Lezione X
Lu 22-Ott-2007

Introduzione a classi e oggetti (continua)

1

Esempio: Usare la classe BankAccount

- Abbiamo a disposizione una classe che descrive il ***comportamento*** di un ***conto bancario***
- Tale comportamento consente di
  - ***depositare*** **denaro nel conto** `account.deposit(1000);`
  - ***prelevare*** **denaro dal conto** `account.withdraw(500);`
  - ***conoscere*** **il valore del saldo del conto**

```
double balance = account.getBalance();
```

- Le operazioni consentite dal comportamento di un oggetto si effettuano mediante l'***invocazione di metodi***

Variabile riferimento **metodo**

2

Esempio di metodi d'accesso e modificatori

- ***getBalance( )*** è un ***metodo di accesso***: restituisce informazioni su uno specifico oggetto, in questo caso il saldo, senza modificarlo

```
double balance = account.getBalance();
```

- ***deposit( )*** e ***withdraw( )*** sono ***metodi modificatori***, perché cambiano lo stato dell'oggetto, in questo caso il saldo

```
account.deposit(1000);
account.withdraw(500);
```

3

Usare la classe BankAccount

- Trasferiamo denaro da un conto ad un altro

```
double amount = 500;
account1.withdraw(amount);
account2.deposit(amount);
```

- Calcoliamo e accreditiamo gli interessi di un conto

```
double rate = 0.05; // interessi del 5%
double amount = account.getBalance() * rate;
account.deposit(amount);
```

4

Costruire oggetti

- Sappiamo quindi come ***operare*** su un conto bancario ma non sappiamo come "**aprire un nuovo conto bancario**" cioè ***creare un nuovo oggetto*** di tipo **BankAccount**
- Se vogliamo creare un oggetto e usarlo più volte abbiamo bisogno di ***memorizzarlo*** da qualche parte nel programma
- Per conservare un oggetto si usa una ***variabile oggetto*** che conserva non l'oggetto stesso ma informazioni sulla sua posizione nella memoria del computer

  si dice che è un ***riferimento*** o ***puntatore***

5

Le variabili oggetto

- Per definire una variabile oggetto si indica il nome della classe ai cui oggetti farà riferimento la variabile seguito dal nome della variabile stessa

```
BankAccount account;
```

```
String s;
```

classe **Variabile riferimento**

- In Java ***ciascuna variabile oggetto è di un tipo specifico*** e potrà fare riferimento ***soltanto*** a oggetti di quel tipo
- La definizione di una variabile oggetto crea un riferimento ***non inizializzato*** cioè la variabile non fa riferimento ad alcun oggetto

```
BankAccount account;
```

account → **?**

6

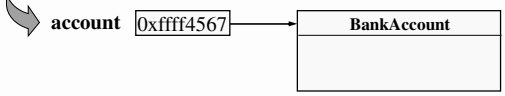
Costruire oggetti BankAccount

- Come già sappiamo, per ***creare un nuovo oggetto*** di una classe si usa l'***operatore*** **new** seguito dal ***nome della classe*** e da una coppia di parentesi tonde

```
new BankAccount();
```

- L'operatore **new** ***crea un nuovo oggetto e ne restituisce un riferimento*** che può essere assegnato ad

```
BankAccount account = new BankAccount();
```



7

Costruire oggetti BankAccount

- Che caratteristiche ha l'oggetto appena creato?
  - ***qual è il saldo del nuovo conto bancario?***
- Le proprietà di un oggetto appena creato dipendono da come è realizzata la classe. Quindi la descrizione di tali proprietà deve far parte delle informazioni fornite all'utilizzatore della classe: la ***documentazione*** della classe
- Nel caso della classe **BankAccount** un oggetto appena creato dovra' avere un ***saldo di valore zero*** senza dubbio una scelta di progetto molto ragionevole

8

La classe BankAccount

- ***Senza sapere come sia stata realizzata la classe*** **BankAccount** siamo in grado di aprire un nuovo conto bancario e di depositarvi un po' di denaro

```
double initialDeposit = 1000;
BankAccount account = new BankAccount();
System.out.println("Saldo: "
   + account.getBalance());
account.deposit(initialDeposit);
System.out.println("Saldo: "
   + account.getBalance());
```

```
Saldo: 0
Saldo: 1000
```

9

Definire i metodi

10

Il progetto di BankAccount

- Sapendo già il ***comportamento*** della classe **BankAccount** il suo progetto consiste nella ***definizione della classe***
- Per definire una classe occorre ***realizzarne i metodi***
  - **deposit()**
  - **withdraw()**
  - **getBalance()**

```
public class BankAccount
{  public void deposit(double amount)
   {  realizzazione del metodo
   }
   public void withdraw(double amount)
   {  realizzazione del metodo
   }
   public double getBalance()
   {  realizzazione del metodo
   }

   dati della classe
}
```

11

Le intestazioni dei metodi

```
public void deposit(double amount)
public double getBalance()
```

- La ***definizione di un metodo*** inizia sempre con la sua ***intestazione*** (***firma, signature***) composta da
  - uno specificatore di accesso
    - in questo caso **public** altre volte vedremo **private**
  - il tipo di dati restituito dal metodo (**double**,**void...**)
  - il nome del metodo (**deposit, withdraw, getBalance**)
  - un **elenco di parametri** eventualmente vuoto racchiuso tra **parentesi tonde**
    - di ogni parametro si indica il tipo e il nome
    - più parametri sono separati da una virgola

12

Lo specificatore di accesso

- Lo ***specificatore di accesso*** di un metodo indica ***quali altri metodi possono invocare il metodo***
- Dichiarando un metodo **public** si consente l'accesso a ***qualsiasi altro metodo di qualsiasi altra classe***
  - è comodo per programmi semplici e ***faremo sempre così*** salvo casi eccezionali

13

Il tipo di dati restituito

- La dichiarazione di un metodo specifica quale sia il tipo di dati restituito dal metodo al termine della sua invocazione
  - ad esempio **getBalance()** restituisce un valore di tipo **double**

```
double b = account.getBalance();
```

- Se un metodo ***non restituisce alcun valore*** si dichiara che restituisce il tipo speciale **void** (assente, non valido…)

```
double b = account.deposit(500); // ERRORE
account.deposit(500);            // OK
```

14

Lo stato di un oggetto

- Gli oggetti (quasi tutti…) hanno bisogno di ***memorizzare il proprio stato attuale*** cioè l'insieme dei valori che descrivono l'oggetto e che influenzano (anche se non necessariamente) il risultato dell'invocazione dei metodi dell'oggetto
- Gli oggetti della classe **BankAccount** hanno bisogno di memorizzare ***il valore del saldo*** del conto bancario che rappresentano
- Lo stato di un oggetto viene memorizzato mediante ***variabili di esemplare*** (o "variabili di istanza" ***instance variables***)

15

Variabili di esemplare

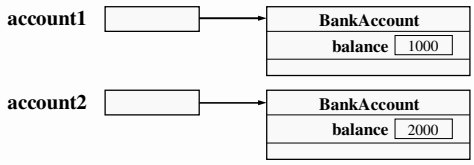
```
public class BankAccount
{  ...
   private double balance;
   ...
}
```

- La ***dichiarazione*** di una ***variabile di esemplare*** è costituita da
  - uno specificatore di accesso
    - in questo caso **private** altre volte vedremo **public**
  - il tipo di dati della variabile (**double**)
  - il nome della variabile (**balance**)

16

Variabili di esemplare

- ***Ciascun oggetto*** ("esemplare") della classe ha una ***propria copia*** delle variabili di esemplare



tra le quali non esiste nessuna relazione: possono essere modificate indipendentemente l'una dall'altra

17

Dichiarazione di variabili di esemplare

- Sintassi:

```
public class NomeClasse
{  ...
   tipoDiAccesso TipoVariabile nomeVariabile;
   ...
}
```

- Scopo: definire una variabile ***nomeVariabile*** di tipo ***TipoVariabile*** una cui copia sia presente in ogni oggetto della classe ***NomeClasse***

18

Variabili di esemplare

- Così come **i metodi** sono di solito "pubblici" (**public**) **le variabili di esemplare** sono di solito "private" (**private**)
- Le ***variabili di esemplare private*** possono essere ***lette o modificate soltanto da metodi della classe a cui appartengono***

  - le variabili di esemplare private sono ***nascoste*** (***hidden***) al programmatore che ***utilizza la classe*** e possono essere lette o modificate soltanto mediante l'invocazione di metodi pubblici della classe
  - questa caratteristica dei linguaggi di programmazione orientati agli oggetti si chiama ***incapsulamento*** o ***information hiding***

19

Incapsulamento

- Poiché la variabile **balance** di **BankAccount** è **private** non vi si può accedere da metodi che non siano della classe (errore semantico segnalato dal ***compilatore***)

```
/* codice interno a un metodo che
   non appartiene a BankAccount */
double b = account.balance; // ERRORE
```

balance has private access in BankAccount

- Si possono usare solo i ***metodi pubblici***!

```
double b = account.getBalance(); // OK
```

20

Incapsulamento

- L'incapsulamento ha molti vantaggi soltanto pochi dei quali potranno essere evidenziati in questo corso di base
- Il vantaggio fondamentale è quello di ***impedire l'accesso incontrollato allo stato*** di un oggetto impedendo così anche che l'oggetto venga (accidentalmente o deliberatamente) posto in uno stato ***inconsistente***
- Il progettista della classe **BankAccount** potrebbe definire (ragionevolmente) che soltanto un ***saldo non negativo*** rappresenti uno stato consistente per un conto bancario

21

Incapsulamento

- Dato che il valore di **balance** può essere modificato ***soltanto*** invocando i metodi **deposit()** o **withdraw()** il progettista può ***impedire che diventi negativo*** magari segnalando una condizione d'errore
- Se invece fosse possibile assegnare direttamente un valore a **balance** dall'esterno ogni sforzo del progettista di **BankAccount** sarebbe vano
- Si noti che per lo stesso motivo e anche per realismo non esiste un metodo **setBalance()** dato che il saldo di un conto bancario non può essere impostato a un valore qualsiasi!

22

Il progetto di `BankAccount`

23

Il progetto di BankAccount

- Sapendo già il ***comportamento*** della classe **BankAccount**, il suo progetto consiste nella ***definizione della classe***
- Per definire una classe occorre ***realizzarne i metodi***
  - **deposit()**
  - **withdraw()**
  - **getBalance()**

```
public class BankAccount
{
  private double balance;

  public void deposit(double amount)
   {  realizzazione del metodo
   }
  public void withdraw(double amount)
   {  realizzazione del metodo
   }
  public double getBalance()
   {  realizzazione del metodo
   }
}
```

I metodi di BankAccount

- La realizzazione dei metodi di **BankAccount** è molto semplice
  - lo stato dell'oggetto (il saldo del conto) è memorizzato nella variabile di esemplare **balance**
  - quando si deposita o si preleva una somma di denaro, il saldo del conto si incrementa o si decrementa della stessa somma
  - il metodo **getBalance()** restituisce il valore del saldo corrente memorizzato nella variabile **balance**
- Per semplicità, questa realizzazione non impedisce che un conto assuma saldo negativo

25

I metodi di BankAccount

```
public class BankAccount
{  private double balance;

   public void deposit(double amount)
   {
      balance = balance + amount;
   }
   public void withdraw(double amount)
   {
      balance = balance – amount;
   }
   public double getBalance()
   {
      return balance;
   }
}
```

26

L'enunciato return

- Sintassi:

```
return espressione;
```

```
return;
```

- Scopo: ***terminare l'esecuzione*** di un metodo, ritornando all'esecuzione sospesa del metodo invocante
  - se è presente una ***espressione***, questa definisce ***il valore restituito*** dal metodo e deve essere ***del tipo dichiarato nella firma*** del metodo
- Al termine di un metodo con valore restituito di tipo **void**, viene eseguito un **return** implicito
  - il compilatore segnala un errore se si termina senza un enunciato **return** un metodo con un tipo di valore restituito diverso da void

27

I parametri dei metodi

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

- Cosa succede quando invochiamo il metodo?

```
account.deposit(500);
```

- L'esecuzione del metodo dipende da ***due valori***
  - il riferimento all'oggetto **account**
  - il valore **500**
- Quando viene eseguito il metodo, il suo ***parametro esplicito*** **amount** assume il valore **500**
  - ***esplicito perché compare nella firma del metodo***

28

I parametri dei metodi

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

- Nel metodo vengono utilizzate due variabili
  - **amount** è il ***parametro esplicito*** del metodo
  - **balance** si riferisce alla ***variabile di esemplare*** **balance** della classe **BankAccount**, ma sappiamo che di tale variabile esiste ***una copia per ogni oggetto***
- Alla variabile **balance** ***di quale oggetto*** si riferisce il metodo?
  - si riferisce alla variabile che appartiene all'***oggetto con cui viene invocato il metodo***, ma come fa?

29

Invocazione di metodi

- Se il metodo restituisce un dato, questo è generalmente memorizzato in una variabile dello stesso tipo del dato restituito
- L'invocazione del metodo è quindi usata, tipicamente, in un enunciato di definizione e inizializzazione

```
double myBalance = myAccount.getBalance();
```

- o di assegnazione

```
double myBalance;
...
myBalance = myAccount.getBalance();
```

- Se il metodo non ritorna dati, l'invocazione è come segue.:

```
myAccount.deposit(1000);
```

30

Il parametro implicito dei metodi

- All'interno di ciascun metodo, il riferimento all'oggetto con il quale è eseguito il metodo si chiama ***parametro implicito*** e si indica con la parola chiave **this**
  - in questo caso, **this** assume il valore di **account** all'interno del metodo **deposit**

```
account.deposit(500);
```

- Ogni metodo ha sempre uno e un solo parametro implicito, dello stesso tipo della classe a cui appartiene il metodo
  - **eccezione**: ***i metodi statici non hanno parametro implicito***
- Il parametro implicito ***non deve essere dichiarato*** e si chiama sempre **this**

31

Uso del parametro implicito

- La ***vera sintassi*** del metodo dovrebbe essere

```
public void deposit(double amount)
{  this.balance = this.balance + amount;
}
// this è di tipo BankAccount
```

ma ***nessun programmatore Java scriverebbe così***, perché Java consente una ***comoda scorciatoia***

- quando in un metodo ci si riferisce ad una variabile di esemplare, il compilatore costruisce ***automaticamente*** un riferimento alla variabile di esemplare dell'oggetto rappresentato dal parametro implicito **this**

32

Costruttori

33

I costruttori

- La classe **BankAccount** è stata realizzata quasi completamente, manca il codice per ***creare un nuovo conto bancario***, con saldo a zero
- Per consentire la creazione di un nuovo oggetto di una classe, ***inizializzandone lo stato***, dobbiamo scrivere un ***costruttore*** per la classe

```
public class BankAccount
{  public BankAccount()
   {  balance = 0;
   }
   ...
}
```

- ***I costruttori hanno sempre lo stesso nome della classe***

34

I costruttori

```
public BankAccount()
{  balance = 0;
}
```

- Lo ***scopo principale*** di un costruttore è quello di ***inizializzare le variabili di esemplare***
- I ***costruttori***, come i metodi, sono ***solitamente pubblici***, per consentire a chiunque di creare oggetti della classe
- La sintassi utilizzata per definire i costruttori è molto simile a quella dei metodi, ma
  - il ***nome*** dei costruttori è sempre uguale a quello della classe
  - ***i costruttori non restituiscono alcun valore*** e non bisogna neppure dichiarare che restituiscono **void**

35

Invocazione di costruttori

- I costruttori si invocano ***soltanto*** con l'operatore **new**

```
new BankAccount();
```

- L'operatore **new** ***riserva la memoria*** per l'oggetto, mentre il costruttore definisce il suo stato iniziale
- Il ***valore*** restituito dall'operatore **new** è il ***riferimento*** all'oggetto appena creato e inizializzato
  - quasi sempre il valore dell'operatore **new** viene memorizzato in una ***variabile oggetto***

```
BankAccount account = new BankAccount();
// ora account ha saldo zero
```

36

Definizione di costruttori

- Sintassi:

```
public class NomeClasse
{  ...
   tipoDiAccesso NomeClasse
      (TipoParametro1 nomeParametro1,...)
   {  realizzazione del costruttore
   }
   ...
}
```

- Scopo: definire il comportamento di un costruttore della classe ***NomeClasse***
- Nota: i costruttori servono a inizializzare le variabili di esemplare di oggetti appena creati

37

Il riferimento null

38

Il riferimento null

- Una ***variabile di un tipo numerico*** fondamentale ***contiene sempre un valore valido*** (eventualmente casuale, se non è stata inizializzata in alcun modo)
- Una ***variabile oggetto*** può invece contenere esplicitamente ***un riferimento a nessun oggetto valido*** assegnando alla variabile il valore **null**, che è una costante del linguaggio

```
BankAccount account = null;
```

  - vedremo in seguito applicazioni utili di questa proprietà
  - in questo caso la variabile è comunque inizializzata

39

Il riferimento null

- Diversamente dai valori numerici, che in Java non sono oggetti, ***le stringhe sono oggetti***
  - una variabile oggetto di tipo **String** può, quindi, contenere un riferimento **null**

```
String greeting = "Hello";
String emptyString = ""; // stringa vuota
String nullString = null; // riferimento null
int x1 = greeting.length(); // vale 5
int x2 = emptyString.length(); // vale 0
// nel caso seguente l'esecuzione del
// programma termina con un errore
int x3 = nullString.length(); // errore
```

40

Usare un riferimento null

- Una variabile oggetto che contiene un riferimento **null** non si riferisce ad alcun oggetto
  - ***non può essere usata per invocare metodi***
- Se viene usata per invocare metodi, l'interprete termina l'esecuzione del programma, segnalando un errore di tipo **NullPointerException** (***pointer*** è un sinonimo di ***reference***, "riferimento")

41

Una classe con più costruttori

- ***Una classe può avere più di un costruttore***
- Ad esempio, definiamo un costruttore per creare un nuovo conto bancario con un ***saldo iniziale diverso da zero***

```
public class BankAccount
{  public BankAccount(double initialBalance)
   {  balance = initialBalance;
   }
   public BankAccount()
   {  balance = 0;
   }
   ...
}
```

42

Una classe con più costruttori

- Per usare il nuovo costruttore di **BankAccount**, bisogna fornire il parametro **initialBalance**

```
BankAccount account = new BankAccount(500);
```

- Notiamo che, se esistono più costruttori in una classe, ***hanno tutti lo stesso nome***, perché devono comunque avere lo stesso nome della classe
  - questo fenomeno (***più metodi o costruttori con lo stesso nome***) è detto ***sovraccarico*** del nome (***overloading***)
  - ***il compilatore*** decide quale costruttore invocare basandosi ***sul numero e sul tipo dei parametri forniti*** nell'invocazione

43

Una classe con più costruttori

- Il compilatore effettua la ***risoluzione dell'ambiguità*** nell'invocazione di costruttori o metodi sovraccarichi
- Se non trova un costruttore che corrisponda ai parametri forniti nell'invocazione, segnala un errore semantico

```
// NON FUNZIONA!
BankAccount a = new
   BankAccount("tanti soldi");
```

cannot resolve symbol
symbol : constructor BankAccount (java.lang.String)
location : class BankAccount

44

Il costruttore predefinito

- Cosa succede se ***non definiamo un costruttore*** per una classe?
  - ***il compilatore genera un costruttore predefinito*** (senza alcuna segnalazione d'errore)
- Il costruttore predefinito di una classe
  - è ***pubblico*** e ***non richiede parametri***
  - ***inizializza tutte le variabili di esemplare***
    - a ***zero*** le variabili di tipo ***numerico***
    - al ***valore speciale*** **null** le variabili oggetto, in modo che tali variabili non si riferiscano ad alcun oggetto

45

La classe BankAccount

```
public class BankAccount
{  public BankAccount()
   {  balance = 0;
   }
   public BankAccount(double initialBalance)
   {  balance = initialBalance;
   }
   public void deposit(double amount)
   {  balance = balance + amount;
   }
   public void withdraw(double amount)
   {  balance = balance - amount;
   }
   public double getBalance()
   {  return balance;
   }
   private double balance;
}
```

Esempio: utilizzo di BankAccount

- Scriviamo un programma che ***usi*** la classe **BankAccount** per risolvere un problema specifico
  - viene aperto un conto bancario, con un saldo iniziale di 10000 euro
  - ogni anno viene automaticamente accreditato nel conto un importo (interesse annuo) pari al 5 per cento del valore del saldo, senza fare prelievi né depositi
  - qual è il saldo del conto dopo due anni?

47

Esempio: utilizzo di BankAccount

```
public class BankAccountTest
{
  public static void main(String[] args)
  {
    final double RATE = 0.05;
    final double INITIAL_BALANCE = 10000.;

    BankAccount acct = new BankAccount
                        (INITIAL_BALANCE);

     // calcola gli interessi dopo il primo anno
    double interest = acct.getBalance() * RATE;

    // somma gli interessi dopo il primo anno
     acct.deposit(interest);

     System.out.println("Saldo dopo un anno: "
         + acct.getBalance() + " euro");
      …
```

48

Esempio: utilizzo di BankAccount

```
public class BankAccountTest
{
  public static void main(String[] args)
  {
      …
      // calcola gli interessi dopo il secondo anno
     interest = acct.getBalance() * RATE;

      // somma gli interessi dopo il secondo anno
     acct.deposit(interest);

      System.out.println("Saldo dopo due anni: "
         + acct.getBalance() + " euro");
  }
}
```

49

Commentare l'interfaccia pubblica

50

Commentare l'interfaccia pubblica

- In java esiste un formato standard per i commenti di documentazione
- Se si usa il formato standard si può poi utilizzare il programma ***javadoc*** che genera automaticamente documentazione in formato HTML
- Formato standard:
  - Inizio commento: /** delimitatore speciale
  - Fine commento: */
- Per ciascun metodo si scrive un commento per descrivere lo scopo del metodo

51

Commentare l'interfaccia pubblica

- Ecco il commento di documentazione del costruttore della classe BankAccount

```
/**
   versa una cifra di danaro nel conto bancario

   @param amount la cifra da depositare
*/
public void deposit(double amount)

/**
   preleva una cifra di danaro dal conto
   bancario

   @param amount la cifra da prelevare

*/
public void withdraw(double amount)
```

52

Commentare l'interfaccia pubblica

- @param seguito dal nome del parametro e da una breve descrizione del parametro
- @return seguito da una breve descrizione del valore restituito
- In genere oltre a commentare ciascun metodo, si scrive anche un breve commento per la classe
- @author seguito dal nome dell'autore
- @version seguita dal numero di versione della classe o da una data

53

Commentare l'interfaccia pubblica

- Se si sono usate le convenzioni per la documentazione standard, si può generare la documentazione della classe in modo automatico, lanciando da riga di comando il programma di utilita' ***javadoc*** seguito dal nome del file ***NomeClasse.java***

  $javadoc NomeClasse.java

- Questo produce un insieme di file in formato HTML

```
>javadoc BankAccount.java
>Loading source file BankAccount.java...
>Constructing Javadoc information...
>Building tree for all the packages and classes...
>Building index for all the packages and classes...
>Generating overview-tree.html...
>Generating index-all.html...
>…
```

BankAccount.html

54

Lezione XI
Ma 23-Ott-2007

Iterazioni e decisioni

55

Problema

- Riprendiamo un problema visto in precedenza per il quale ***abbiamo individuato un algoritmo*** senza averlo ancora realizzato

  Problema: Avendo depositato ventimila euro in un conto bancario che produce il 5% di interessi all'anno capitalizzati annualmente, quanti anni occorrono affinché il saldo del conto arrivi al doppio della cifra iniziale?

56

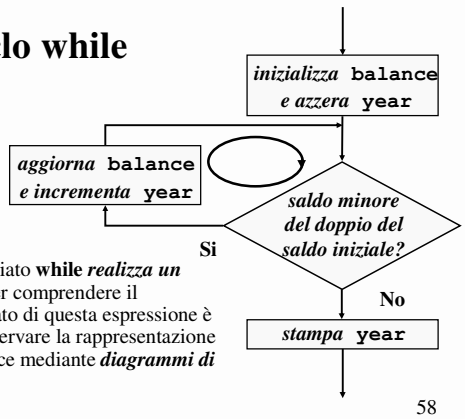
Algoritmo che risolve il problema

1 All'anno 0 il saldo è 20000
2 **Ripetere** i passi **3** e **4 finché** il saldo è minore del doppio di 20000 poi passare al punto **5**
3 Aggiungere 1 al valore dell'anno corrente
4 Il nuovo saldo è il valore del saldo precedente moltiplicato per 1.05 (cioè aggiungiamo il 5%)
5 Il risultato è il valore dell'anno corrente

- L'enunciato **while** consente la realizzazione di programmi che devono ***eseguire ripetutamente una serie di azioni finché è verificata una condizione***

57

Il ciclo while



L'enunciato **while** ***realizza un ciclo***: per comprendere il significato di questa espressione è utile osservare la rappresentazione del codice mediante ***diagrammi di flusso***

58

Codice Java

```
public class DoubleInvestment
{  public static void main(String[] args)
   {  final double INITIAL_BALANCE = 20000;
      final double RATE = 0.05;
      double balance = INITIAL_BALANCE;
      int year = 0;
      while (balance < 2 * INITIAL_BALANCE)
      {
         year++;

         double interest = balance * RATE;
         balance = balance + interest;
      }
      System.out.println("L'investimento "
          + "raddoppia in " + year
          + " anni");
   }
}
```

Tipi di enunciati in Java

- Enunciato semplice

```
balance = balance - amount;
```

- Enunciato composto

```
while (x >= 0) x--;
```

- Blocco di enunciati

```
{
   zero o più enunciati di qualsiasi tipo
}
```

60

L'enunciato while

- Sintassi:

```
while (condizione)
   enunciato
```

- Scopo:
  eseguire un ***enunciato*** finché la ***condizione*** è **vera**
- Nota: il ***corpo*** del ciclo **while** può essere un enunciato qualsiasi quindi anche un ***blocco di enunciati***

61

Cicli infiniti

- Esistono errori logici che ***impediscono la terminazione di un ciclo*** generando un ***ciclo infinito***
  - **l'esecuzione del programma continua ininterrottamente**
- Bisogna arrestare il programma con un comando del sistema operativo oppure addirittura riavviare il computer

```
int year = 0;
while (year < 20)
{  double interest = balance * rate;
   balance = balance + interest;
   // qui manca year++;
}
```

62

Confrontare valori numerici

63

Confrontare valori numerici

- Le ***condizioni*** dell'enunciato **while** sono molto spesso dei ***confronti tra due valori***

```
while (x >= 0)
```

- Gli ***operatori di confronto*** si chiamano ***operatori relazionali***
- **Attenzione**: negli operatori costituiti da due caratteri ***non*** vanno inseriti spazi intermedi

>	Maggiore
>=	Maggiore o uguale
<	Minore
<=	Minore o uguale
==	Uguale
!=	Diverso

64

Operatori relazionali

- Fare molta attenzione alla differenza tra l'operatore relazionale **==** e l'operatore di assegnazione **=**

```
a = 5;          // assegna 5 ad a

while (a == 5) // esegue enunciato
   enunciato   // finché a è uguale a 5
```

65

Espressioni booleane

66

Il tipo di dati *booleano*

- Ogni ***espressione*** ha un ***valore***
  - **x + 10** espressione aritmetica valore numerico
  - **x < 10** espressione relazionale valore ***booleano***
- Un'espressione relazionale ha un valore ***vero*** o ***falso*** : in Java **true** o **false (in algebra 1 o 0)**
- I valori **true** e **false** non sono numeri né oggetti né classi: appartengono a un tipo di dati diverso detto ***booleano*** dal nome del matematico George Boole (1815-1864) pioniere della logica
  - è un ***tipo fondamentale*** in Java come quelli numerici

67

Le variabili booleane

- Il tipo di dati **boolean** come tutti gli altri tipi di dati consente la definizione di ***variabili***
- A volte è comodo utilizzare variabili booleane per memorizzare valori di passaggi intermedi in cui è opportuno scomporre verifiche troppo complesse
- Altre volte l'uso di una variabile booleana rende più leggibile il codice
- Spesso le variabili booleane vengono chiamate ***flags*** (bandiere) perché possono assumere soltanto due valori cioè trovarsi in due soli stati possibili: su e giù come una bandiera

68

Definizione e assegnazione

- Definizione e inizializzazione

```
boolean a = true;
```

```
int x;
…
boolean a = (x > 0) && (x < 20);
```

- Assegnazione

```
boolean a = true;
…
a = (x > 0) && (x < 20);
```

69

Operatori booleani

70

Gli operatori booleani o logici

- Gli ***operatori*** **booleani** o **logici** servono a svolgere ***operazioni*** su valori booleani

```
while (x > 10 && x < 20)
// esegue finché x è maggiore di 10
// e minore di 20
```

- L'operatore **&&** (***and***) combina due o più condizioni in una sola che risulta ***vera se e solo se sono tutte vere***
- L'operatore **||** (***or*** oppure) combina due o più condizioni in una sola che risulta ***vera se e solo se almeno una è vera***
- L'operatore **!** (***not***) ***inverte*** il valore di un'espressione booleana

71

Gli operatori booleani o logici

- Più operatori booleani possono essere usati in un'unica espressione

```
while ((x > 10 && x < 20) || x > 30)
```

- La valutazione di un'espressione con operatori booleani viene effettuata con una strategia detta "cortocircuito"

  la valutazione dell'espressione termina appena è possibile decidere il risultato

  nel caso precedente se **x** vale **15** l'ultima condizione non viene valutata perché sicuramente l'intera espressione è **vera**

72

Gli operatori booleani o logici

Tabelle di verita'

a	*b*	*a && b*
true	true	true
true	false	false
false	*qualsiasi*	false

a	*b*	*a || b*
true	*qualsiasi*	true
false	true	true
false	false	false

a	*!a*
true	false
false	true

cortocircuito

73

Leggi di De Morgan

In linguaggio Java

`!(a && b)` equivale a `!a || !b`

- Dimostrazione: tabelle di verita'

a	*b*	*a && b*	*!(a && b)*
false	false	false	true
false	true	false	true
true	false	false	true
true	true	true	false

a	*b*	*!a*	*!b*	*!a || !b*
false	false	true	true	true
false	true	true	false	true
true	false	false	true	true
true	true	false	false	false

74

Leggi di De Morgan

In notazione del linguaggio Java

`!(a || b)` equivale a `!a && !b`

- Dimostrazione: tabelle di verita'

a	*b*	*a || b*	*!(a || b)*
false	false	false	true
false	true	true	false
true	false	true	false
true	true	true	false

a	*b*	*!a*	*!b*	*!a && !b*
false	false	true	true	true
false	true	true	false	false
true	false	false	true	false
true	true	false	false	false

75

Gli operatori booleani o logici

- In un'espressione booleana con più operatori la valutazione viene fatta da ***sinistra a destra*** dando la precedenza all'operatore ***not*** poi all'operatore ***and*** infine all'operatore ***or***
- L'ordine di valutazione può comunque essere alterato dalle parentesi tonde

```
while (!(x < 0 || x > 10))
// esegue finché x è compreso tra 0 e 10
// estremi inclusi [0,10]
```

```
while (!x < 0 || x > 10)
// esegue finché x è maggiore o uguale a 0
```

76

Esempio

Tre modi equivalenti di scrivere un'espressione logica sfruttando la seconda legge di De Morgan

```
boolean a = !(x < 0 || x > 10);   // x ∈ [0,10]
```

```
boolean a = !(x < 0) && !(x > 10); //x ∈ [0,10]
```

```
boolean a = x >= 0 && x <= 10;    // x ∈ [0,10]
```

77

Decisioni

78

Gestione di un conto corrente

```
import java.util.Scanner;
public class UnlimitedWithdrawal
{
   public static void main(String[] args)
   {
      double init = 10000; // saldo iniziale
      BankAccount account = new BankAccount(init);

      System.out.println("Quanto vuoi prelevare?");

      Scanner in = new Scanner(System.in);
      double amount = in.nextDouble(); //<- 100000

      account.withdraw(amount);

      double balance = account.getBalance();

      System.out.println("Saldo: " + balance);
   }
}
```

```
Saldo: -90000
```

L'enunciato if

- Il programma precedente consente di prelevare tutto il denaro che si vuole
  - il saldo **balance** può diventare negativo

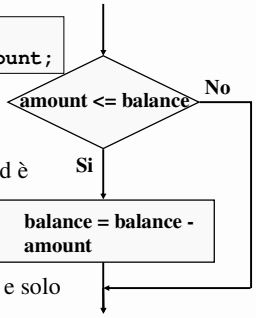
```
public void withdraw(double amount)
{
   balance = balance - amount;
}
```

- È una situazione assai poco realistica!
- Il programma ***deve controllare il saldo e agire di conseguenza*** consentendo il prelievo oppure no

80

L'enunciato if

```
if (amount <= balance)
   balance = balance - amount;
```



- L'enunciato **if** si usa per realizzare una decisione ed è diviso in due parti
  - una ***verifica***
  - un ***corpo***
- Il corpo viene eseguito se e solo se la verifica ha successo

81

Un nuovo problema

- Proviamo ora a emettere un messaggio d'errore in caso di prelievo non consentito

```
if (amount <= balance)
   balance = balance - amount;
if (amount > balance)
   System.out.println("Conto scoperto");
```

- **Problema**: se il corpo del primo **if** viene eseguito la verifica del secondo **if** usa il ***nuovo*** valore di **balance** introducendo un errore logico
  - quando si preleva più della metà del saldo disponibile
- **Problema**: se si modifica la prima verifica bisogna ricordarsi di modificare anche la seconda (es. viene concesso un fido sul conto che può "andare in rosso")

82

La clausola else

- Per realizzare un'***alternativa*** si utilizza la clausola **else** dell'enunciato **if**

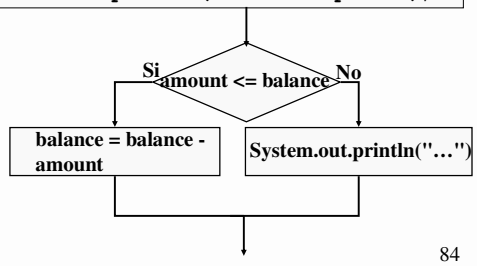
```
if (amount <= balance)
   balance = balance - amount;
else
   System.out.println("Conto scoperto");
```

- **Vantaggio**: ora c'è ***una sola verifica***
  - se la verifica ha successo viene eseguito il ***primo*** corpo dell'enunciato **if/else**
  - ***altrimenti*** viene eseguito il ***secondo*** corpo
- Non è un costrutto sintattico ***necessario*** ma è utile

83

La clausola else

```
if (amount <= balance)
   balance = balance - amount;
else
   System.out.println("Conto scoperto");
```



84

L'enunciato if

- Sintassi:

```
if (condizione)
   enunciato1
```

```
if (condizione)
   enunciato1
else
   enunciato2
```

- Scopo: eseguire ***enunciato1*** se e solo se la ***condizione*** è **vera**; se è presente la clausola **else** eseguire ***enunciato2*** se e solo se la ***condizione*** è **falsa**
- Spesso il corpo di un enunciato **if** è costituito da ***più enunciati*** da eseguire ***in sequenza***; racchiudendo tali enunciati tra una coppia di parentesi graffe **{ }** si crea un ***blocco di enunciati*** che può essere usato come corpo

```
if (amount <= balance)
{  balance = balance - amount;
   System.out.println("Prelievo accordato");
}
```

Alternative multiple

86

Sequenza di confronti

- Se si hanno più di due alternative si usa una sequenza di confronti

```
if (richter >= 8)
   System.out.println("Terremoto molto forte");
else if (richter >= 6)
   System.out.println("Terremoto forte");
else if (richter >= 4)
   System.out.println("Terremoto medio");
else if (richter >= 2)
   System.out.println("Terremoto debole");
else
   System.out.println("Terremoto molto debole");
```

87

Sequenza di confronti

- Se si hanno più di due alternative si usa una sequenza di confronti

```
if (richter >= 8)
   System.out.println("…");
else
   if (richter >= 6)
      System.out.println("…");
   else
      if (richter >= 4)
         System.out.println("…");
      else
         if (richter >= 2)
            System.out.println("…");
         else
            System.out.println("…");
```

Corretto, ma non si usa questo stile

Sequenza di confronti

- Se si fanno confronti di tipo "**maggiore di**" si devono scrivere ***prima i valori più alti*** e viceversa

```
if (richter >= 0)    // NON FUNZIONA!
   System.out.println("Terremoto molto debole");
else if (richter >= 2)
   System.out.println("Terremoto debole");
else if (richter >= 4)
   System.out.println("Terremoto medio");
else if (richter >= 6)
   System.out.println("Terremoto forte");
else
   System.out.println("Terremoto molto forte");
```

- Questo non funziona perché stampa **Terremoto molto debole** per qualsiasi valore di **richter**

89

Sequenza di confronti

```
if (richter >= 8)    // NON FUNZIONA!
   System.out.println("Terremoto molto forte");
if (richter >= 6)
   System.out.println("Terremoto forte");
if (richter >= 4)
   System.out.println("Terremoto medio");
if (richter >= 2)
   System.out.println("Terremoto debole");
if (richter >= 0)
   System.out.println("Terremoto molto debole");
```

- Se non si rendono mutuamente esclusive le alternative mediante l'uso della clausole **else,** non funziona: se **richter** vale **3** stampa sia **Terremoto debole** sia **Terremoto molto debole**

90

Lezione XII
Me 24-Ott-2007

Consigli Utili
Diramazioni annidate
Di nuovo iterazioni

91

Errori con operatori relazionali

- Alcune espressioni "***naturali***" con operatori relazionali sono **errate** ma per fortuna il compilatore **le rifiuta**

```
if (0 <= x <= 1)       // NON FUNZIONA!
```

```
if (x >= 0 && x <= 1) // OK
```

```
if (x && y > 0)        // NON FUNZIONA!
```

```
if (x > 0 && y > 0)    // OK
```

- Perché il compilatore le rifiuta?

92

Errori con operatori relazionali

- Il compilatore analizza l'espressione logica e trova due operatori di confronto quindi esegue il primo da sinistra e decide che il risultato sarà un valore booleano

```
if (0 <= x <= 1) x++; // NON FUNZIONA!
```

- Successivamente si trova a dover applicare il secondo operatore relazionale a due operandi il primo dei quali è di tipo **boolean** mentre il secondo è di tipo **int**

```
operator <= cannot be applied to boolean
int
if (0 <= x <= 1) x++;
           ^
1 error
```

93

Errori con operatori relazionali

- Il compilatore analizza l'espressione logica e trova un operatore di confronto (che ha la precedenza sull'operatore booleano **&&**) il cui risultato sarà un valore di tipo **boolean**

```
if (x && y > 0) x++; // NON FUNZIONA!
```

- Successivamente si trova ad applicare l'operatore booleano **&&** a due operandi il primo dei quali è di tipo **int** mentre il secondo è di tipo **boolean**

```
operator && cannot be applied to int boolean
if (x && y > 0) x++;
         ^
1 error
```

94

Rientri e Tabulazioni

- Decidere il numero ideale di caratteri bianchi da usare per ogni livello di rientro è molto arduo
- In questo corso consigliamo di usare **tre** caratteri

```
if (amount <= balance)
{  balance = balance - amount;
   if (amount > 20000000)
   {       System.out.println("Esagerato!");
   }
}
```

- Consigliamo anche di ***non usare*** i "caratteri di tabulazione" che di solito generano un rientro di otto caratteri eccessivo

95

Disposizione delle graffe

- Incolonnare le parentesi graffe

```
if (...)
{   ...;
    ...;
}
```

- Eventualmente lasciare su una riga da sola anche la graffa aperta

```
if (...)
{
    ...;
    ...;
}
```

- Così invece è più difficile trovare la coppia!

```
if (...) {
    ...;
    ...;
}
```

96

Diramazioni annidate

97

Diramazioni annidate

- Soluzione dell'equazione di secondo grado

$$ax^2+bx+c=0 \Rightarrow \begin{cases} x_{1,2}=\dfrac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a} & \text{se } b^2-4ac\geq 0 \\ x_{1,2}=\dfrac{-b\pm i\sqrt{b^2-4ac}}{2a} & \text{se } b^2-4ac<0 \end{cases}$$

- Per calcolare le due soluzioni bisogna prima calcolare il valore del discriminante b^2-4ac
- Se il discriminante è nullo vogliamo anche segnalare che le due soluzioni sono coincidenti anche se la formula da usare è sempre la prima

98

Diramazioni annidate

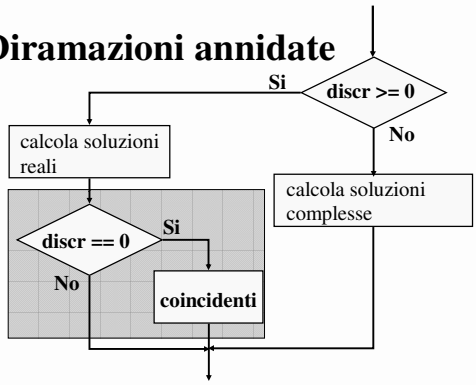
```
int discr = b * b - 4 * a * c;// discriminante

if (discr >= 0)
{  ... // calcola le due soluzioni reali
   if (discr == 0)
      System.out.println("Coincidenti");
}
else
{  ... // calcola le due soluzioni complesse
}
```

- Per risolvere il problema usiamo due ***diramazioni annidate:*** un enunciato **if** all'interno del corpo di un altro enunciato **if;** cosa perfettamente lecita perché il corpo di un **if** può essere un enunciato composto cioè un altro **if**

99

Diramazioni annidate



100

Confronto fra numeri in virgola mobile

101

Confronto di numeri in virgola mobile

- I numeri in virgola mobile hanno una precisione limitata e i calcoli possono introdurre errori di arrotondamento e troncamento
- Tali errori sono ***inevitabili*** e bisogna fare molta attenzione nella formulazione di verifiche che coinvolgono numeri in virgola mobile

```
double r = Math.sqrt(2);
double x = r * r;
if (x == 2) System.out.println("OK");
else System.out.println("Non ci credevi?");
```

102

Confronto di numeri in virgola mobile

- Per fare in modo che gli errori di arrotondamento non influenzino la logica del programma i confronti tra numeri in virgola mobile devono prevedere una ***tolleranza***

$|x - y| \leq \varepsilon$ // non sufficientemente preciso

$|x - y| \leq \varepsilon \cdot \max(|x|, |y|)$ con $\varepsilon = 10^{-14}$

(questo valore di ε è ragionevole per **double**)

- Il codice per questa verifica di ***uguaglianza con tolleranza*** è

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

103

Confronto fra stringhe

104

Confronto di stringhe

- Per confrontare stringhe si usa il metodo **equals()**

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

- Per confrontare stringhe ignorando la differenza tra maiuscole e minuscole si usa

```
if (s1.equalsIgnoreCase(s2))
```

- ***Non usare mai l'operatore di uguaglianza per confrontare stringhe!*** Usare sempre **equals()**
  - unica eccezione: null

```
if (s1 == null)
```

- Se si usa l'operatore uguaglianza il successo del confronto sembra essere deciso in maniera "casuale" in realtà dipende da come è stata progettata la Java Virtual Machine e da come sono state costruite le due stringhe

```
if (s1 == s2) // non funziona correttamente!
```

105

Ordinamento lessicografico

- Se due stringhe sono diverse è possibile conoscere la relazione che intercorre tra loro secondo l'***ordinamento lessicografico*** simile al comune ordinamento alfabetico
- Il confronto lessicografico tra stringhe si esegue con il metodo **compareTo()**

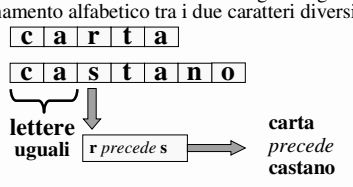
```
if (s1.compareTo(s2) < 0)
```

- Il metodo **int compareTo(String s2)** restituisce un valore **int**
  - ***negativo*** se **s1** ***precede*** **s2** nell'ordinamento
  - ***positivo*** se **s1** ***segue*** **s2** nell'ordinamento
  - ***zero*** se **s1** e **s2** sono ***identiche***

106

Confronto lessicografico

- Partendo dall'inizio delle stringhe si confrontano a due a due i caratteri in posizioni corrispondenti finché una delle stringhe termina oppure due caratteri sono diversi
  - se una stringa termina essa precede l'altra
    - se terminano entrambe sono uguali
  - altrimenti l'ordinamento tra le due stringhe è uguale all'ordinamento alfabetico tra i due caratteri diversi



107

Confronto lessicografico

- Il confronto lessicografico genera un ordinamento ***simile*** a quello di un comune dizionario
- L'ordinamento tra caratteri in Java è ***simile*** all'ordinamento alfabetico comune con qualche differenza… anche perché tra i caratteri non ci sono solo le lettere! Ad esempio
  - i numeri precedono le lettere
  - tutte le lettere maiuscole precedono tutte le lettere minuscole
  - il carattere di "spazio bianco" precede tutti gli altri caratteri
- L'ordinamento lessicografico è definito dallo standard **Unicode http://www.unicode.org**

108

Il problema dell'`else` sospeso

109

Il problema dell'else sospeso

```
double cost = 5; // prezzo per USA
if (country.equals("USA"))
   if (state.equals("HI"))
      cost = 10; // Hawaii più costoso
else             // NON FUNZIONA!
   cost = 20;    // estero ancora più costoso
```

- I livelli di rientro suggeriscono che la clausola **else** debba riferirsi al primo enunciato **if**
  - **ma il compilatore ignora i rientri!**
- La regola sintattica è che una clausola **else** appartiene sempre all'enunciato **if** ***più vicino***

110

Il problema dell'else sospeso

- L'esempio precedente svolge in realtà la funzione evidenziata dai rientri seguenti

```
double cost = 5; // prezzo per estero
if (country.equals("USA"))
   if (state.equals("HI"))
      cost = 10; // Hawaii più costoso
   else
      cost = 20; // USA ancora più costoso
```

- Il risultato è che gli stati esteri ottengono il prezzo più basso e gli USA continentali il più alto! Il contrario di ciò che si voleva...

111

Il problema dell'else sospeso

```
double cost = 5; // prezzo per USA
if (country.equals("USA"))
{  if (state.equals("HI"))
      cost = 10; // Hawaii più costoso
}
else
   cost = 20;    // estero ancora più
                 // costoso
```

- Per ottenere il risultato voluto bisogna "nascondere" il secondo enunciato **if** all'interno di un blocco di enunciati inserendo una coppia di parentesi graffe
  - per evitare problemi con l'**else** *sospeso* è meglio ***racchiudere sempre il corpo di un enunciato*** **if** ***tra parentesi graffe*** anche quando sono inutili

112

Ciclo for

113

Ciclo for

- Molti cicli hanno la forma

```
int i = inizio;
while (i < fine)
{  enunciati
   i++;
}
```

- Per comodità esiste il ciclo **for** ***equivalente***

```
for (int i = inizio; i < fine; i++)
{  enunciati
}
```

- Non è necessario che l'incremento sia di una sola unità, né che sia positivo né che sia intero

```
for (double x = 2; x > 0; x = x - 0.3)
{  enunciati
}
```

114

L'enunciato for

- Sintassi:

```
for (inizializzazione; condizione;
      aggiornamento)
   enunciato
```

- Scopo: eseguire un'***inizializzazione*** poi ripetere l'esecuzione di un ***enunciato*** ed effettuare un ***aggiornamento*** finché la ***condizione*** è **vera**
- Nota: l'inizializzazione può contenere la ***definizione di una variabile*** che sarà ***visibile soltanto all'interno del corpo del ciclo***

```
for (int y = 1; y <= 10; y++)
{   …
}
// qui y non è più definita
```

115

Tipico uso del ciclo for

- Si usa per realizzare cicli che hanno la seguente struttura:

```
for (imposta contatore all'inizio; verifica se il
contatore e' alla fine; aggiorna il contatore)
{ …
   // proibito modificare il contatore!!!
}
```

```
//Esempio: invertire i caratteri di una stringa
String s = in.next(); // <- "ABCD"
String r = ""; // Stringa vuota
for (int i = 0; i < s.length(); i++)
{
   // elaborazione
   r = s.charAt(i) + r;
}
System.out.println(r); // -> "DCBA"
```

116

Visibilità delle variabili

- Se il valore finale di una variabile di controllo del ciclo deve essere visibile ***al di fuori del corpo del ciclo*** bisogna definirla ***prima del ciclo***
- Poiché una variabile definita nell'inizializzazione di un ciclo ***non è più definita*** dopo il corpo del ciclo è possibile (e comodo) usare di nuovo lo stesso nome in altri cicli

```
double b = ...;
for (int i = 1; (i < 10) && (b < c); i++)
{  ...
   modifica b
}
// qui b è visibile mentre i non lo è
for (int i = 3; i > 0; i--)
   System.out.println(i);
```

117

Ciclo do

- Capita spesso di dover ***eseguire il corpo di un ciclo almeno una volta*** per poi ripeterne l'esecuzione se una condizione è verificata
- Esempio tipico: leggere un valore in ingresso ed eventualmente rileggerlo finché non viene introdotto un valore "valido"

118

Ciclo do

- Si può usare un ciclo **while** "**innaturale**"

```
// si usa un'inizializzazione "ingiustificata"
double rate = 0;
while (rate <= 0)
{  System.out.println("Inserire il tasso:");
   rate = in.nextDouble();
}
```

ma per comodità esiste il ciclo **do**

```
double rate;
do
{  System.out.println("Inserire il tasso:");
   rate = in.nextDouble();
} while (rate <= 0); // notare ";" !!!
```

119

Differenza fra cicli while e do

```
inizializzazione;
while (condizione)
{  enunciati;
   aggiornamento;
}
```

```
inizializzazione;
do
{  enunciati;
   aggiornamento;
} while (condizione);
```

- La differenza nell'esecuzione e' solo nella prima iterazione del ciclo.
- Nel ciclo **while** gli **enunciati** del corpo non sono mai eseguiti, se la **condizione** e' valutata falsa alla prima iterazione (prima verifica)
- Nel ciclo **do** gli **enunciati** del corpo sono eseguiti una volta, se la **condizione** e' valutata falsa alla prima iterazione

120

Lezione XIII
Gi 25-Ott-2007

Complementi di sintassi Java

121

Operatore di selezione

- Java prevede un operatore di selezione nella forma

```
condizione ? valore1 : valore2
```

- Se la condizione è vera, l'espressione vale *valore1*, altrimenti *valore2*
- Può essere usato nelle espressioni di assegnazione

```
y = x >= 0 ? x : -x; // y = |x| modulo
```

- L'espressione e' una scorciatoia per

```
if  (x >= 0)
   y = x;
else
   y = -x;
```

122

L'enunciato switch

- Una sequenza che confronti ***un'unica variabile intera*** con diverse ***alternative costanti*** può essere realizzata con un enunciato **switch**

```
int x;
int y;
...
if (x == 1)
   y = 1;
else if (x == 2)
   y = 4;
else if (x == 4)
   y = 16;
else
   y = 0;
```

```
int x;
int y;
...
switch (x)
{  case 1: y = 1; break;
   case 2: y = 4; break;
   case 4: y = 16; break;
   default: y = 0; break;
}
```

123

L'enunciato switch

- **Vantaggio**: non bisogna ripetere il nome della variabile da confrontare
- **Svantaggio**: non si può usare se la variabile da confrontare non è intera
- **Svantaggio**: non si può usare se uno dei valori da confrontare non è costante
- **Svantaggio**: ogni **case** deve terminare con un enunciato **break**, altrimenti viene eseguito anche il corpo del **case** successivo! Questo è fonte di molti errori...

124

Verificare la fine di un intervallo

- Non usate mai la seguente espressione per verificare la fine di un intervallo in un ciclo

```
for (int i = 0; i != n; i++) //se n e' negativo?
{                            // ciclo infinito
…
}
```

- al suo posto usare

```
for (int i = 0; i < n; i++)
/* cosi' funziona, anche con valori negativi di n */
{
…
}
```

125

Verificare la fine di un intervallo

- Con i numeri in virgola mobile e' anche peggio!!!

Questa è la costante pi greco

```
for (double alfa=0; alfa != Math.PI; alfa += Math.PI/16)
/* il ciclo risulta infinito per l'approssimazine
dell'aritmetica in virgola mobile!!! */
{
…
}
```

- al suo posto usare

```
for (double alfa=0; alfa < Math.PI; alfa += math.PI/16)
//cosi' funziona bene!!!
{
…
}
```

126

Valori sentinella e ciclo e mezzo

Leggere una sequenza di dati

- Molti problemi di elaborazione richiedono la ***lettura di una sequenza di dati in ingresso***
  - ad esempio calcolare la somma di numeri interi
  - ogni numero sia inserito in una riga diversa
- Spesso il programmatore non sa ***quanti saranno*** i dati forniti in ingresso dall'utente
- **Problema**: leggere una sequenza di dati in ingresso (ad esempio numeri interi) ***finché i dati non sono finiti***
- **Soluzione**: metodi della classe **java.util.Scanner**

Valori sentinella

- Nel nostro problema, supponiamo di segnalare la fine dei dati con un valore particolare, ad esempio la lettera **Q** (come quit che in inglese significa "uscire")
- La lettera Q si dice "***valore sentinella***"
- Non possiamo adoperare come sentinella un numero intero, perché qualsiasi numero intero fa parte dell'insieme dei possibili dati da acquisire
- Saremo costretti ad acquisire i dati come stringhe e non come numeri interi
  - Insieme dei dati in ingresso: $Z \cup \{"Q","q"\}$

Leggere una 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);
}
```

- Il ciclo usa la variabile "ausiliaria" **done** diversa dalla variabile che contiene i dati **line** perché la verifica della condizione va fatta a metà del ciclo

Il problema del "ciclo e mezzo"

- Un ciclo del tipo
  - "fai qualcosa, verifica una condizione, fai qualcos'altro e ripeti il ciclo se la condizione era vera"

  non ha una struttura di controllo predefinita in Java e deve essere realizzata con un "trucco" come quello appena visto di usare una variabile booleana detta ***variabile di controllo*** del ciclo
- Una struttura di questo tipo si chiama anche "ciclo e mezzo" o ***ciclo ridondante*** (perché c'è qualcosa di "aggiunto" di innaturale…)

Il problema del "ciclo e mezzo"

- Per uscire da un ciclo si può usare anche l'enunciato **break**
- Si realizza un ciclo infinito **while (true)** dal quale si esce soltanto quando si verifica la condizione all'interno del ciclo

```
while (true)
{
  String line = in.next();
  if (line.equalsIgnoreCase("Q"))
      break;
   else
      ... // elabora line
}
```

- Nel caso di cicli annidati l'enunciato **break** provoca la terminazione del ciclo più interno tra quelli in cui si trova annidato l'enunciato stesso

Enunciati break e continue

- Esiste anche l'enunciato **continue** e puo' essere usato all'interno dei cicli
- provoca la terminazione dell'iterazione corrente e il passaggio all'iterazione successiva.

```
while (condizione1)
{
   enunciato1
   if (condizione2)
      break;
   enunciato2
}
```

```
while (condizione1)
{
   enunciato1
   if (condizione2)
      continue;
   enunciato2
}
```

133

Il problema del "ciclo e mezzo"

- Per uscire dal ciclo e mezzo si può, in alternativa, usare un enunciato con effetto collaterale

```
String line; // va definita fuori
while ((line = in.next()).equalsIgnoreCase( "Q"))
{
      ... // elabora line
}
```

- L'effetto collaterale e' che la condizione logica del ciclo while contiene anche un'assegnazione alla variabile riferimento String line.
- Non è bene, in generale, usare enunciati con effetti collaterali, perché rendono il codice difficile da leggere
- In questo caso la soluzione e' però molto attraente

134

Esercizio

- Scrivere una classe eseguibile che invii a standard output i numeri multipli del numero intero p compresi nell'intervallo intero [min, max]
- Algoritmo
  1. porre i = min
  2 finché i è minore o uguale a max ripetere i passi 3 e 4
  3 stampare i, se risulta divisibile per p
  4 incrementare i
  5 fine
- Non effettuiamo, per ora, verifiche sui valori dei numeri p, min, max
- Classe **MultipleLister** (elencatore di multipli)

135

Esercizio

- La stampa ottenuta e' un po' disordinata
- Si modifichi la classe in modo da stampare n numeri per riga (ad esempio n = 10)
- Per fare questo contiamo i multipli trovati e quando il loro numero è multiplo di n inseriamo una nuova riga
- Classe **NewLineMultipleLister**

136

Esercizio

- Ancora non abbiamo ottenuto una stampa ordinata
- Si modifichi la classe in modo da stampare i numeri in colonna
- Per ottenere questo, decidiamo di stampare tutti i multipli con un numero fisso di cifre k (ad esempio 5)
- Se un multiplo non ha cinque cifre, inseriamo degli spazi a sinistra finche' otteniamo il numero di cifre volute

```
    3     6     9
   12    15    18
```

- Classe **InColumnMultipleLister**

137

Esercizio

- Aggiungete ora i seguenti controlli:
  - Se p <= 0, si stampi un avviso e si termini il programma
  - Se min > max, si scambino i valori

138

Esercizio: un punto nel piano

- Scrivere la classe **MyPoint2D** per rappresentare un punto del piano cartesiano
- Fra punti del piano si definiscano le seguenti funzioni
  - Distanza fra due punti
  - Punto medio fra due punti
- Si definisca anche una descrizione testuale di un oggetto di tipo **MyPoint2D**

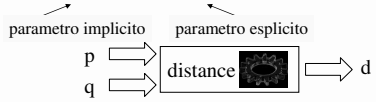
139

Esercizio: MyPoint2D - la distanza

```
/**
   calcola la distanza fra due punti
   @param q il secondo punto
   @return la distanza fra i due punti
*/
public double distance(MyPoint2D q) {...}
```

- Il metodo si usa nel seguente modo:

```
...
MyPoint2D p = new MyPoint2D(...);
MyPoint2D q = new MyPoint2D(...);
...
double d = p.distance(q);
```



140

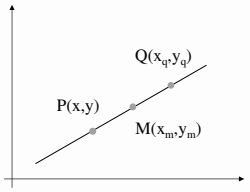
Esercizio: classe MyPoint2D

- Distanza

$$|PQ| = \sqrt{(x - x_q)^2 + (y - y_q)^2}$$

- Punto medio

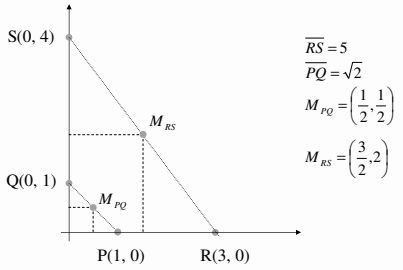
$$M = \left(x_m = \frac{x + x_q}{2}, y_m = \frac{y + y_q}{2} \right)$$



141

Esercizio: un punto nel piano

- Si scriva poi una classe di prova che richieda l'introduzione da standard input di due punti p e q e ne calcoli la distanza e il punto medio, inviando i risultati a standard output
  - Individuare dei casi di prova, ad esempio i seguenti:



142

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** per rappresentare i numeri complessi
- Realizzare le seguenti operazioni
  - Somma, sottrazione, prodotto, divisione
  - Parti reale e immaginaria, modulo, complesso coniugato, reciproco
  - Descrizione testuale (a + ib)

143