

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 accredtiamo 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

?

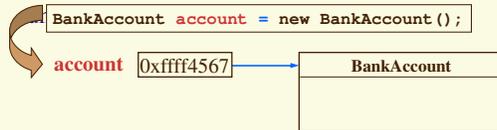
6

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



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 dovrà 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());
```

The diagram shows the output of the code execution. A box contains the text 'Saldo: 0' and 'Saldo: 1000', with an arrow pointing from the second 'account.getBalance()' call in the code to this output box.

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

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

```
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 esempio* (o "variabili di istanza" *instance variables*)

15

Variabili di esempio

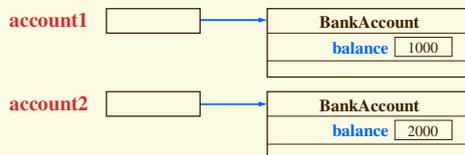
```
public class BankAccount  
{  
    ...  
    private double balance;  
    ...  
}
```

- La *dichiarazione* di una *variabile di esempio* 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 esempio

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



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

17

Dichiarazione di variabili di esempio

- 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**

```
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;
    }
}
```

5

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**
- 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**

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

Uso del parametro implicito

```
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**

Costruttori

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**

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**

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
```

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 utilità *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

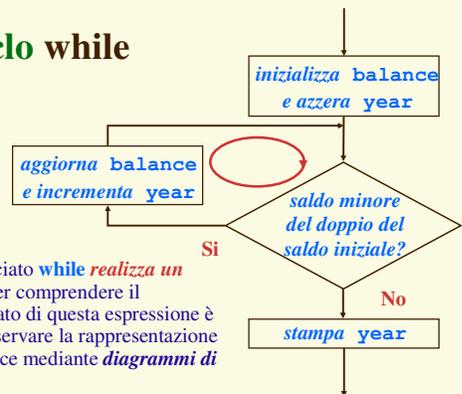
Algoritmo che risolve il problema

- 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)	a	b	!a	!b	!a !b
false	false	false	true	false	false	true	true	true
false	true	false	true	false	true	true	false	true
true	false	false	true	true	false	false	true	true
true	true	true	false	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)	a	b	!a	!b	!a && !b
false	false	false	true	false	false	true	true	true
false	true	true	false	false	true	true	false	false
true	false	true	false	true	false	false	true	false
true	true	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

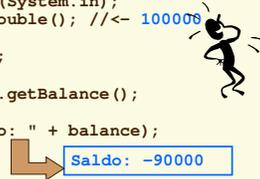
```
import java.util.Scanner;
public class UnlimitedWithdrawal
{
    public static void main(String[] args)
    {
        double init = 10000; // saldo iniziale
        BankAccount account = new BankAccount(init);

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

        Scanner in = new Scanner(System.in);
        double amount = in.nextDouble(); //<- 100008
        account.withdraw(amount);

        double balance = account.getBalance();

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



L'enunciato if

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

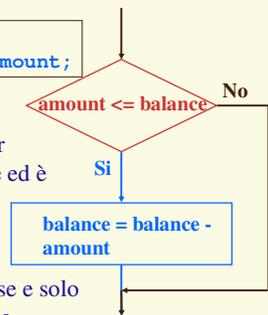
```
public void withdraw(double amount)
{
    balance = balance - amount;
}
```

- 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**

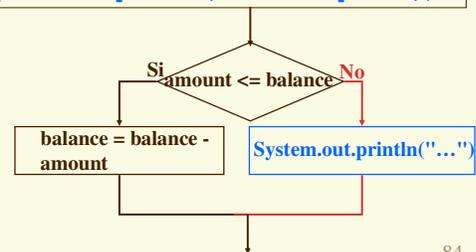
```
if (amount <= balance)
    balance = balance - amount;
else
    System.out.println("Conto scoperto");
```

- 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("...");
```



84

L'enunciato if



`if (condizione)
 enunciato1`

`if (condizione)
 enunciato1
 else
 enunciato2`

□ Sintassi:

- 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
- Eventualmente lasciare su una riga da sola anche la graffa aperta
- Così invece è più difficile trovare la coppia!

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

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

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



96

Diramazioni annidate

97

Diramazioni annidate

- Soluzione dell'equazione di secondo grado

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

- 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

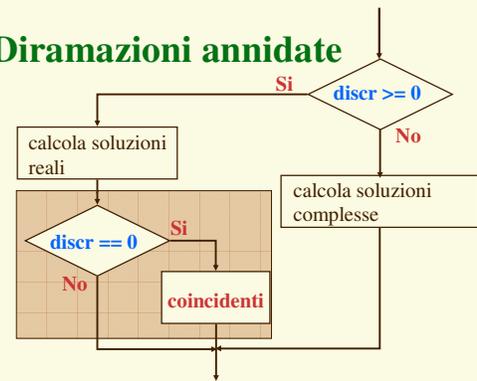
Diramazioni annidate

```
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**



$$|x - y| \leq \epsilon \quad // \text{ non sufficientemente preciso}$$

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

(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**

c a r t a

c a s t a n o

lettere
uguali

r

precede

s

→

carta
precede
castano

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 è solo nella prima iterazione del ciclo.
- Nel ciclo **while** gli enunciati del corpo non sono mai eseguiti, se la **condizione** è valutata falsa alla prima iterazione (prima verifica)
- Nel ciclo **do** gli enunciati del corpo sono eseguiti una volta, se la **condizione** è 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++)
{
    ...
}
```

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'approssimazione
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

127

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`

128

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: $Z \cup \{ "Q", "q" \}$

129

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

130

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...)

131

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
}
```



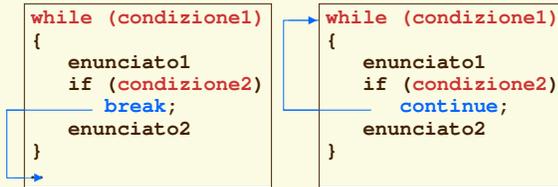
- ❑ Nel caso di cicli annidati l'enunciato **break** provoca la terminazione del ciclo più interno tra quelli in cui si trova annidato l'enunciato stesso

132

Enunciati break e continue



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



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 è 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 è 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
 - porre i = min
 - finché i è minore o uguale a max ripetere i passi 3 e 4
 - stampare i, se risulta divisibile per p
 - incrementare i
 - fine
- Non effettuiamo, per ora, verifiche sui valori dei numeri p, min, max
- Classe **MultipleLister** (elencatore di multipli)

135

Esercizio

- La stampa ottenuta è 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 finché otteniamo il numero di cifre volute
- ```

 3 6 9
 12 15 18

```
- Classe **InColumnMultipleLister**

137

## Esercizio

- Aggiungete ora i seguenti controlli:
  - Se  $p \leq 0$ , si stampi un avviso e si termini il programma
  - Se  $\text{min} > \text{max}$ , 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**

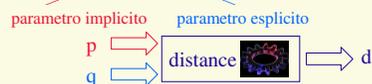
139

### 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

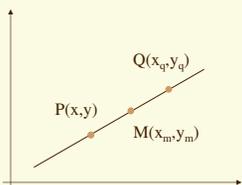
### Esercizio: classe MyPoint2D

- Distanza

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

- Punto medio

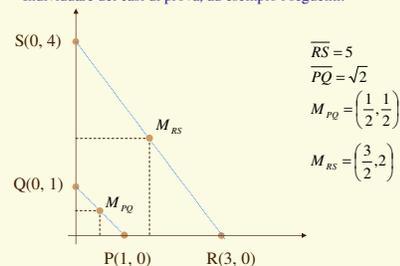
$$M = \left( x_m = \frac{x + x_q}{2}, y_m = \frac{y + y_q}{2} \right)$$



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:



$$\begin{aligned} \overline{RS} &= 5 \\ \overline{PQ} &= \sqrt{2} \\ M_{PQ} &= \left( \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \right) \\ M_{RS} &= \left( \frac{3}{2}, 2 \right) \end{aligned}$$

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