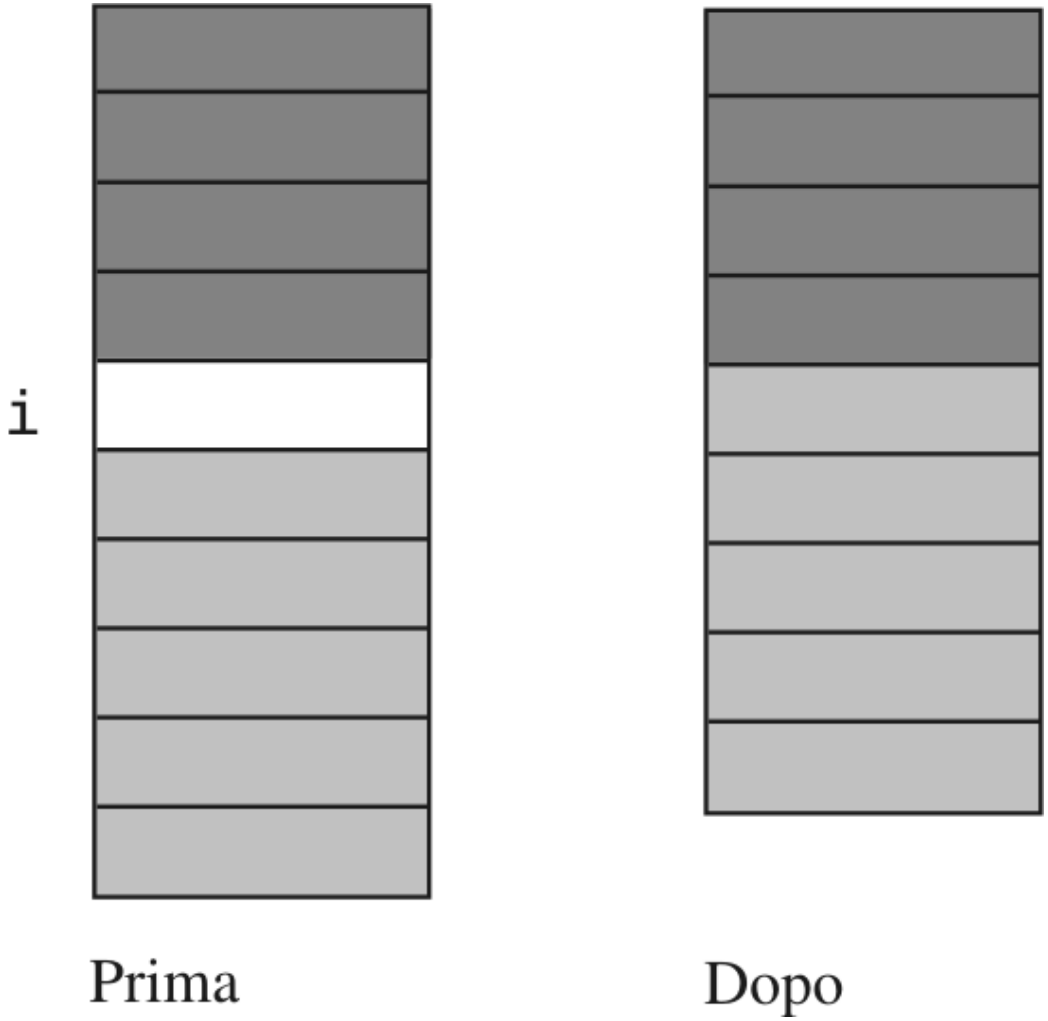
Aggiungere elementi

Figura 3
Aggiungere un elemento
in una posizione intermedia
di un vettore



Rimuovere elementi

Figura 4
Rimuovere un elemento da una posizione intermedia di un vettore



L'invocazione `accounts.remove(i)` elimina l'elemento che si trova in posizione i, sposta di una posizione all'indietro tutti gli elementi che si trovano dopo l'elemento rimosso e diminuisce di uno la dimensione del vettore.

File: ArrayListTester.java

```
01: import java.util.ArrayList;
02:
03: /**
04:    Questo programma collauda la classe ArrayList.
05: */
06: public class ArrayListTester
07: {
08:    public static void main(String[] args)
09:    {
10:       ArrayList<BankAccount> accounts
11:             = new ArrayList<BankAccount>();
12:       accounts.add(new BankAccount(1001));
13:       accounts.add(new BankAccount(1015));
14:       accounts.add(new BankAccount(1729));
15:       accounts.add(1, new BankAccount(1008));
16:       accounts.remove(0);
```

Segue

File: ArrayListTester.java

```
17:
18:       System.out.println("size=" + accounts.size());
19:       BankAccount first = accounts.get(0);
20:       System.out.println("first account number="
21:             + first.getAccountNumber());
22:       BankAccount last = accounts.get(accounts.size() - 1);
23:       System.out.println("last account number="
24:             + last.getAccountNumber());
25:    }
26: }
```

File: BankAccount.java

```
01: /**
02:    Un conto bancario ha un saldo che può essere modificato
03:    da depositi e prelievi.
04: */
05: public class BankAccount
06: {
07:    /**
08:       Costruisce un conto bancario con saldo uguale a zero.
09:       @param anAccountNumber il numero di questo conto bancario
10:    */
11:    public BankAccount(int anAccountNumber)
12:    {
13:       accountNumber = anAccountNumber;
14:       balance = 0;
15:    }
16:
```

Segue

File: BankAccount.java

```
17:    /**
18:       Costruisce un conto bancario con un saldo assegnato.
19:       @param anAccountNumber il numero di questo conto bancario
20:       @param initialBalance il saldo iniziale
21:    */
22:    public BankAccount(int anAccountNumber, double initialBalance)
23:    {
24:       accountNumber = anAccountNumber;
25:       balance = initialBalance;
26:    }
27:
28:    /**
29:       Restituisce il numero di conto del conto bancario.
30:       @return il numero di conto
31:    */
32:    public int getAccountNumber()
33:    {
34:       return accountNumber;
35:    }
```

Segue

File: BankAccount.java

```
36:
37:    /**
38:       Versa denaro nel conto bancario.
39:       @param amount l'importo da versare
40:    */
41:    public void deposit(double amount)
42:    {
43:       double newBalance = balance + amount;
44:       balance = newBalance;
45:    }
46:
47:    /**
48:       Preleva denaro dal conto bancario.
49:       @param amount l'importo da prelevare
50:    */
51:    public void withdraw(double amount)
52:    {
53:       double newBalance = balance - amount;
54:       balance = newBalance;
```

Segue

File: BankAccount.java

```
55:    }
56:
57:    /**
58:       Ispeziona il valore del saldo attuale del conto bancario
59:       @return il saldo attuale
60:    */
61:    public double getBalance()
62:    {
63:       return balance;
64:    }
65:
66:    private int accountNumber;
67:    private double balance;
68: }
```

File: BankAccount.java

Output:

```
Size: 3
First account number: 1008
Last account number: 1729
```

Involucri

- Non si possono inserire valori di tipo primitivo direttamente nei vettori
- Per poter manipolare valori di tipo primitivo come se fossero oggetti si usano le classi involucro.

```
ArrayList<Double> data = new ArrayList<Double>();
data.add(29.95);
double x = data.get(0);
```

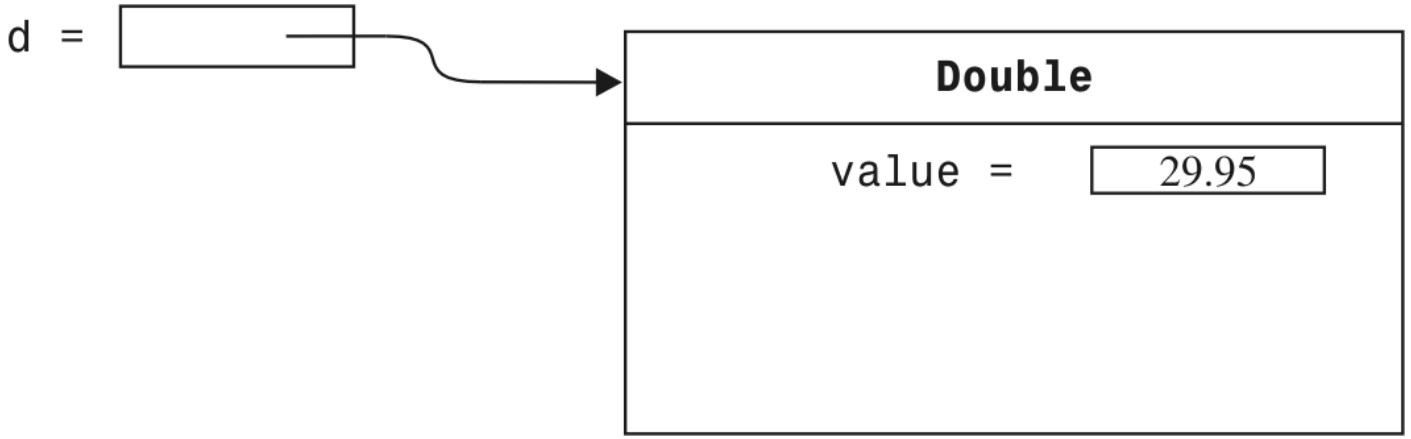


Figura 5
Esemplare
di una classe involucro

Involucri

- Esistono classi involucro per tutti gli otto tipi di dati primitivi

Tipo primitivo	Classe involucro
byte	Byte
boolean	Boolean
char	Character
double	Double
float	Float
int	Integer
long	Long
short	Short

Auto-impacchettamento

- A partire dalla versione 5.0 di Java, la conversione tra tipi primitivi e le corrispondenti classi involucro è automatica

```
Double d = 29.95; // auto-boxing
     // come se fosse Double d = new Double(29.95);
double x = d; // auto-unboxing
     // come se fosse double x = d.doubleValue();
```

Segue

Auto-boxing

- Le conversioni automatiche funzionano anche all'interno di espressioni aritmetiche.
- L'enunciato

```
Double e = d + 1;
```

è valido e significa:

- Converti d in un valore di tipo double
- Aggiungi 1
- Impacchetta il risultato in un nuovo oggetto di tipo `Double`
- Memorizza in e il riferimento all'oggetto involucro appena creato

Il ciclo `for` generalizzato

- Il ciclo `for` generalizzato scandisce tutti gli elementi di una raccolta:

```
double[] data = . . .;
double sum = 0;
for (double e : data) // si legge "per ogni e in data"
{
   sum = sum + e;
}
```

Segue

Il ciclo `for` generalizzato

- Per scandire tutti gli elementi di un array non è obbligatorio utilizzare il ciclo `for` generalizzato: lo stesso ciclo può essere realizzato con un `for` normale e una variabile indice esplicita.

```
double[] data = . . .;
double sum = 0;
for (int i = 0; i < data.length; i++)
{
   double e = data[i];
   sum = sum + e;
}
```

Il ciclo `for` generalizzato

- Il ciclo `for` generalizzato può essere usato anche per ispezionare tutti gli elementi di un vettore.
  Ad esempio, il ciclo seguente calcola il saldo totale di tutti i conti bancari:

```
ArrayList<BankAccount> accounts = . . . ;
double sum = 0;
for (BankAccount a : accounts)
{
   sum = sum + a.getBalance();
}
```

- Il ciclo è equivalente a questo ciclo “normale”:

```
double sum = 0;
for (int i = 0; i < accounts.size(); i++)
{
   BankAccount a = accounts.get(i);
   sum = sum + a.getBalance();
}
```

Sintassi 8.3: Il ciclo `for` generalizzato

```
for (Tipo variabile : raccolta)
   enunciato
```

Esempio:

```
for (double e : data)
   sum = sum + e;
```

Obiettivo:

Eseguire un ciclo avente un'iterazione per ogni elemento appartenente a una raccolta. All'inizio di ciascuna iterazione viene assegnato alla variabile l'elemento successivo della raccolta, poi viene eseguito l'enunciato.

Semplici algoritmi per vettori
Contare valori aventi determinate caratteristiche

- Per contare i valori aventi determinate caratteristiche e presenti in un vettore, ispezionare tutti gli elementi e contare quelli che rispondono ai requisiti, finché non si raggiunge la fine del vettore.

```
public class Bank
{
   public int count(double atLeast)
   {
      int matches = 0;
      for (BankAccount a : accounts)
      {
         if (a.getBalance() >= atLeast) matches++;
            // Trovato
      }
      return matches;
   }
   . . .
   private ArrayList<BankAccount> accounts;
}
```

Semplici algoritmi per vettori
Trovare un valore

- Per trovare un valore in un vettore occorre controllarne tutti gli elementi finché non si trova il valore cercato.

```
public class Bank
{
   public BankAccount find(int accountNumber)
   {
      for (BankAccount a : accounts)
      {
         if (a.getAccountNumber() == accountNumber)
            return a; // Trovato

      }
      return null; // non trovato nell'intero vettore
   }
   . . .
}
```

Semplici algoritmi per vettori
Trovare il valore massimo o minimo

- Per trovare il valore massimo (o minimo) in un vettore
  - inizializzare un candidato con l'elemento iniziale,
  - confrontare il candidato con gli elementi rimanenti
  - aggiornarlo se si trova un elemento maggiore (o minore).

  - Esempio

```
BankAccount largestYet = accounts.get(0);
for (int i = 1; i < accounts.size(); i++)
{
   BankAccount a = accounts.get(i);
   if (a.getBalance() > largestYet.getBalance())
      largestYet = a;
}
return largestYet;
```

Semplici algoritmi per vettori
Trovare il massimo o il minimo

- Questo metodo funziona soltanto se il vettore contiene almeno un elemento: non ha senso cercare l'elemento di valore maggiore in un insieme vuoto.
- Se l'insieme è vuoto, restituisce `null`

```
if (accounts.size() == 0) return null;
BankAccount largestYet = accounts.get(0);
...
```

File Bank.java

```
01: import java.util.ArrayList;
02:
03: /**
04:    Una banca contiene un insieme di conti bancari.
05: */
06: public class Bank
07: {
08:    /**
09:       Costruisce una banca priva di conti bancari.
10:    */
11:    public Bank()
12:    {
13:       accounts = new ArrayList<BankAccount>();
14:    }
15:
16:    /**
17:       Aggiunge un conto bancario a questa banca.
18:       @param a  il conto da aggiungere
19:    */
```

Segue

File Bank.java

```
20:    public void addAccount(BankAccount a)
21:    {
22:       accounts.add(a);
23:    }
24:
25:    /**
26:       Restituisce la somma dei saldi di tutti i conti della banca.
27:       @return  la somma dei saldi
28:    */
29:    public double getTotalBalance()
30:    {
31:       double total = 0;
32:       for (BankAccount a : accounts)
33:       {
34:          total = total + a.getBalance();
35:       }
36:       return total;
37:    }
38:
```

Segue

File Bank.java

```
39:    /**
40:       Conta il numero di conti bancari aventi saldo maggiore
41:       o uguale al valore indicato.
42:       @param atLeast il saldo minimo perché un conto venga conteggiato
43:       @return il numero di conti aventi saldo >= al saldo indicato
44:    */
45:    public int count(double atLeast)
46:    {
47:       int matches = 0;
48:       for (BankAccount a : accounts)
49:       {
50:          if (a.getBalance() >= atLeast) matches++; // trovato
51:       }
52:       return matches;
53:    }
54:
```

Segue

File Bank.java

```
55:    /**
56:       Verifica se la banca contiene un conto con il numero indicato.
57:       @param accountNumber  il numero di conto da cercare
58:       @return  il conto con il numero indicato, oppure null se
59:                tale conto non esiste
60:    */
61:    public BankAccount find(int accountNumber)
62:    {
63:       for (BankAccount a : accounts)
64:       {
65:          if (a.getAccountNumber() == accountNumber)
66:             return a; // trovato
67:       }
68:       return null; // non trovato nell'intero vettore
69:    }
70:
```

Segue

File Bank.java

```
71:     /**
72:        Restituisce il conto bancario avente il saldo maggiore.
73:        @return  il conto con il saldo maggiore, oppure null se
74:                 la banca non ha conti
75:     */
76:     public BankAccount getMaximum()
77:     {
78:        if (accounts.size() == 0) return null;
79:        BankAccount largestYet = accounts.get(0);
80:        for (int i = 1; i < accounts.size(); i++)
81:        {
82:           BankAccount a = accounts.get(i);
83:           if (a.getBalance() > largestYet.getBalance())
84:              largestYet = a;
85:        }
86:        return largestYet;
87:     }
88:
89:     private ArrayList<BankAccount> accounts;
90: }
```

File BankTester.java

```
01: /**
02:    Questo programma collauda la classe Bank.
03: */
04: public class BankTester
05: {
06:    public static void main(String[] args)
07:    {
08:       Bank firstBankOfJava = new Bank();
09:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1001, 20000));
10:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1015, 10000));
11:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1729, 15000));
12:
13:       double threshold = 15000;
14:       int c = firstBankOfJava.count(threshold);
15:       System.out.println("Count: " + c);
          System.out.println("Expected: 2");
```

Segue

File BankTester.java

```
16:
17:       int accountNumber = 1015;
18:       BankAccount a = firstBankOfJava.find(accountNumber);
19:       if (a == null)
20:          System.out.println("No matching account“);
21:       else
22:          System.out.println(“Balance of matching account: ”
23:                + a.getBalance());
24:       System.out.println(“Expected: 10000”);

25:       BankAccount max = firstBankOfJava.getMaximum();
26:       System.out.println("Account with largest balance: "
27:             + max.getAccountNumber()
28:          System.out.println(“Expected: 1001”);
29:    }
30: }
```

Segue

File BankTester.java

Visualizza

```
Count: 2
Expected: 2
Balance of matching account: 10000.0
Expected: 10000
Account with largest balance: 1001
Expected: 1001
```

Array a due dimensioni

- Gli array bidimensionali rappresentano una tabella, una disposizione di elementi a due dimensioni. Si accede agli elementi di un array bidimensionale usando una coppia di indici, `a[i][j]`.
- Quando si costruisce un array bidimensionale, si deve specificare quante righe e quante colonne servono.

```
final int ROWS = 3;
final int COLUMNS = 3;
String[][] board = new String[ROWS][COLUMNS];
```

- Per accedere a un particolare elemento della matrice, si usano due indici tra parentesi quadre separate

```
board[i][j] = "x";
```

Una scacchiera per il gioco “Tic-Tac-Toe”

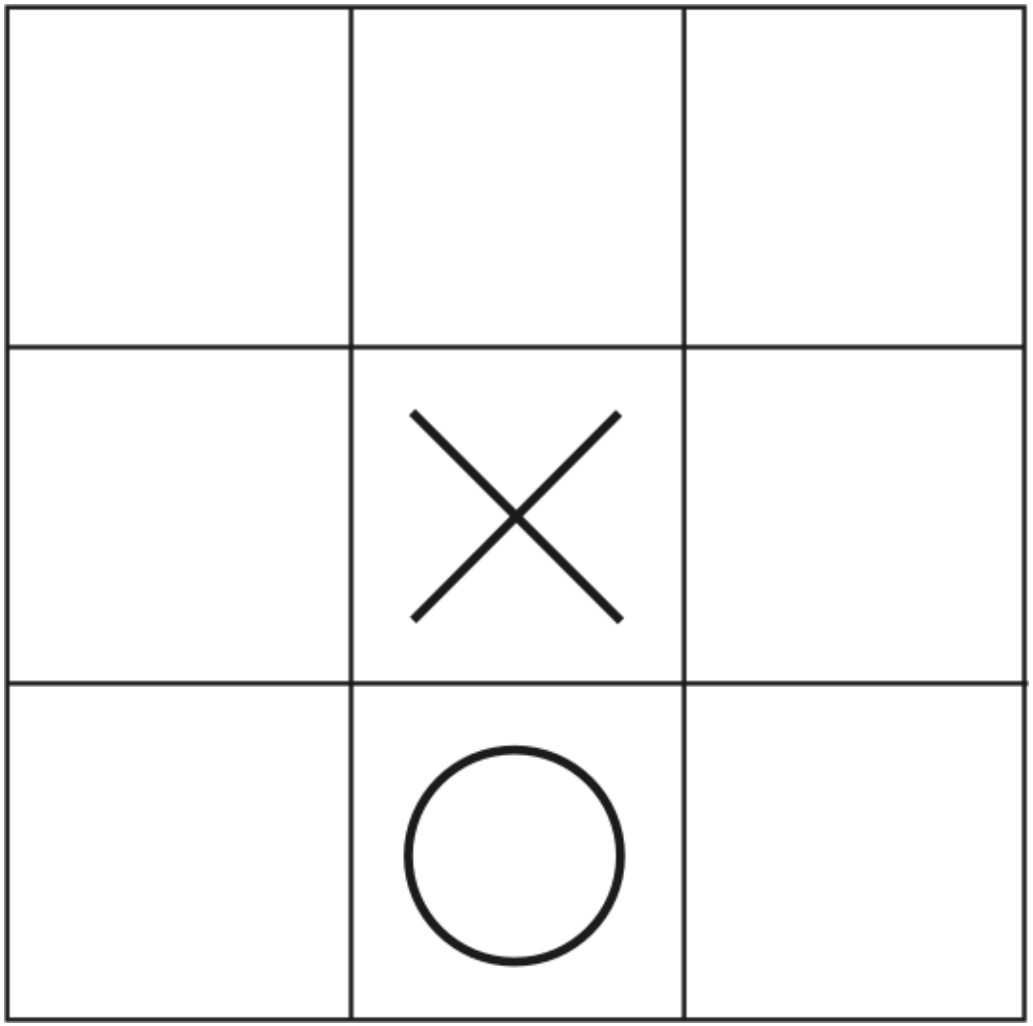


Figura 6
Una scacchiera per il gioco "Tic-Tac-Toe“ (tris o filetto)

Array a due dimensioni

- Quando si inseriscono o si cercano dati in un array bidimensionale, di solito si usano due cicli annidati.
- Per esempio, questa coppia di cicli assegna a tutti gli elementi dell'array una stringa contenente il solo carattere di spaziatura.

```
for (int i = 0; i < ROWS; i++)
   for (int j = 0; j < COLUMNS; j++)
      board[i][j] = " ";
```

File TicTacToe.java

```
01: /**
02:    Una scacchiera 3x3 per il gioco tic-tac-toe.
03: */
04: public class TicTacToe
05: {
06:    /**
07:       Costruisce una scacchiera vuota.
08:    */
09:    public TicTacToe()
10:    {
11:       board = new String[ROWS][COLUMNS];
12:       // riempi di spazi
13:       for (int i = 0; i < ROWS; i++)
14:          for (int j = 0; j < COLUMNS; j++)
15:             board[i][j] = " ";
16:    }
17:
```

Segue

File TicTacToe.java

```
18:    /**
19:       Imposta un settore della scacchiera.
          Il settore deve essere libero.
20:       @param i l'indice di riga
21:       @param j l'indice di colonna
22:       @param player il giocatore ("x" o "o")
23:    */
24:    public void set(int i, int j, String player)
25:    {
26:       if (board[i][j].equals(" "))
27:          board[i][j] = player;
28:    }
29:
30:    /**
31:       Crea una rappresentazione della scacchiera in una stringa, ad esempio
32:       |x  o|
33:       |  x |
34:       |   o|
35:       @return la rappresentazione della stringa
36:    */
```

Segue

File TicTacToe.java

```
37:    public String toString()
38:    {
39:       String r = "";
40:       for (int i = 0; i < ROWS; i++)
41:       {
42:          r = r + "|";
43:          for (int j = 0; j < COLUMNS; j++)
44:             r = r + board[i][j];
45:          r = r + "|\n";
46:       }
47:       return r;
48:    }
49:
50:    private String[][] board;
51:    private static final int ROWS = 3;
52:    private static final int COLUMNS = 3;
53: }
```

File TicTacToeRunner.java

```
01: import java.util.Scanner;
02:
03: /**
04:    Questo programma esegue la classe TicTacToe
05:    chiedendo all'utente di selezionare posizioni sulla
06:    scacchiera e visualizzando il risultato.
07: */
08: public class TicTacToeRunner
09: {
10:    public static void main(String[] args)
11:    {
12:       Scanner in = new Scanner(System.in);
13:       String player = "x";
14:       TicTacToe game = new TicTacToe();
15:       boolean done = false;
16:       while (!done)
17:       {
```

Segue

File TicTacToeRunner.java

```
18:             System.out.println(game.toString());
19:             System.out.print(
20:                   "Row for " + player + " (-1 to exit): ");
21:             int row = in.nextInt();
22:             if (row < 0) done = true;
23:             else
24:             {
25:                System.out.print("Column for " + player + ": ");
26:                int column = in.nextInt();
27:                game.set(row, column, player);
28:                if (player.equals("x"))
29:                   player = "o";
30:                else
31:                   player = "x";
32:             }
33:          }
34:       }
35: }
```

Segue

File `TicTacToeRunner.java`

Visualizza

```
| |
| |
| |
Row for x (-1 to exit): 1

Column for x: 2

|  |
| x|
|
Row for o (-1 to exit): 0

Column for o: 0

|o |
| x|
|  |
Row for x (-1 to exit): -1
```

Copiare array:
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];
 . . . // riempimento dell'array
double[] prices = data;
```

Segue

Copiare array:
Copiare il riferimento a un array

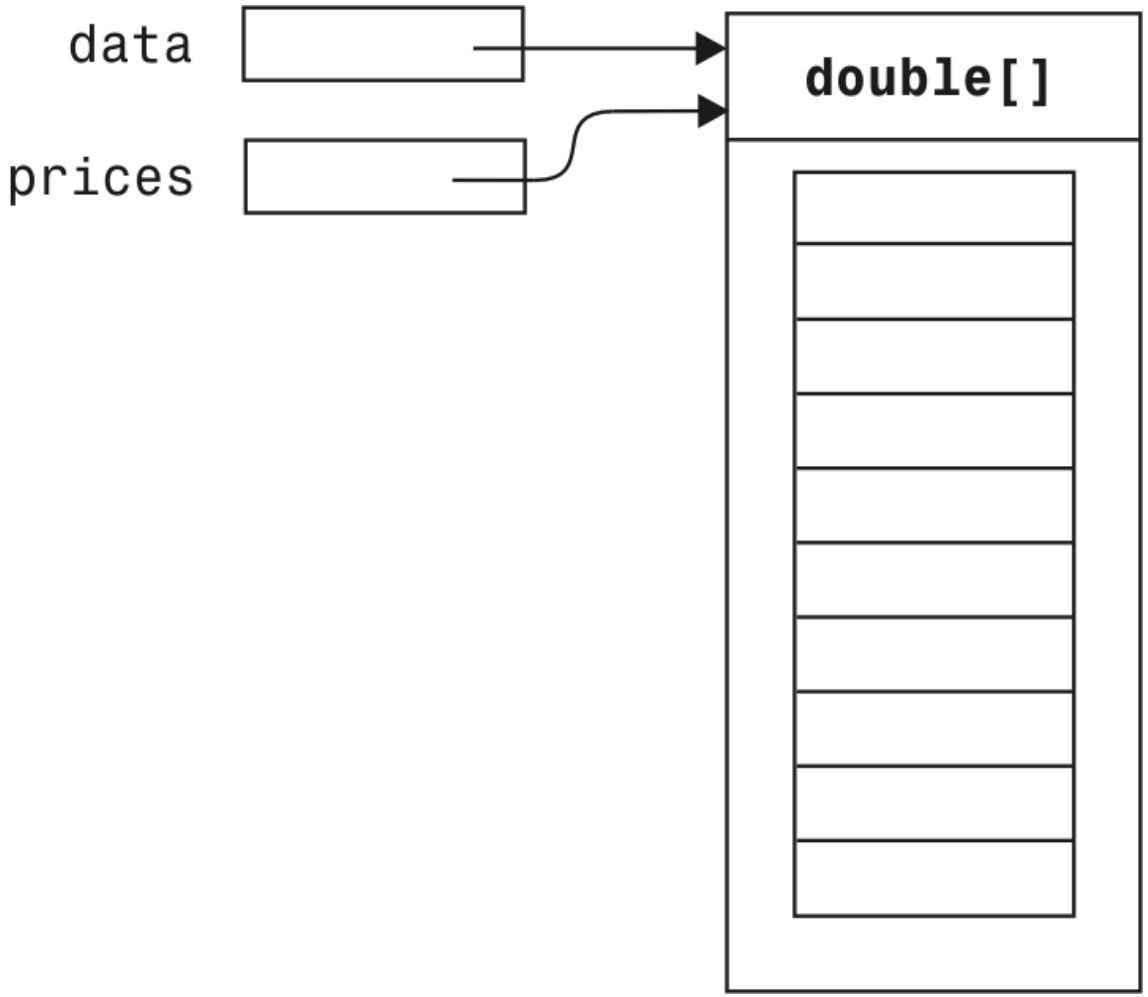


Figura 7
Due riferimenti
allo stesso array

Copiare array:
Clonare un array

- Per copiare gli elementi di un array usate il metodo clone.

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

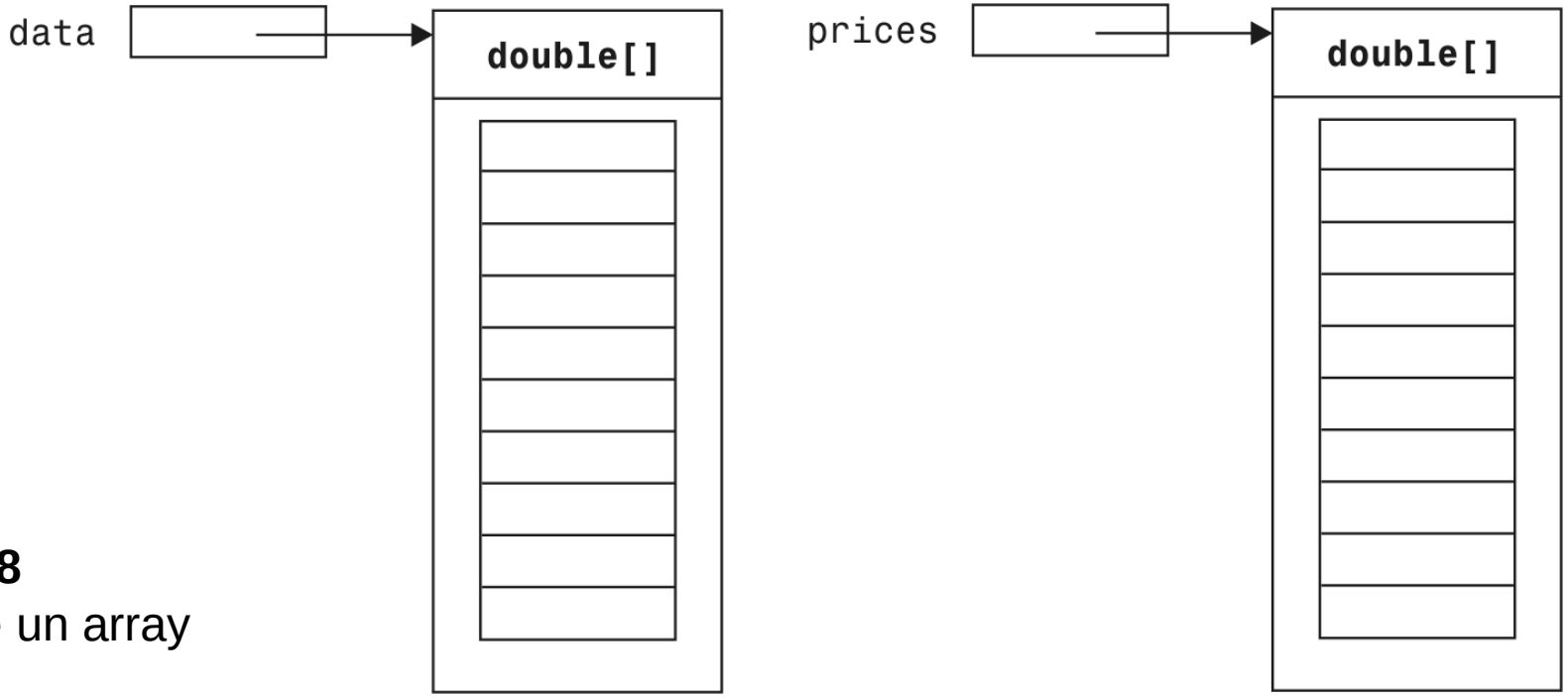


Figura 8
Clonare un array

Copiare array:
Copiare gli elementi di un array

- Usate il metodo `System.arraycopy` per copiare elementi da un array a un altro.

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

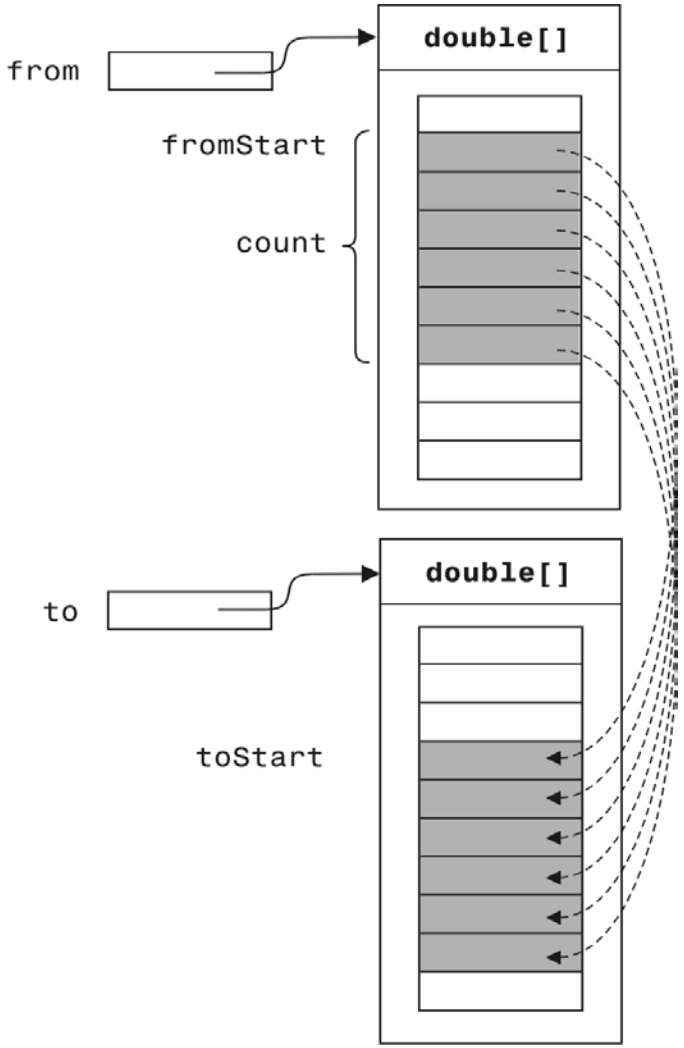


Figura 9
Il metodo `System.arraycopy`

Inserire un elemento in un array

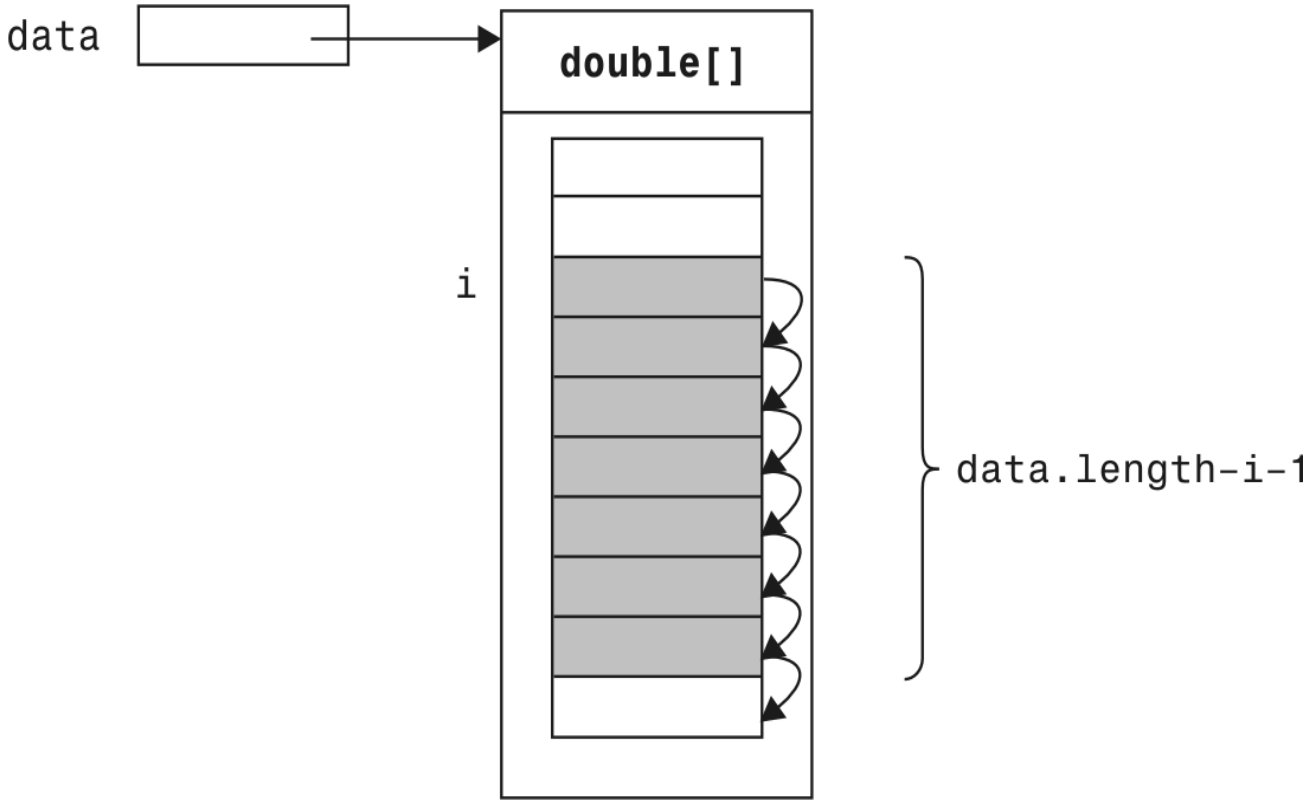


Figura 10
Inserire un nuovo elemento in un array

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

Rimuovere un elemento da un array

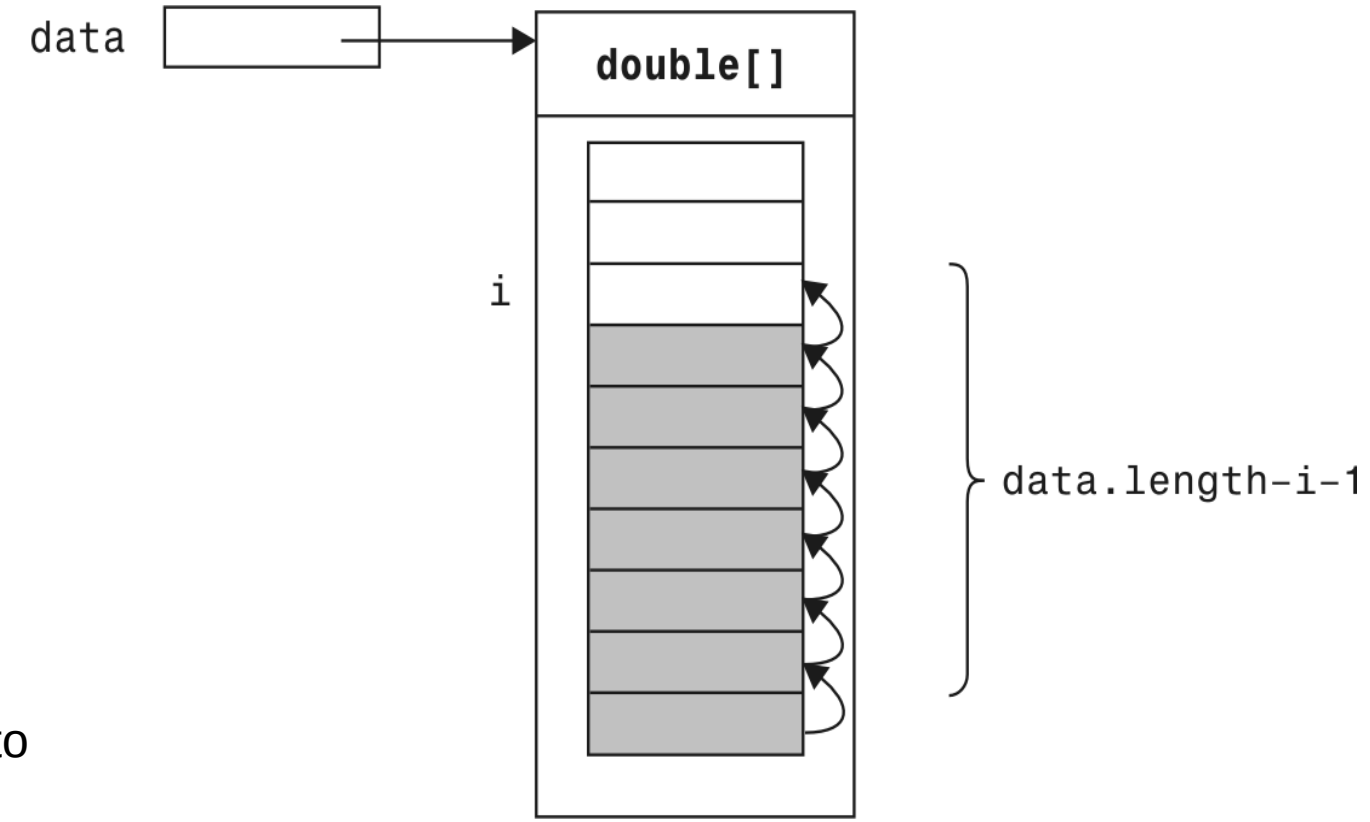


Figura 11
Rimuovere un elemento da un array

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

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. Creare 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);
```

3. Memorizzare nella variabile array il riferimento al nuovo array

```
data = newData;
```

Far crescere un array

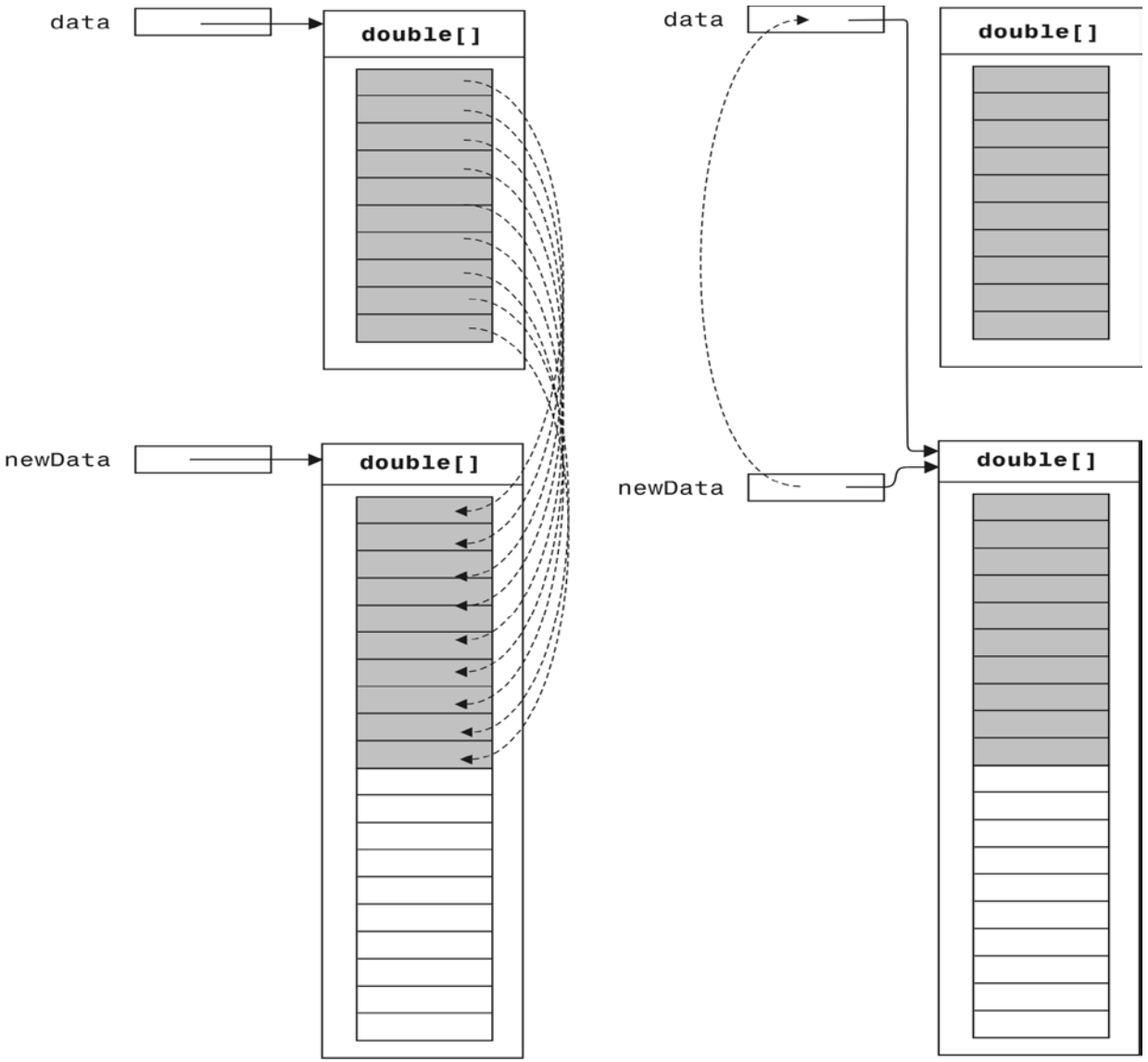


Figura 12
Far crescere un array

Trasformare array paralleli in array di oggetti

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

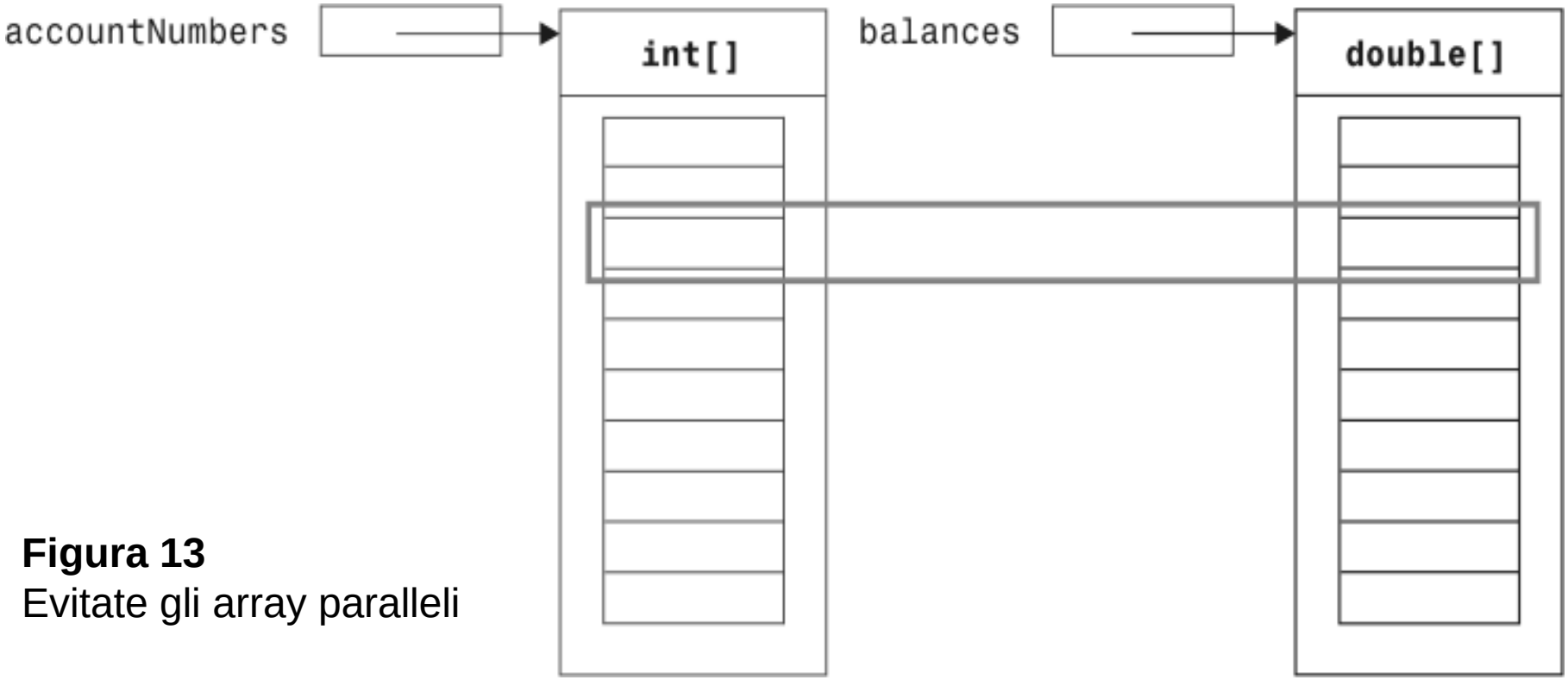


Figura 13
Evitate gli array paralleli

Trasformare array paralleli in array di oggetti

- Evitare di usare array paralleli trasformandoli in array di oggetti. Usare un unico array di oggetti

```
BankAccount[] = accounts;
```

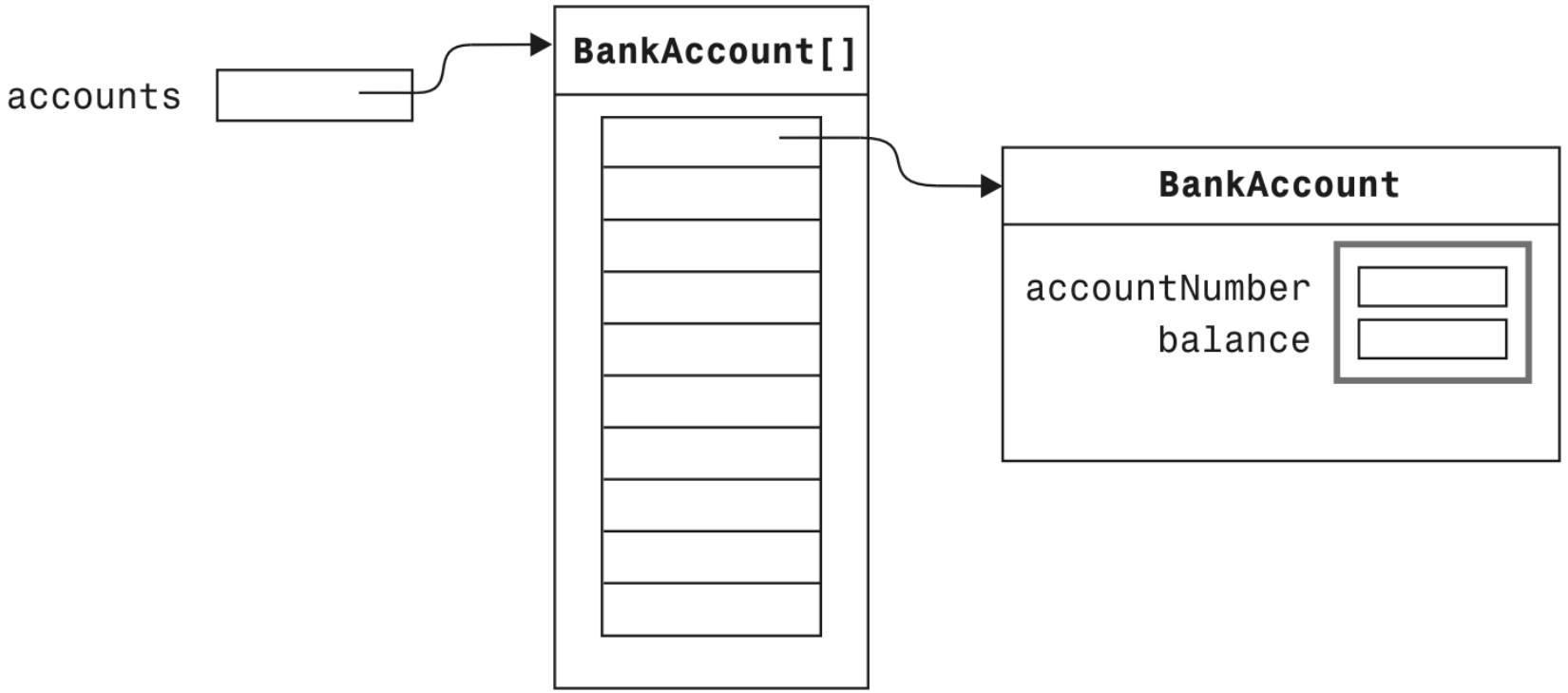


Figura 14 Riorganizzare array paralleli in array di oggetti

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 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;
```

Segue

Array riempiti solo in parte

- `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++;
```

Array riempiti solo in parte

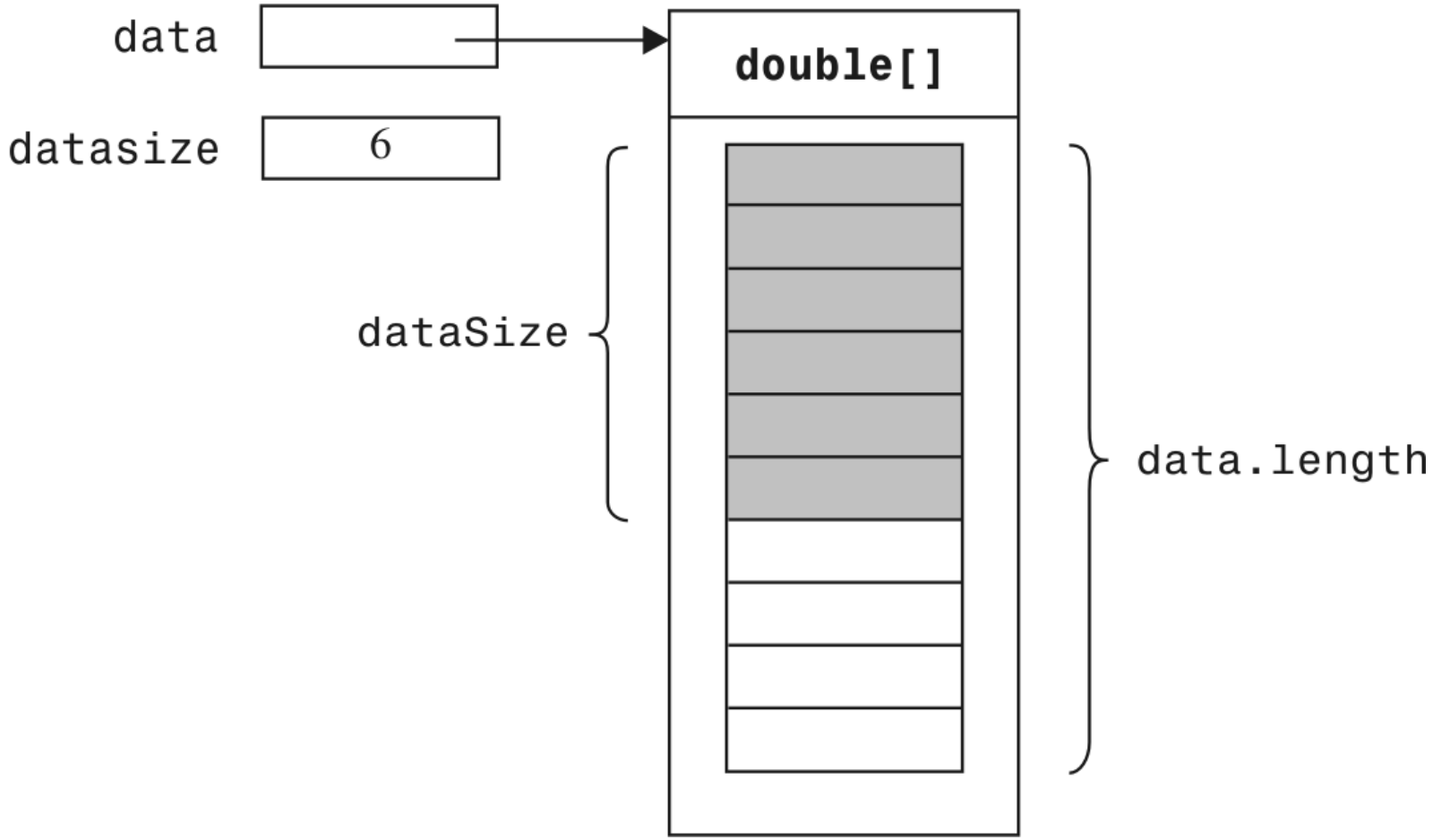


Figura 15 Un array riempito solo in parte

Uno dei primi *worm* di Internet

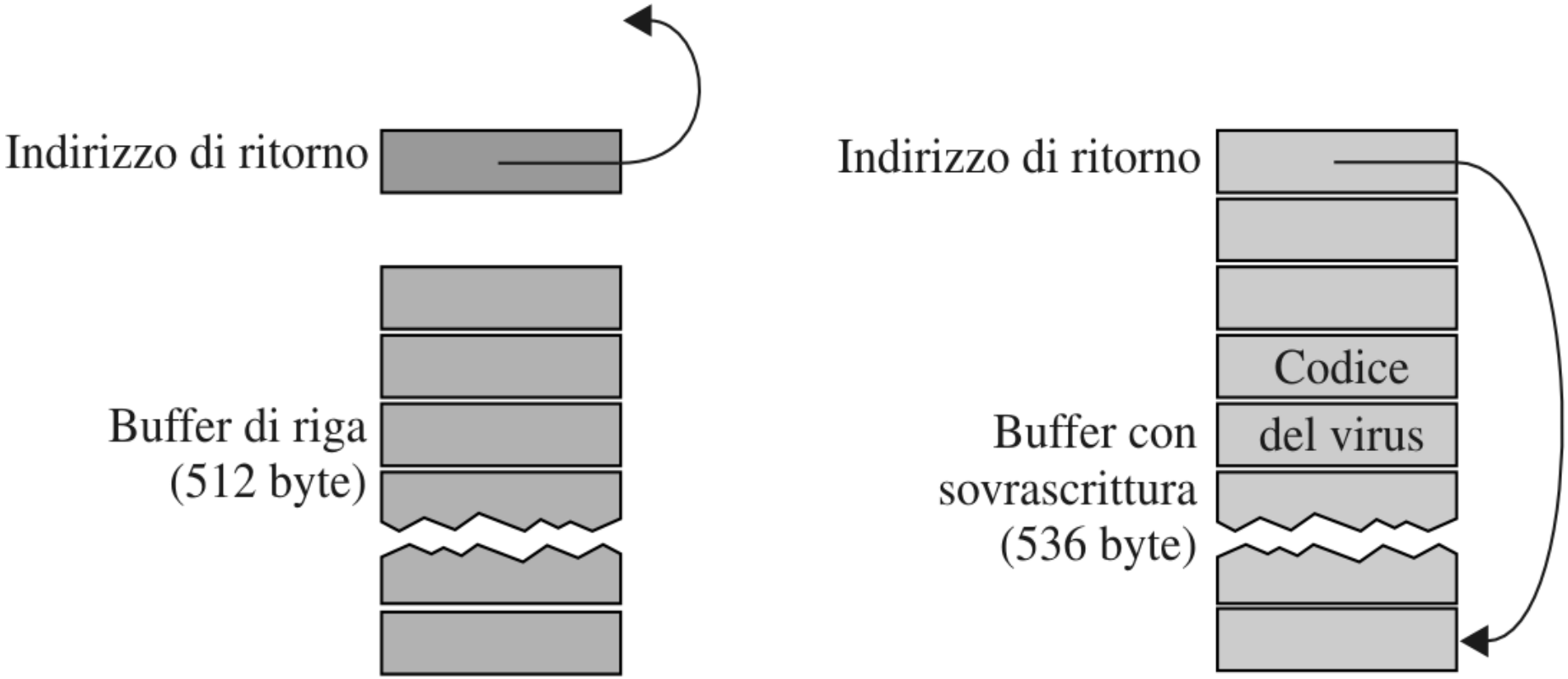


Figura 16 Un attacco di tipo "Buffer Overrun"

Collaudo regressivo

- Salvare i casi di prova
- Usare i casi di prova salvati per collaudare la versione successiva del programma
- Un *pacchetto di prova* è un insieme di prove da ripetere per il collaudo
- *Ciclicità*: fenomeno per cui un errore già corretto riappare in una versione successiva
- Il collaudo regressivo prevede l'esecuzione ripetuta di prove già eseguite in precedenza, per essere certi che guasti noti delle versioni precedenti non compaiano nelle nuove versioni del programma

File BankTester.java

```
01: import java.util.Scanner;
02:
03: /**
04:    This program tests the Bank class.
05: */
06: public class BankTester
07: {
08:    public static void main(String[] args)
09:    {
10:       Bank firstBankOfJava = new Bank();
11:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1001, 20000));
12:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1015, 10000));
13:       firstBankOfJava.addAccount(new BankAccount(1729, 15000));
14:
15:       Scanner in = new Scanner(System.in);
16:
17:       double threshold = in.nextDouble();
18:       int c = firstBankOfJava.count(threshold);
19:       System.out.println("Count: " + c);
20:       int expectedCount = in.nextInt();
21:       System.out.println("Expected: " + expectedCount);
22:
```

File BankTester.java

```
23:         int accountNumber = in.nextInt;
24:         BankAccount a = firstBankOfJava.find(accountNumber);
25:         if (a == null)
26:            System.out.println("No matching account");
27:         else
28:         {
29:            System.out.println("Balance of matching account: " +
a.getBalance());
30:            int matchingBalance = in.nextLine();
31:            System.out.println("Expected: " + matchingBalance);
32:         }
33:    }
34: }
```

Redirezione del flusso di ingresso

- Memorizzare i valori in ingresso in un file

  File input1.txt

```
15000
2
1015
10000
```

- Scrivete questo comando in una finestra di shell:

```
java BankTester < input1.txt
```

- Visualizza

```
Count: 2
Expected: 2
Balance of matching account: 10000.0
Expected: 10000
```

- E' possibile redigere anche il flusso in uscita

```
java BankTester < input1.txt > output1.txt
```