Lezione XIV
Lu 29-Ott-2007

Confrontare oggetti

1

Confronto di oggetti

- Abbiamo imparato a confrontare
  - ***numeri interi*** con gli operatori relazionali

```
if (n == 0 || n > 5)
```

  - ***numeri in virgola mobile***, confrontandoli con approsimazione

```
final double EPSILON = 1E-14;
if (Math.abs(x - y) <=
  EPSILON * Math.max(Math.abs(x), Math.abs(y)))
```

  - *stringhe*, mediante i metodi equals() e compareTo()

```
if (s1.equals(s2))
```

```
if (s1.compareTo(s2) < 0)
```

2

Confronto di oggetti

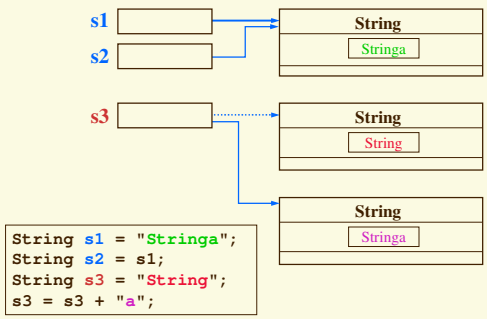
- Confrontando ***con l'operatore di uguaglianza*** due riferimenti a oggetti si verifica se i riferimenti ***puntano allo stesso oggetto***

```
String s1 = "Stringa";
String s2 = s1;
String s3 = "String";
s3 = s3 + "a"; // s3 contiene "Stringa"
```

- Il confronto **s1 = = s2** è ***vero***, perché puntano allo stesso oggetto
- Il confronto **s1 = = s3** è ***falso***, perché puntano ad oggetti diversi, anche se tali oggetti hanno lo stesso contenuto (sono "identici")

3

Confronto di oggetti




```
String s1 = "Stringa";
String s2 = s1;
String s3 = "String";
s3 = s3 + "a";
```

4

Confronto di oggetti

- Confrontando invece ***con il metodo*** **equals()** due riferimenti a oggetti, si verifica se i riferimenti ***puntano a oggetti con lo stesso contenuto***

```
String s1 = "Stringa";
String s2 = s1;
String s3 = "String";
s3 = s3 + "a"; // s3 contiene "Stringa"
```

- Il confronto **s1.equals(s3)** è ***vero***, perché puntano a due oggetti **String** identici

---

Nota: per verificare se un riferimento si riferisce a **null**, bisogna usare invece l'*operatore di uguaglianza* e non il metodo **equals()**

```
if (s == null)
```

5

Confronto di oggetti

- Il metodo **equals()** può essere applicato a qualsiasi oggetto, perché è definito nella classe **Object**, da cui ***derivano*** tutte le classi
- È però compito di ciascuna classe ***ridefinire*** il metodo **equals()**, come fa la classe **String**, altrimenti il metodo **equals** di **Object** usa semplicemente l'operatore di uguaglianza
- Il metodo **equals()** di ciascuna classe deve fare il confronto delle caratteristiche (variabili di esemplare) degli oggetti di tale classe
- **Per il momento, usiamo equals() soltanto per oggetti delle classi della libreria standard**
  - **non facciamo confronti tra oggetti di classi definite da noi**

6

Errori comuni

7

Un punto e virgola di troppo

- Attenzione a non inserire, per errore, il carattere ';' dopo gli enunciati if, for e while

```
int n = 10;
for (int i = 0; i < n; i++); // ahi!!!!
   System.out.println (i + " ");
```

```
C:\javaExamples>javac TestSemicolon.java
TestSemicolon.java:6: cannot find symbol
symbol  : variable i
location: class TestSemicolon
         System.out.println(i + " ");
                            ^
1 error
```

8

Un punto e virgola di troppo

- In realta' il codice viene interpretato nel modo seguente

```
int n = 10;
for (int i = 0; i < n; i++)
   ; // enunciato vuoto: non fa niente
System.out.println(i + " ");
```

```
Il ciclo significa:
Per i da 0 a 9 non fare niente
Poi stampa i

La variabile i non e' visibile
nell'enunciato System.out.println(...) e
quindi si ottiene un errore di
compilazione
```

Un punto e virgola di troppo

- Se definiamo il contatore i al di fuori del ciclo for:

```
int n = 10;
int i;
for (i = 0; i < n; i++); //ahi!!!
   System.out.println (i + " ");
```

```
Il compilatore non segnala alcun errore,
ma in esecuzione il frammento di codice
stampa solo 10, ovvero il valore che
assume i all'uscita del ciclo
```

10

Programmare le classi consigli utili

11

Esercizio: numeri complessi

- In Java non esiste un tipo di dati fondamentali per elaborare i numeri complessi
- Non e' fornita neppure una classe nella java platform API per questa funzione
- Scrivere la classe MyComplex che rappresenta un numero complesso (esercizio del lab. 4)
- L'interfaccia pubblica della classe è qui.

12

Invocare un costruttore da un altro costruttore

```
public MyComplex(double unRe, double unIm)
{
   re = unRe;
   im = unIm;
}

public MyComplex(double unRe)//inizializza il numero re+i0
{
  this(unRe, 0);
}

public MyComplex() // inizializza il numero 0+i0
{
  this(0);
}
```

Invocazione del costruttore MyComplex(double unRe, double unIm)

Invocazione del costruttore MyComplex(double unRe)

- La chiamata al costruttore this(…) deve essere il primo enunciato del costruttore
- Vantaggio: riutilizzo del codice!

13

Assegnare il nome ai parametri dei costruttori

```
private double re; // variabile di esemplare
private double im; // variabile di esemplare
public MyComplex(double re, double im)
{
   re = re;
   im = im;
}
```

ERRATO!

???

re e im sono interpretate dal compilatore come variabili di esemplare o come parametri del metodo???

```
public MyComplex(double re, double im)
{
   this.re = re;
   this.im = im;
}
```

OK

Il parametro implicito this risolve l'ambiguita'

```
public MyComplex(double unRe, double unIm)
{
   re = unRe;
   im = unIm;
}
```

OK

Stile di programmazione migliore!

14

I metodi

```
private double re; // variabile di esemplare
private double im; // variabile di esemplare public
…
/**
Calcola la somma a + z (z parametro implicito)
@return il numero complesso somma a + z
*/
public MyComplex add(MyComplex z)
{  MyComplex c = new MyComplex(re + z.re, im + z.im);
   return c; // c variabile di appoggio
}
```

Restituisce dato di tipo MyComplex

Parametro di tipo MyComplex

OK

```
public MyComplex add(MyComplex z) // forma piu' coincisa
{
   return new MyComplex(re + z.re, im + z.im);
}
```

OK

15

Uso delle variabili di esemplare

```
public class MyComplex
{
  // variabili di esemplare
  private double re; //parte reale
  private double im; //parte immaginaria
   …
  public MyComplex add(MyComplex z)
  {
     return new Complex(re + z.re, im + z.im );
  }
```

this.im + z.im

- Solo nei metodi della classe stessa possiamo accedere alla variabile di esemplare **private double re** dell'oggetto **MyComplex z** con la notazione **z.re**

16

MyComplex - la somma come metodo di esemplare

```
/**
   somma due numeri complessi
   @param z il secondo addendo
   @return numero complesso pari alla somma di due
    numeri complessi
*/
public MyComplex add(MyComplex z) {...}
```

```
...//z1 e z2 siano due riferimenti a esemplari
...//della classe MyComplex
MyComplex z3 = z1.add(z2);
```

parametro implicito — parametro esplicito

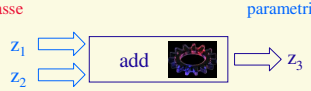
17

MyComplex - la somma come metodo statico

```
/**
   somma due numeri complessi – metodo statico
   @param z1 il primo addendo
   @param z2 il secondo addendo
   @return la somma di due numeri complessi
*/
public static MyComplex add(MyComplex z1, MyComplex z2)
{...}
```

```
...//z1 e z2 siano due riferimenti a esemplari
...//della classe MyComplex
MyComplex z3 = MyComplex.add(z1, z2);
```

Nome della classe — parametri espliciti



18

Il metodo toString()

```
public String toString()
{
   char sign = '+';
   if (im < 0)
      sign = '-';
   return re + " " + sign  + " i" + Math.abs(im);
}
```

Restituisce una stringa

- Il metodo toString() che abbiamo realizzato restituisce una stringa con una descrizione testuale dello stato dell'oggetto

```
MyComplex z = new MyComplex(1,-2);
String s = z.toString();
```

⇒ "1 - i2"

- A che cosa serve? Ad esempio per stampare il valore di un oggetto

```
MyComplex z = new MyComplex (1,-2);
System.out.println(z.toString());
```

```
MyComplex z = new MyComplex (1,-2);
System.out.println(z);
```

"1 - i2"

19

Metodi di accesso e modificatori

- I metodi della classe MyComplex realizzata accedono agli stati interni degli oggetti (variabili di esemplare) senza mai modificarli

```
// Classe MyComplex
public MyComplex conj()
{
   return new MyComplex(re, -im);
}
```

METODO DI ACCESSO

- Altre classi hanno metodi che modificano gli stati degli oggetti

```
// Classe BankAccount
public void deposit(double amount)
{
   balance += amount;
}
```

METODO MODIFICATORE

20

Metodi di Accesso e Modificatori

- Raccomandazione
  - Ai metodi modificatori assegnare, generalmente, un valore di ritorno `void`

- Classi IMMUTABILI: si definiscono *immutabili* le classi che hanno solo metodi accessori
  - la classe esempio MyComplex e' immutabile
  - la classe java.lang.String e' immutabile
- I riferimenti agli oggetti delle classi immutabili possono essere distribuiti e usati senza timore che venga alterata l'informazione contenuta negli oggetti stessi
- Non cosi' per gli oggetti delle classi non immutabili:

```
BankAccount mioConto = new BankAccount(1000);
…
mioConto.witdraw(1000);
```

21

Metodi predicativi

- Metodi **predicativi** sono metodi che restituiscono un valore booleano
- Esempio: si scriva un metodo per confrontare due numeri complessi

```
public boolean equals(MyComplex z)
{
   return (re == z.re) && (im == z.im);
}
```

Stile di programmazione migliore!

```
public boolean equals(MyComplex z)
{   if (re == z.re && im == z.im)
      return true;
   else
      return false;
}
```

OK

```
public boolean equals(MyComplex z)
{   if (re == z.re && im == z.im)
      return true;
    return false;
}
```

OK

22

Usare metodi privati

- Nelle classi possiamo programmare anche metodi privati
- Potranno essere invocati solo all'interno dei metodi della classe stessa
- Si fa quando vogliamo isolare una funzione precisa che, in genere, viene richiamata più volte nel codice
- Esempio: eseguiamo il confronto fra due numeri complessi ammettendo una tolleranza ε sulle parti reale e immaginaria (sono numeri double!)

```
…
public boolean approxEquals(MyComplex z)
{
   return approx(re,z.re) && approx(im, z.im);
}

private static boolean approx(double x, double y)
{
   final double EPSILON = 1E-14; // tolleranza

   return Math.abs(x-y) <= EPSILON *
      Math.max(Math.abs(x), Math.abs(y));
}
```

23

Passaggio di parametri

24

Accesso alle variabili di esemplare

```
// metodo di altra classe
MyComplex a = new MyComplex(1,2);
MyComplex b = new MyComplex(2,3);
MyComplex c = a.add(b);
…
```

```
// classe MyComplex
public MyComplex add(MyComplex z)
{
   this          this.re
   return new MyComplex(re + z.re, im + z.im);
}
                 this.im
```

25

Parametri formali ed effettivi

- I parametri espliciti che compaiono ***nell'intestazione*** dei metodi e il parametro implicito ***this*** (usati nella realizzazione dei metodi) si dicono *Parametri Formali* del metodo

```
public MyComplex add(MyComplex z)
{
  return new MyComplex(this.re + z.re, this.im + z.im);
}
```

- I parametri forniti ***nell'invocazione*** ai metodi si dicono *Parametri Effettivi* del metodo

```
MyComplex a = new MyComplex(1,2);
MyComplex b = new MyComplex(2,3);
MyComplex c = a.add(b);
```

- Al momento dell'esecuzione dell'invocazione del metodo, i **parametri effettivi** sono **copiati** nei **parametri formali**

a → this b → z

26

Modificare parametri numerici

- Proviamo a scrivere un metodo **increment** che ha il compito di fornire un nuovo valore per una variabile di tipo numerico

```
// si usa con x = increment1(x)
public static int increment1(int index)
{  return index + 1;
} // è equivalente a x++
```

OK

- Perché non abbiamo scritto semplicemente così?

```
// si usa con increment2(x)
public static void increment2(int index)
{  index = index + 1;
} // NON MODIFICA X!!!
```

27

Modificare parametri numerici

```
// si usa con increment2(n)
public static void increment2(int index)
{  index = index + 1;
} // NON FA NIENTE !!
```

n

invocando il metodo il valore viene *copiato* nella variabile parametro

index

il valore di **n** non è stato modificato

in **increment2** si modifica questo valore

```
int n = 1;
increment2(n);
System.out.println("n =" + n);
```

n = 1

28

Modificare parametri oggetto

- Un metodo può invece modificare lo ***stato*** di un ***oggetto*** passato come parametro (implicito o esplicito, **deposit**()…)

```
// classe BankAccount
// trasferisce denaro da un conto ad un altro
public void transfer(BankAccount to, double amount)
{
   withdraw(amount);   // ritira da un conto
   to.deposit(amount); // deposita nell'altro conto
} // FUNZIONA !!
```

- ma non può modificare il ***riferimento*** contenuto nella variabile oggetto che ne costituisce il parametro effettivo

```
// NON FUNZIONA
public static void swapAccounts(BankAccount x,
                                BankAccount y)
{  BankAccount temp = x;
   x = y;
   y = temp;
}
```

```
swapAccounts(a, b);
// nulla è successo alle
// variabili a e b
```

Chiamate per valore e per riferimento

- In Java, il passaggio dei parametri è effettuato "per valore", cioè il *valore* del *parametro effettivo* viene copiato nel *parametro formale*
  - *questo impedisce che il valore contenuto nella variabile che costituisce il parametro effettivo possa essere modificato*
- Altri linguaggi di programmazione (come C++) consentono di effettuare il passaggio dei parametri con altri meccanismi, ad esempio "per riferimento", rendendo possibile la modifica dei parametri effettivi

30

Chiamate per valore e per riferimento

- A volte si dice, ***impropriamente***, che in Java ***i numeri sono passati per valore e che gli oggetti sono passati per riferimento***
- In realtà, ***tutte le variabili sono passate per valore***, ma
  - passando per valore una variabile oggetto, si passa una copia del riferimento in essa contenuto
  - l'effetto "pratico" del passaggio per valore di un riferimento a un oggetto è la possibilità di modificare lo stato dell'oggetto stesso, come avviene con il passaggio "per riferimento"

31

Lezione XV
Ma 30-Ott-2007

Stili di programmazione
sovrascrivere i parametri

32

Modifica di variabili parametro

- Le variabili parametro di un metodo sono variabili a tutti gli effetti e possono essere trattate come le altre variabili, quindi si puo' anche riassegnare alle variabili un valore

```
public void deposit(double amount)
{
   amount = balance + amount;
   …
```

- Se nel codice successivo all'enunciato di assegnazione si usa la variabile **amount**, il suo valore non e' piu' quello del parametro effettivo passato al metodo!
- Questo e' fonte di molti errori, soprattutto in fase di manutenzione del codice
- Non modificate mai i valori dei parametri dei metodi!!!

33

Modifica di variabili parametro

- Meglio usate in alternativa una variabile locale in piu'

```
public void deposit(double amount)
{
   double tmpBalance = balance + amount;
   …
   …
```

34

Scomposizione di stringhe

35

Scomposizione di stringhe

- Una ***sottostringa con caratteristiche sintattiche ben definite*** (ad esempio, delimitata da spazi…) si chiama ***token***
  - Es.: nella stringa "uno due tre" sono identificabili i token "uno", "due", "tre"
- Un problema comune nella programmazione e' la scomposizione di stringhe in token
- Per questa funzione è molto utile la classe **Scanner**, del package **java.util** che gia' conosciamo per la lettura da standard input
- **Scanner** considera come delimitatori predefiniti gli spazi, i caratteri di tabulazione e i caratteri di "andata a capo"
  - Questi e altri caratteri sono detti ***whitespaces*** e sono riconosciuti dal metodo predicativo: ***Character.isWhitespace(char c)***

36

Scomposizione di stringhe

- Per usare **Scanner**, innanzitutto bisogna creare un oggetto della classe fornendo la stringa come parametro al costruttore

```
String line = "uno due tre";
Scanner st = new Scanner(line);
```

- In generale non e' noto a priori il numero di token presenti nella stringa
- Successive invocazioni del metodo **next()** restituiscono successivi token

37

Scomposizione di stringhe

- Il metodo next () della classe Scanner lancia l'eccezione java.util.NoSuchElementException nel caso non ci siano piu' token nella stringa (non molto comodo!)

```
String line = "uno due tre";
Scanner st = new Scanner(line);

String token1 = st.next(); // "uno"
String token2 = st.next(); // "due"
String token3 = st.next(); // "tre"
String token4 = st.next();
```

```
java.util.NoSuchElementException
```

38

Scomposizione di stringhe

- Per questo prima di invocarlo si verifica la presenza di eventuali token per mezzo del ***metodo predicativo*** **`hasNext()`**, che ritorna un dato di tipo boolean di valore **true** se e' presente nella stringa un token successivo non ancora estratto, **false** altrimenti.
- Il motodo **`hasNext()`** e' molto comodo quando non conosciamo a priori il numero di token presenti nella stringa da scomporre

```
while (st.hasNext())
{  String token = st.next();
   ...// elabora token
}
```

39

Scomposizione di stringhe

- Alla prima invocazione, il metodo hasNext() riconosce che nella stringa e' presente un token successivo non ancora acquisito (il token **"uno"**) e quindi ritorna **true**

```
"uno due tre"
```

- Viene quindi eseguito il corpo del ciclo in cui il metodo next() acquisisce il token **"uno"**. Si noti che la stringa line rimane immutata.
- Alla successiva invocazione, il metodo hasNext() riconosce che nella stringa e' presente un token succesivo non ancora acquisito (il token **"due"**) e quindi ritorna **true**

```
"uno due tre"
```

40

Scomposizione di stringhe

- Viene eseguito nuovamente il corpo del ciclo e il metodo next() acquisisce il token **"due"**.
- Alla successiva invocazione, il metodo **hasNext()** riconosce che nella stringa e' presente un token succesivo non ancora acquisito (il token **"tre"**) e quindi ritorna **true**

```
"uno due tre"
```

- Viene eseguito il corpo del ciclo e il metodo **next()** acquisisce il token **"tre"**.
- Alla successiva invocazione, il metodo **hasNext()** riconosce che nella stringa non e' presente un token successivo non ancora acquisito e quindi ritorna **false**
- Termina il ciclo **while**

```
"uno due tre"
```

41

Metodi predicativi della classe Scanner nella lettura da standard input

- Quando il programmatore non sa ***quanti saranno*** i dati forniti in ingresso dall'utente, abbiamo imparato a usare i valori sentinella
- Nell'esempio il carattere 'Q' indica la fine della sequenza di dati

```
Scanner in = new Scanner(System.in);
int sum = 0;
boolean done = false;
while (!done)
{  String line = in.next();
   if (line.equalsIgnoreCase("Q"))
      done = true;
   else
      sum += Integer.parseInt(line);
}
```

Metodi predicativi della classe Scanner nella lettura da standard input

- Anche nella lettura da standard input e' utile usare i metodi predicativi della classe Scanner

```
while (st.hasNext())
{  String token = st.next();
   // elabora token
}
```

- Il questo caso il metodo hasNext() interrompe l'esecuzione e attende l'immissione dei dati da standard input
- I dati a standard input sono acquisiti dal programma quando l'operatore preme il tasto invio
- **hasNext()** agisce sui dati in ingresso come spiegato precedentemente per la scomposizione di stringhe

43

Metodi predicativi della classe Scanner nella lettura da standard input

- Esempio: sia il programma in attesa di dati da standard input in un frammento di codice come il seguente

```
while (st.hasNext())
{  String token = st.next();
   // elabora token
}
```

- L'esecuzione del programma e' ferma nel metodo **hasNext()** che attende l'immissione dei dati
- Quando l'operatore inserisce dei dati e preme invio:

```
$ uno due tre <ENTER>
```

- La stringa **"uno due tre\n"** viene inviata allo standard input

44

Metodi predicativi della classe Scanner nella lettura da standard input

- Al termine dell'elenco dei dati si puo' ***comunicare al sistema operativo*** che l'input da standard input destinato al programma in esecuzione è terminato
  - in una finestra DOS/Windows bisogna digitare **Ctrl+C**
  - in una ***shell*** di Unix bisogna digitare **Ctrl+D**

- All'introduzione di questi caratteri speciali il metodo **hasNext()**, la cui esecuzione era interrotta in attesa di immissione di dati, restituisce **false**
- Il ciclo **while** di lettura termina

45

Esempio: conta parole

```
import java.util.Scanner;

public class WordCounter
{  public static void main(String[] args)
   {
      Scanner c = new Scanner(System.in);
      int count = 0;
      while (c.hasNext())
      {
          c.next();  // estrae il token!!!
          count++;
      }

      System.out.println(count + " parole");
      c.close();
   }
}
```

Altri metodi predicativi

- Analogamente al metodo **hasNext()** nella classe Scanner sono definiti metodi predicativi per ciascun tipo fondamentale di dato, ad esempio
  - **hasNextInt()**
  - **hasNextDouble()**
  - **hasNextLong()**
  - ...
- E' definito anche il metodo **hasNextLine()** utile per leggere righe
- Lo useremo nei casi in cui vogliamo preservare la struttura per righe dei dati

47

Java.util.StringTokenizer

- La classe java.util.Scanner è stata introdotta nella versione 1.5 di Java
- Nelle versioni di Java < 1.5 la scomposizione in token di una stringa viene effettuata mediante la classe ***java.util.StringTokenizer*** che mette a disposizione i seguenti metodi
  - **boolean hasMoreTokens()**
  - **String nextToken()**

```
import java.util.StringTokenizer;
...
StringTokenizer st = new StringTokenizer(s);
while (st.hasMoreTokens())
{  String token = st.nextToken();
   // elabora token
}
```

48

Reindirizzamento di standard input e output

49

Calcolare la somma di numeri

```
import java.util.Scanner;
public class Sum
{
   public static void main(String[] args)
   {
      Scanner in = new Scanner(System.in);

      double sum = 0;
      while (in.hasNextDouble())
      {
         sum = sum + in.nextDouble();
      }
      System.out.println("Somma: " + sum);
   }
}
```

50

Redirezione di input e output

- Usando il precedente programma **Sum**, si inseriscono dei numeri da tastiera, che al termine non vengono memorizzati
  - ***per sommare una serie di numeri, bisogna digitarli tutti, ma non ne rimane traccia!***
- Una soluzione "logica" sarebbe che ***il programma leggesse i numeri da un file***
  - questo si può fare con la redirezione **dello standard input**, consentita da quasi tutti i sistemi operativi

51

Redirezione di input e output

- La redirezione dello standard input, sia nei sistemi Unix sia nei sistemi MS Windows, si indica con il carattere **<** seguito dal **nome del file da cui ricevere l'input**

```
$ java Sum < input.txt
```

- Si dice che il file **input.txt** viene ***collegato*** all'input standard
- Il programma non ha bisogno di alcuna istruzione particolare, semplicemente **System.in** non sarà più collegato alla tastiera ma al file specificato

52

Redirezione di input e output

- A volte è comoda anche la redirazione dell'output
  - ad esempio, quando il programma produce molte righe di output, che altrimenti scorrono velocemente sullo schermo senza poter essere lette

```
java Sum > output.txt
```

- Le due redirezioni possono anche essere combinate

```
java Sum < input.txt > output.txt
```

53

Array

54

Problema

- Scrivere un programma che
  - legge dallo standard input una sequenza di dieci numeri in virgola mobile, uno per riga
  - chiede all'utente un numero intero **index** e visualizza il numero che nella sequenza occupava la posizione indicata da **index**
- Occorre ***memorizzare tutti i valori della sequenza***
- Potremmo usare dieci variabili diverse per memorizzare i valori, selezionati poi con una lunga sequenza di alternative, ***ma se i valori dovessero essere mille?***

55

Memorizzare una serie di valori

- Lo strumento messo a disposizione dal linguaggio Java per memorizzare una sequenza di dati si chiama ***array*** (che significa "sequenza ordinata")
  - la struttura ***array*** esiste in quasi tutti i linguaggi di programmazione
- Un array in Java è ***un oggetto*** che realizza ***una raccolta di dati che siano tutti dello stesso tipo***
- Potremo avere quindi array di ***numeri interi***, array di numeri in virgola mobile, array di stringhe, array di conti bancari...

56

Costruire un array

- Come ogni ***oggetto***, un array deve essere ***costruito*** con l'operatore **new**, dichiarando il ***tipo di dati*** che potrà contenere `new double[10];`
- Il tipo di dati di un array può essere qualsiasi tipo di dati valido in Java
  - uno dei **tipi di dati fondamentali**
  - un **riferimento** a un esemplare di una **classe**

  e nella costruzione deve essere seguito da ***una coppia di parentesi quadre*** che contiene la ***dimensione*** dell'array, cioè il numero di elementi che potrà contenere

57

Riferimento a un array

- Come succede con la costruzione di ogni oggetto, l'operatore **new** restituisce un ***riferimento*** all'array appena creato, che può essere memorizzato in una ***variabile oggetto*** dello stesso tipo

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

- **Attenzione**: nella definizione della variabile oggetto devono essere presenti le parentesi quadre, ma non deve essere indicata la dimensione dell'array; la variabile potrà riferirsi solo ad array di quel tipo, ma di qualunque dimensione

```
// si può fare in due passi
double[] values;
values = new double[10];
values = new double[100];
```

58

Utilizzare un array

- Al momento della costruzione, tutti gli elementi dell'array vengono inizializzati a un valore, seguendo ***le stesse regole viste per le variabili di esemplare***
  - **0** per le variabili numeriche
  - **false** per le variabili di tipo boolean
  - **null** per i riferimenti
- Per ***accedere*** a un elemento dell'array si usa

```
double[] values = new double[10];
double oneValue = values[3];
```

- La stessa sintassi si usa per ***modificare*** un elemento dell'array

```
double[] values = new double[10];
values[5] = 3.4;
```

59

Utilizzare un array

```
double[] values = new double[10];
double oneValue = values[3];
values[5] = 3.4;
```

- Il numero intero utilizzato per accedere a un particolare elemento dell'array si chiama ***indice***
- L'indice può assumere un valore compreso tra **0** (***incluso***) e la **dimensione** dell'array (***esclusa***), cioè segue le stesse convenzioni viste per le posizioni dei caratteri in una stringa
  - il primo elemento ha indice 0
  - l'ultimo elemento ha indice (***dimensione*** - 1)

60

Utilizzare un array

- L'indice di un elemento di un array può, in generale, essere un'espressione con valore intero

```
double[] values = new double[10];
int a = 4;
values[a + 2] = 3.2; // modifica il
                     // settimo elemento
```

- Cosa succede se si accede a un elemento dell'array con un indice sbagliato (maggiore o uguale alla dimensione, o negativo) ?
  - l'ambiente di esecuzione genera un'eccezione di tipo **ArrayIndexOutOfBoundsException**

61

La dimensione di un array

- Un array è un oggetto un po' strano…
  - non ha metodi pubblici, né statici né di esemplare
- L'unico elemento pubblico di un oggetto di tipo array è la sua dimensione, a cui si accede attraverso la sua variabile pubblica di esemplare **length** (attenzione, non è un metodo!)

```
double[] values = new double[10];
int a = values.length; // a vale 10
```

- Una variabile pubblica di esemplare sembrerebbe una violazione dell'incapsulamento...

62

La dimensione di un array

```
double[] values = new double[10];
values.length = 15; // ERRORE IN COMPILAZIONE
```

- In realtà, **length** è una variabile pubblica ma è dichiarata **final**, quindi ***non può essere modificata***, può soltanto essere ispezionata
- Questo paradigma è, in generale, considerato accettabile nell'OOP
- L'alternativa sarebbe stata fornire un metodo pubblico per accedere alla variabile privata
  - la soluzione scelta è meno elegante ma fornisce lo stesso livello di protezione dell'informazione ed è più veloce in esecuzione

63

Soluzione del problema iniziale

```
import java.util.Scanner;
public class SelectValue
{ public static void main(String[] args)
  { Scanner in = new Scanner(System.in);

    System.out.println("Inserisci 10" +
         " numeri, uno per riga");

    double[] values = new double[10];
    for (int i = 0; i < values.length; i++)
      if (in.hasNextDouble())
        values[i] = in.nextDouble();

    System.out.print("Inserisci un indice: ");
    int index = 0;
    if (in.hasNextInt())
       index = in.nextInt();

    if (index < 0 || index >= values.length)
      System.out.println("Valore errato");
    else
      System.out.println("valore: " + values[index]);
  }
}
```

Costruzione di un array

- Sintassi: `new NomeTipo[lunghezza];`
- Scopo: costruire un array per contenere dati del tipo *NomeTipo*; la ***lunghezza*** indica il numero di dati che saranno contenuti nell'array
- Nota: *NomeTipo* può essere uno dei tipi fondamentali di Java o il nome di una classe
- Nota: i singoli elementi dell'array vengono inizializzati con le stesse regole delle variabili di esemplare

65

Riferimento ad un array

- Sintassi:

`NomeTipo[] nomeRiferimento;`

- Scopo: definire la variabile ***nomeRiferimento*** come variabile oggetto che potrà contenere un riferimento a un array di dati di tipo *NomeTipo*
- Nota: *NomeTipo* può essere uno dei tipi fondamentali di Java o il nome di una classe
- Nota: le parentesi quadre [ ] sono necessarie e ***non*** devono contenere l'indicazione della dimensione dell'array

66

Accesso a un elemento di un array

- Sintassi:

```
riferimentoArray[indice]
```

- Scopo: accedere all'elemento in posizione ***indice*** all'interno dell'array a cui ***riferimentoArray*** si riferisce, per conoscerne il valore o modificarlo
- Nota: il primo elemento dell'array ha indice ***0***, l'ultimo elemento ha indice (***dimensione - 1***)
- Nota: se l'***indice*** non rispetta i vincoli, viene lanciata l'eccezione **ArrayIndexOutOfBoundsException**

67

Lezione XVI
Me 31-Ott-2007

array
continua

68

Errori di limiti negli array

- Uno degli errori più comuni con gli array è l'utilizzo di un ***indice che non rispetta i vincoli***
  - il caso più comune è l'uso di un indice uguale alla dimensione dell'array, che è il primo indice non valido…

```
double[] values = new double[10];
values[10] = 2; // ERRORE IN ESECUZIONE
```

```
double[] values = new double[10];
for (int i = 0; i <= values.length; i++)
{  int k = values[i];// ERRORE IN ESECUZIONE
}
```

- Come abbiamo visto, l'ambiente runtime segnala questo errore con un'eccezione che arresta il programma

  ArrayIndexOutOfBoundsException

69

Inizializzazione di un array

- Quando si assegnano i valori agli elementi di un array si può procedere così

```
int[] primes = new int[3];
primes[0] = 2;
primes[1] = 3;
primes[2] = 5;
```

ma se si conoscono tutti gli elementi da inserire si può usare questa sintassi (***migliore***)

```
int[] primes = {2, 3, 5};
```

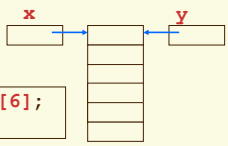
oppure (***accettabile, ma meno chiara***)

```
int[] primes = new int[] { 2, 3, 5};
```

70

Copiare un array

- Ricordando che una variabile che si riferisce a un array è una variabile oggetto che contiene un riferimento all'oggetto array, copiando il contenuto della variabile in un'altra ***non si copia l'array***, ma si ottiene un altro riferimento allo ***stesso oggetto array***




```
double[] x = new double[6];
double[] y = x;
```

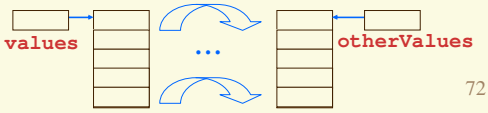
71

Copiare un array

- Se si vuole ottenere ***una copia dell'array***, bisogna
  - ***creare un nuovo array dello stesso tipo e con la stessa dimensione***
  - ***copiare ogni elemento del primo array nel corrispondente elemento del secondo array***

```
double[] values = new double[5];
// inseriamo i dati nell'array
...

double[] otherValues = new double[values.length];
for (int i = 0; i < values.length; i++)
   otherValues[i] = values[i];
```



72

Copiare un array

Attenzione alla minuscola!

- Invece di usare un ciclo, è possibile (e ***più efficiente***) invocare il metodo statico **arraycopy()** della classe **System** (nel pacchetto **java.lang**)

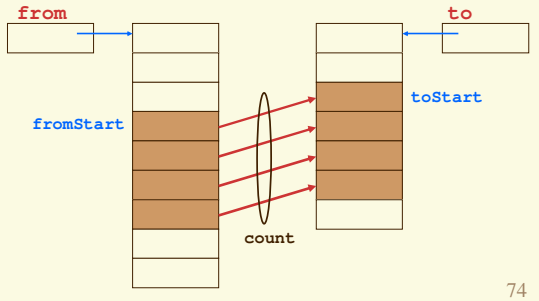
```
double[] values = new double[10];
// inseriamo i dati nell'array
...
double[] otherValues = new
   double[values.length];
System.arraycopy(values, 0, otherValues, 0,
                 values.length);
```

- Il metodo **System.arraycopy** consente di copiare un porzione di un array in un altro array (grande almeno quanto la porzione che si vuol copiare)

73

System.arraycopy

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



74

Passare un array come parametro

- Spesso si scrivono metodi che ricevono array come parametri espliciti

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

75

Array come dato di ritorno

- Un metodo può anche usare un array come valore di ritorno

```
private static double[] resize(double[] oldArray, int
   newLength)
{
   double[] newArray = new double[newLength];

   int n = oldArray.length;
   if (newLength < n)
      n = newLength;

   for (int i = 0; i < n; i++)
      newArray[i] = oldArray[i];

   return newArray;
}
```

```
int n = Math.min(
 oldArray.length,
 newLength);
```

```
double[] values = {1, 2.3, 4.5};
values = resize(values, 5);
values[3] = 5.2;
// nella stessa classe
```

1	2.3	4.5

1	2.3	4.5	5.2	0

76

Ciclo for generalizzato

- Spesso l'elaborazione richiede di scandire tutti gli elementi di un array
- Esempio: somma degli elementi di un array di numeri

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

77

Ciclo for generalizzato

- In questo caso si puo' usare il ciclo **for generalizzato**

```
private static double sum(double[] values)
{
   double sum = 0;
   for (double e: values)
      sum = sum + e;
   return sum;
}
```

```
private static double accountSum(BankAccount[] v)
{
   double sum = 0;
   for (BankAccount e: v)
      sum = sum + e.getBalance();
   return sum;
}
```

78

Ciclo for generalizzato

- Il ciclo for generalizzato va usato quando si vogliono scandire tutti gli elementi dell'array nell'ordine dal primo all'ultimo
- Se invece si vuole scandire solo un sottoinsieme
  - ad esempio non si parte dal primo elemento
- oppure si vuole scandire in ordine inverso, si deve usare un ciclo ordinario

```
int[] data = new int[10];
for (int i = 0; i < data.length; i++)
  data[i] = i;

System.out.println("***ORDINE DIRETTO ***");
for (int e : data)
  System.out.print(e + " ");

System.out.println("\n***ORDINE INVERSO ***");
for (int i = data.length - 1; i >= 0; i--)
  System.out.print(data[i] + " ");
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

$ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

$ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

79

Array riempiti solo in parte

80

Array riempiti solo in parte

- Riprendiamo un problema già visto, rendendolo un po' più complesso
- Scrivere un programma che
  - legge dallo standard input una sequenza di numeri in virgola mobile, uno per riga, ***finché i dati non sono finiti*** (ad esempio, i dati terminano inserendo una riga vuota)
  - chiede all'utente un numero intero **index** e visualizza il numero che nella sequenza occupava la posizione indicata da **index**
- La differenza rispetto al caso precedente è che ora ***non sappiamo quanti saranno i dati*** introdotti dall'utente

81

Array riempiti solo in parte

- Come risolvere il problema?
  - ***per costruire un array è necessario indicarne la dimensione***, che è una sua proprietà **final**
    - ***gli array in Java non possono crescere!***
- Una possibile soluzione consiste nel costruire un array di ***dimensioni sufficientemente grandi*** da poter accogliere una sequenza di dati di lunghezza "ragionevole", cioè tipica per il problema in esame
- Al termine dell'inserimento dei dati da parte dell'utente, in generale, non tutto l'array conterrà dati validi
  - ***è necessario tenere traccia di quale sia l'ultimo indice nell'array che contiene dati validi***

82

Array riempiti solo in parte

```
final int ARRAY_LENGTH = 1000;
final String END_OF_DATA = "";  //Sentinella

double[] values = new double[ARRAY_LENGTH];
int valuesSize = 0;

Scanner in = new Scanner(System.in);

while (in.hasNextLine())   // un numero per riga
{
   String token = in.nextLine();
   if (token.equals(END_OF_DATA))
      break;

   values[valuesSize] = Double.parseDouble(token);
   valuesSize++;
}
…  // continua
```

83

Array riempiti solo in parte

```
…
/*
   valuesSize è l'indice del primo dato
   non valido
*/
System.out.print("Inserisci un indice: ");

int index = in.nextInt();

if (index < 0 || index >= valuesSize)
   System.out.println("Valore errato");
else
   System.out.println("v = " + values[index]);
```

84

Array riempiti solo in parte

- **values.length** è il numero di valori ***memorizzabili***, **valuesSize** è il numero di valori ***memorizzati***
- La soluzione presentata ha però ancora una debolezza
  - se la ***previsione*** del programmatore sul numero massimo di dati inseriti dall'utente è sbagliata, il programma si arresta con un'eccezione di tipo **ArrayIndexOutOfBoundsException**
- Ci sono due possibili soluzioni
  - ***impedire l'inserimento di troppi dati, segnalando l'errore all'utente***
  - ***ingrandire l'array quando ce n'è bisogno***

85

Array riempiti solo in parte

```
// impedisce l'inserimento di troppi dati
…
 Scanner in = new Scanner(System.in);

 while (in.hasNextLine())   // un numero per riga
 {
    String token = in.nextLine();
    if (token.equals(END_OF_DATA))
       break;
    if (valuesSize >= values.length)
    {
       System.out.println("Troppi dati");
       break;
    }
    values[valuesSize] = Double.parseDouble(token);
    valuesSize++;
 }
 …
```

86

Cambiare dimensione a un array

- Abbiamo già visto come sia ***impossibile*** aumentare (o diminuire) la dimensione di un array
- Ciò che si può fare è creare un nuovo array più grande di quello "pieno" (ad esempio il doppio), copiarne il contenuto e abbandonarlo, usando poi quello nuovo (si parla di ***array dinamico***)

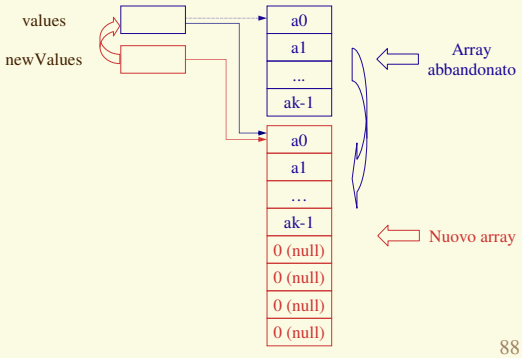
Raddoppiare la dimensione!

```
if (valuesSize >= values.length)
{
  //definiamo un nuovo array di dim. doppia
  double[] newValues = new double[2 * values.length];

  // ricopiamo gli elementi nel nuovo array
  for (int i = 0; i < values.length; i++)
     newValues[i] = values[i];

  //assegniamo a value il riferimento a newValue
  values = newValues;
  // valuesSize non cambia
}
```

Cambiare dimensione a un array



88

Garbage Collector

- ***Raccoglitore di rifiuti***
- Che cosa succede all'array '*abbandonato*'?
- Se un programma abbandona molti dati (ad esempio cambiando spesso le dimensioni di grandi array puo' esaurire la memoria a disposizione?
- JVM (Java Virtual Machine) provvede a effettuare ***automaticamente*** la ***gestione della memoria*** (**garbage collection**) durante l'esecuzione di un programma
- Viene considerata memoria libera (quindi riutilizzabile) la memoria eventualmente occupata da oggetti che non abbiano piu' un riferimento nel programma

89

Allocazione della memoria in Java

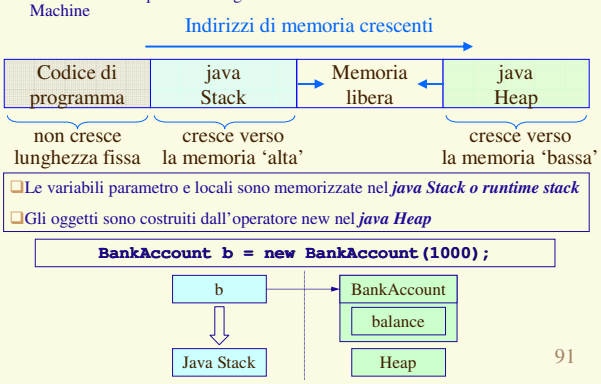
- A ciascun programma java al momento dell'esecuzione viene assegnata un'area di memoria
- Una parte della memoria serve per memorizzare il codice; quest'area e' statica, ovvero non modifica le sue dimensioni durante l'esecuzione del programma
- In un'area dinamica (ovvero che modifica la sua dimensione durante l'esecuzione) detta **Java Stack** vengono memorizzati i ***parametri e le variabili locali dei metodi***
- Durante l'esecuzione dei metodi di un programma vengono creati dinamicamente oggetti (allocazione dinamica) usando lo speciale operatore **new:**
  - `BankAccount acct = new BankAccount();`

  crea dinamicamente un oggetto di classe BankAccount
- Per l'allocazione dinamica di oggetti Java usa un'area di memoria denominata **Java Heap**

90

Allocazione della memoria in Java

- Schema della disposizione degli indirizzi di memoria nella Java Virtual Machine



- Le variabili parametro e locali sono memorizzate nel *java Stack o runtime stack*
- Gli oggetti sono costruiti dall'operatore new nel *java Heap*

```
BankAccount b = new BankAccount(1000);
```


91

Semplici algoritmi degli array

92

Trovare un valore particolare

- Un tipico algoritmo consiste nella *ricerca all'interno dell'array di (almeno) un elemento avente determinate caratteristiche*

```
double[] values = {1, 2.3, 4.5, 5.6};
double target = 3; // valore da cercare

int index = 0;
boolean found = false;
while (index < values.length && !found)
{
   if (values[index] == target)
      found = true;
   else
      index++;
}
if (found)
   System.out.println(index);
```

```
valuesSize;/*se riempito
           solo in parte */
```

- Trova soltanto il primo valore che soddisfa la richiesta
- La variabile **found** è necessaria perché la ricerca potrebbe avere esito negativo

93

Trovare il valore minimo

- Un altro algoritmo tipico consiste nel *trovare l'elemento con il valore minore (o maggiore) tra quelli presenti nell'array*

```
double[] values = {1, 2.3, 4.5, 5.6};

double min = values[0];
for (int i = 1; i < values.length; i++)
   if (values[i] < min)
      min = values[i];
System.out.println(min);
```

```
valuesSize;//se riempito
           //solo in parte
```

- In questo caso bisogna *esaminare sempre l'intero array*

94

Eliminare un elemento

- L'eliminazione di un elemento da un array richiede due algoritmi diversi
  - *se l'ordine tra gli elementi dell'array non è importante* (cioè se l'array realizza il concetto astratto di *insieme*), allora *è sufficiente copiare l'ultimo elemento dell'array nella posizione dell'elemento da eliminare* e ridimensionare l'array (oppure usare la tecnica degli array riempiti soltanto in parte)

```
double[] values = {1, 2.3, 4.5, 5.6};
int indexToRemove = 0;
values[indexToRemove] =
   values[values.length - 1];
values = resize(values, values.length - 1);
```

95

Eliminare un elemento

- *Se l'ordine tra gli elementi deve*, invece, *essere mantenuto*, l'algoritmo è più complesso
  - *tutti gli elementi il cui indice è maggiore dell'indice dell'elemento da rimuovere devono essere spostati nella posizione con indice immediatamente inferiore*, per poi ridimensionare l'array (oppure usare la tecnica degli array riempiti soltanto in parte)

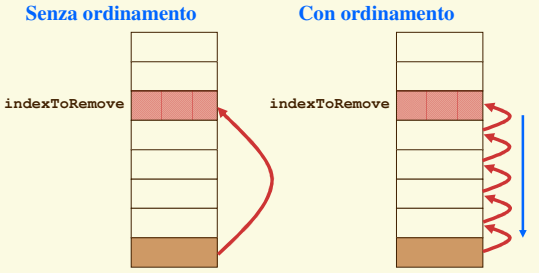
```
double[] val = {1, 2.3, 4.5, 5.6};

int indexToRemove = 0;
for (int i = indexToRemove; i < val.length - 1; i++)
   val[i] = val[i + 1];

val = resize(val, val.length - 1);
```

96

Eliminare un elemento



i trasferimenti vanno eseguiti dall'alto in basso!

97

Inserire un elemento

- Per inserire un elemento in un array nella posizione voluta, se questa non è la prima posizione libera, bisogna "fargli spazio"
  - *tutti gli elementi il cui indice è maggiore dell'indice della posizione voluta devono essere spostati nella posizione con indice immediatamente superiore, a partire dall'ultimo elemento dell'array*

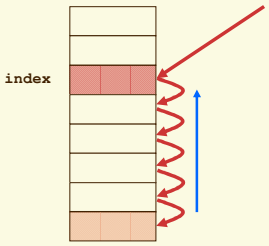
```
double[] val = {1, 2.3, 4.5, 5.6};

val = resize(val, val.length + 1);

int index = 2;
for (int i = val.length - 1; i > index; i--)
   val[i] = val[i-1];
val[index] = 5.4;
```

98

Inserire un elemento



i trasferimenti vanno eseguiti dal basso in alto!

99