Lezione IX
Lu 10-Ott-2005

Convertire numeri in stringhe

- Si puo' usare l'operatore di concatenazione; funziona anche con i numeri:

```
double euro = 2.15;
String euroStr = euro + “”; // “” = stringa vuota!
```

```
int matr = 543210;
String matrStr = matr + “”; // stringa vuota!
```

- In alternativa

```
double euro = 2.15;
String euroStr = String.valueOf(euro);
```

```
int matr = 543210;
String matrStr = String.valueOf(matr);
```

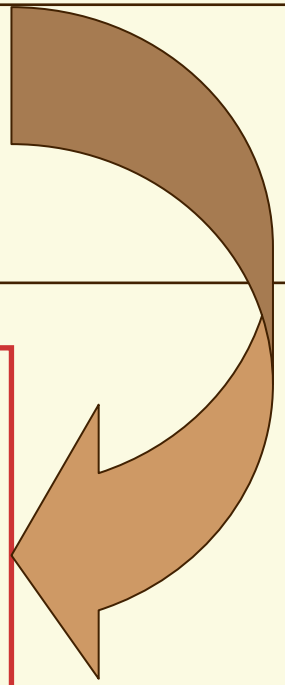
- valueOf(…) famiglia di metodi statici della classe String

Costanti numeriche in java

- Numeri in virgola mobile

```
double euro = 2.15;      // OK
euro = 2.;               // OK
euro = 2;                // OK
```

```
float euro = 2.15;       // ERRORE!!!!
euro = 2.15f;            // OK
euro = 2.f;              // OK
euro = 2;                // OK
```



```
possible loss of precision
found: double
required: float
float euro = 2.15;
                   ^
```

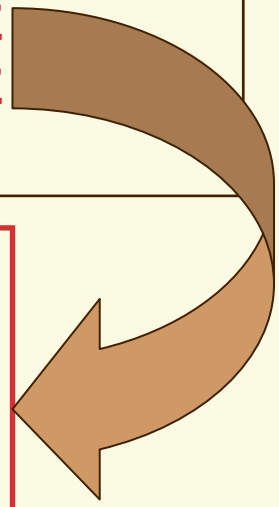
Costanti numeriche in java

- Numeri interi

```
int num = 10;        // OK
num = 0x00ffffff;  // OK notazione esadecimale
```

```
long longNum = 10000000000000L;   // OK
longNum = 10;                     // OK
int num = 10L;                    // ERRORE
num = 10000000000000L;            // ERRORE
num = 0x00ffffff;                 // OK
```

```
possible loss of precision
found: long
required: int
Int Num = 10L;
          ^
```



Classe Scanner e localizzazione

- Per convenzione, nel corso con i numeri in virgola mobile useremo sempre la convenzione anglosassone che prevede l'uso del caarttere di separazione '.'

- Scriveremo, quindi, il codice nel seguente modo quando definiremo un oggetto di classe Scanner per leggere un flusso di dati da standard input:

```
…
Scanner in = new Scanner(System.in);
in.useLocale(Locale.US);
…
```

Introduzione a Classi e Oggetti

Motivazioni

- Elaborando numeri e stringhe si possono scrivere programmi interessanti ma ***programmi più utili*** hanno bisogno di manipolare ***dati più complessi***
  - conti bancari, dati anagrafici, forme grafiche…
- Il linguaggio Java gestisce questi dati complessi sotto forma di ***oggetti***
- Gli ***oggetti*** e il loro ***comportamento*** vengono descritti mediante le ***classi*** ed i loro ***metodi***

Oggetti

- Un ***oggetto*** è un'entità che può essere manipolata in un programma mediante l'invocazione di ***metodi***
  - **System.out** è un oggetto che si può manipolare (usare) mediante il suo metodo **println()**
- Per il momento consideriamo che un oggetto sia una "scatola nera" (***black box***) dotata di
  - un'***interfaccia pubblica*** (i metodi che si possono usare) che definisce il comportamento dell'oggetto
  - una ***realizzazione*** (*implementazione*) ***nascosta (privata)*** (il codice dei metodi e i loro dati)

Classi

Finora abbiamo visto solo questo aspetto che è forse quello meno importante

- Una ***classe***
  - è una ***fabbrica di oggetti***
    - gli oggetti che si creano sono ***esemplari*** (“*istanze*” *instance*) di una classe che ne è il prototipo
    - Scanner in = new Scanner(System.in);
  - specifica i metodi che si possono invocare per gli oggetti che sono esemplari di tale classe (l’interfaccia pubblica)
  - definisce i particolari della realizzazione dei metodi (codice e dati)
  - è anche un ***contenitore*** di
    - metodi statici
      - **Hello** contiene il metodo **main()**
      - **Java.lang.Math** contiene i metodi **pow(), exp(), sin()…**
    - oggetti statici (**System** contiene **out** e **in**)

Usare una classe

- Iniziamo lo studio delle classi analizzando come si ***usano*** oggetti di una classe che si suppone già definita da altri
  - vedremo quindi che è possibile ***usare oggetti di cui non si conoscono i dettagli realizzativi*** un concetto molto importante della programmazione orientata agli oggetti come abbiamo già visto con oggetti di tipo **String**
- In seguito analizzeremo i ***dettagli realizzativi*** della classe che abbiamo imparato a utilizzare
  - **usare oggetti di una classe**
  - **realizzare una classe**

Sono due attività *ben distinte*!

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**
  - ***prelevare*** **denaro dal conto**
  - ***conoscere*** **il valore del saldo del conto**

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

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

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

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

oggetto

metodo

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);
```

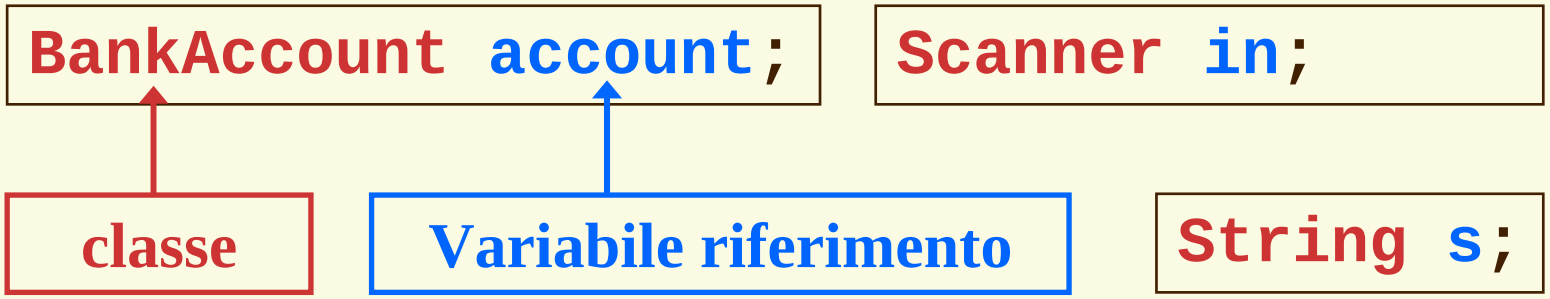
Costruire oggetti

- 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

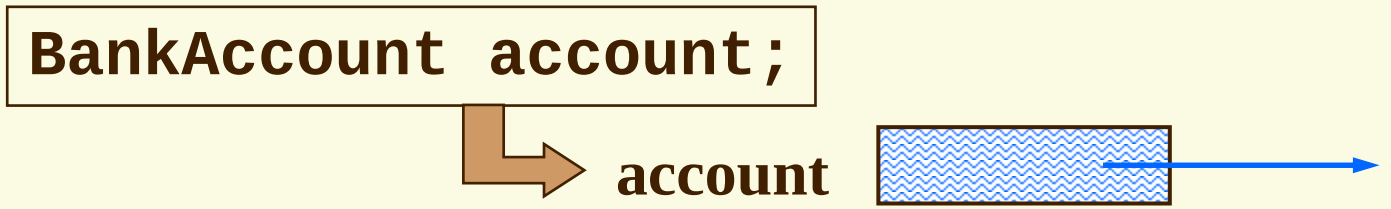
  si dice che è un ***riferimento*** o ***puntatore***

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



- 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



Costruire oggetti BankAccount

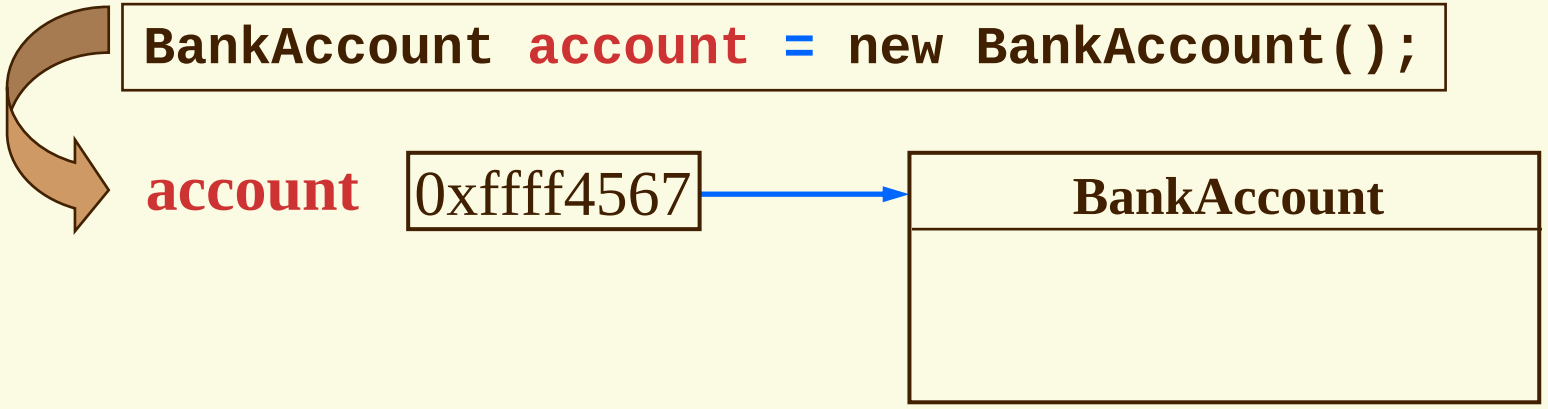
- Per ***creare un nuovo oggetto*** di una classe si usa l'***operatore*** **new** seguito dal ***nome della classe*** e da una coppia di parentesi tonde

```
new BankAccount();
```

```
new Scanner(System.in);
```

- L'operatore **new** ***crea un nuovo oggetto e ne restituisce un riferimento*** che può essere assegnato ad una variabile oggetto del tipo appropriato

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



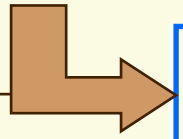
Costruire oggetti BankAccount

- 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

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
```

Definire i metodi

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
}
```

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

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

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
```

Lezione X
Ma 11-Ott-2005

Variabili di esemplare

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***)

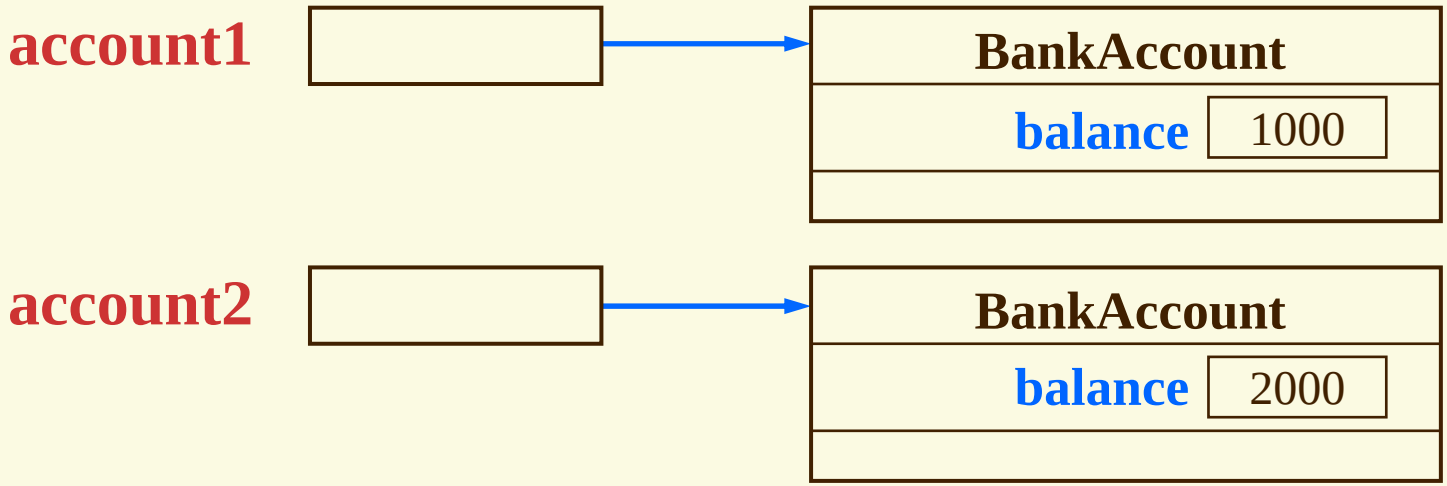
Variabili di esemplare

```
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**)

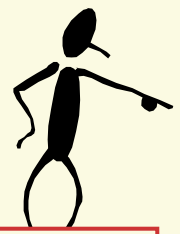
Variabili di esemplare

- ***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

Dichiarazione di variabili di esemplare



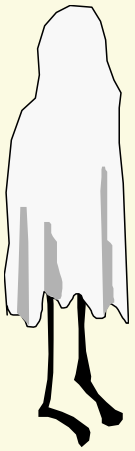
- Sintassi:

```
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***

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***

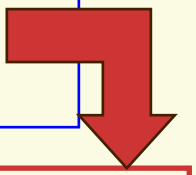


  - le variabili di esemplare private sono ***nascoste*** (***hidden***) al programmatore che ***utilizza la classe*** e possono essere lette o modificate soltanto mediante l’invocazione di metodi pubblici della classe
  - questa caratteristica dei linguaggi di programmazione orientati agli oggetti si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

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***!

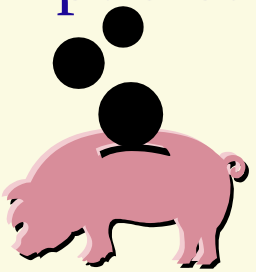
```
double b = account.getBalance(); // OK
```

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

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!



Il progetto di BankAccount

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
    }
}
```

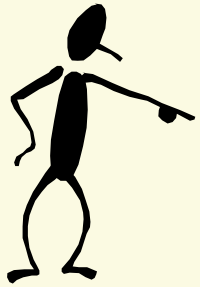
I metodi di BankAccount

- 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

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;
   }
}
```

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

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***

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?

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**

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**

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

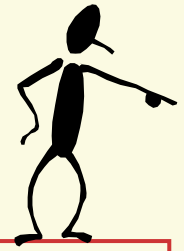
- I costruttori si invocano ***soltanto*** con l'operatore **new**

```
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

Il riferimento null

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;
```

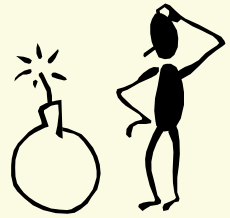
  - vedremo in seguito applicazioni utili di questa proprietà
  - in questo caso la variabile è comunque inizializzata

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
```

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")

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;
   }
   ...
}
```

Una classe con più costruttori

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

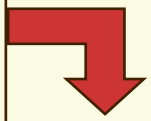
```
BankAccount account = new BankAccount(500);
```

- 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

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

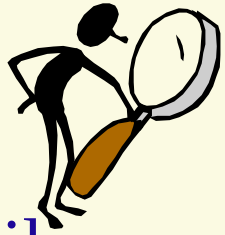
```
// NON FUNZIONA!
BankAccount a = new
   BankAccount("tanti soldi");
```



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

Sovraccarico del nome (overloading)

Sovraccarico del nome



- Se si usa lo ***stesso nome*** per metodi diversi, il nome diventa ***sovraccarico*** (nel senso di ***carico di significati diversi***…)
  - questo accade spesso con i ***costruttori***, dato che se una classe ha più di un costruttore, essi ***devono avere*** lo stesso nome
  - accade più di rado con i ***metodi***, ma c'è un motivo ben preciso per farlo (ed è bene farlo in questi casi)
    - usare lo stesso nome per metodi diversi (che richiedono parametri di tipo diverso) sta ad indicare che viene compiuta la ***stessa elaborazione*** su tipi di dati diversi

Sovraccarico del nome

- La libreria standard di Java contiene numerosi esempi di metodi sovraccarichi

```
public class PrintStream
{  public void println(int n) {...}
   public void println(double d) {...}
   ...
}
```

- Quando si invoca un metodo sovraccarico, il compilatore ***risolve*** l'invocazione individuando quale sia il metodo richiesto ***sulla base dei parametri espliciti che vengono forniti***

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

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?

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");
       …
```

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");
   }
}
```

Commentare l'interfaccia pubblica

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

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)
```

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

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

Lezione XI
Me 12-Ott-2005

Iterazioni e decisioni

Problema

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

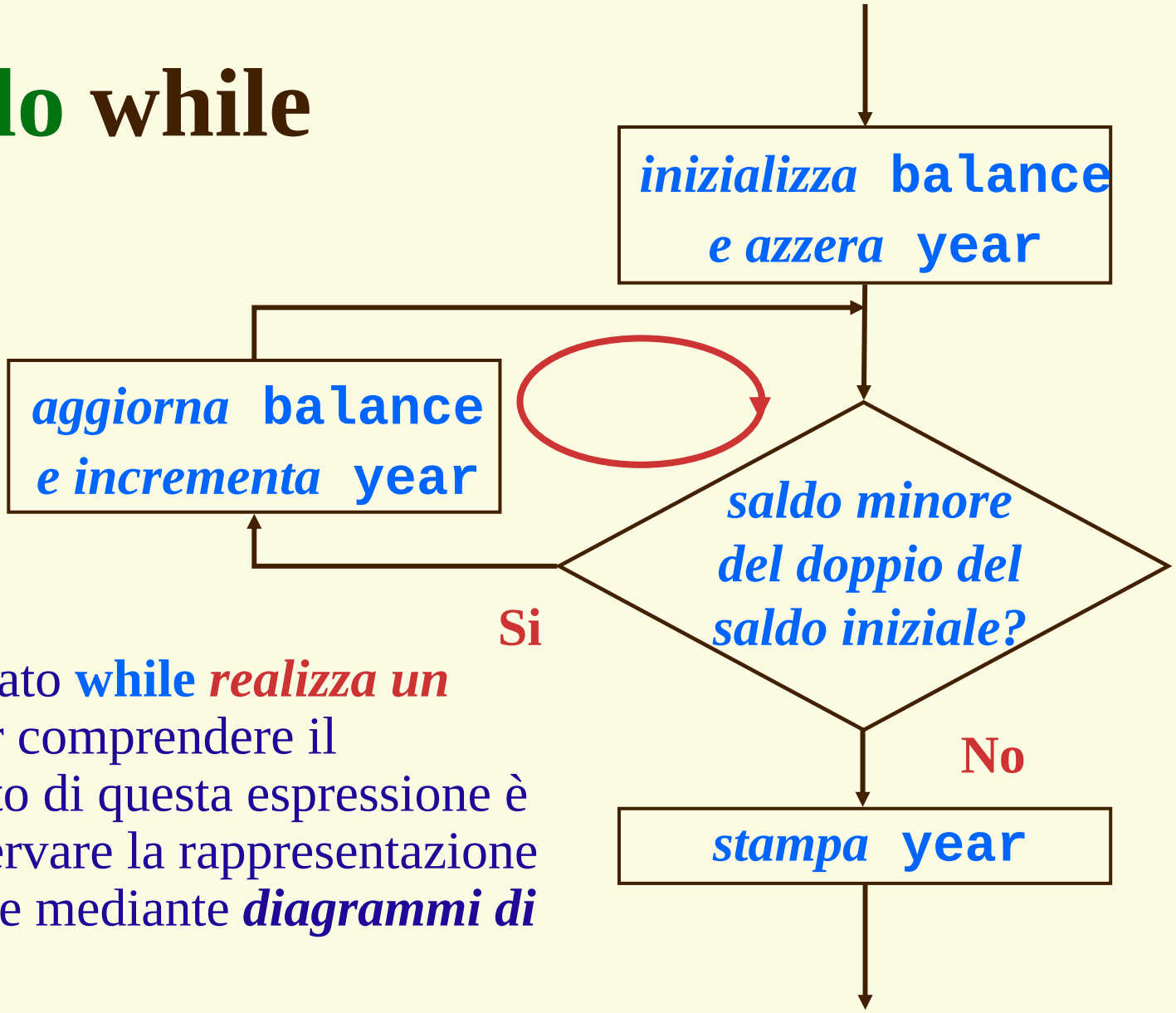
  Problema: Avendo depositato ventimila euro in un conto bancario che produce il 5% di interessi all'anno capitalizzati annualmente, quanti anni occorrono affinché il saldo del conto arrivi al doppio della cifra iniziale?

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***

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***

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;
```

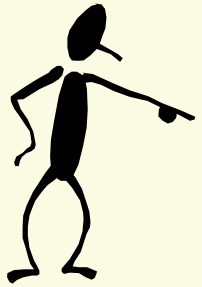
- Enunciato composto

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

- Blocco di enunciati

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

L’enunciato while

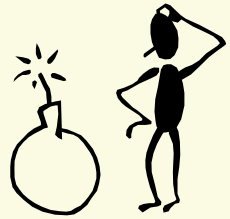


- Sintassi:

```
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***

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++;
}
```

Confrontare valori numerici

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

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
```

Espressioni booleane

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

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

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);
```

Operatori booleani

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

Gli operatori booleani o logici

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

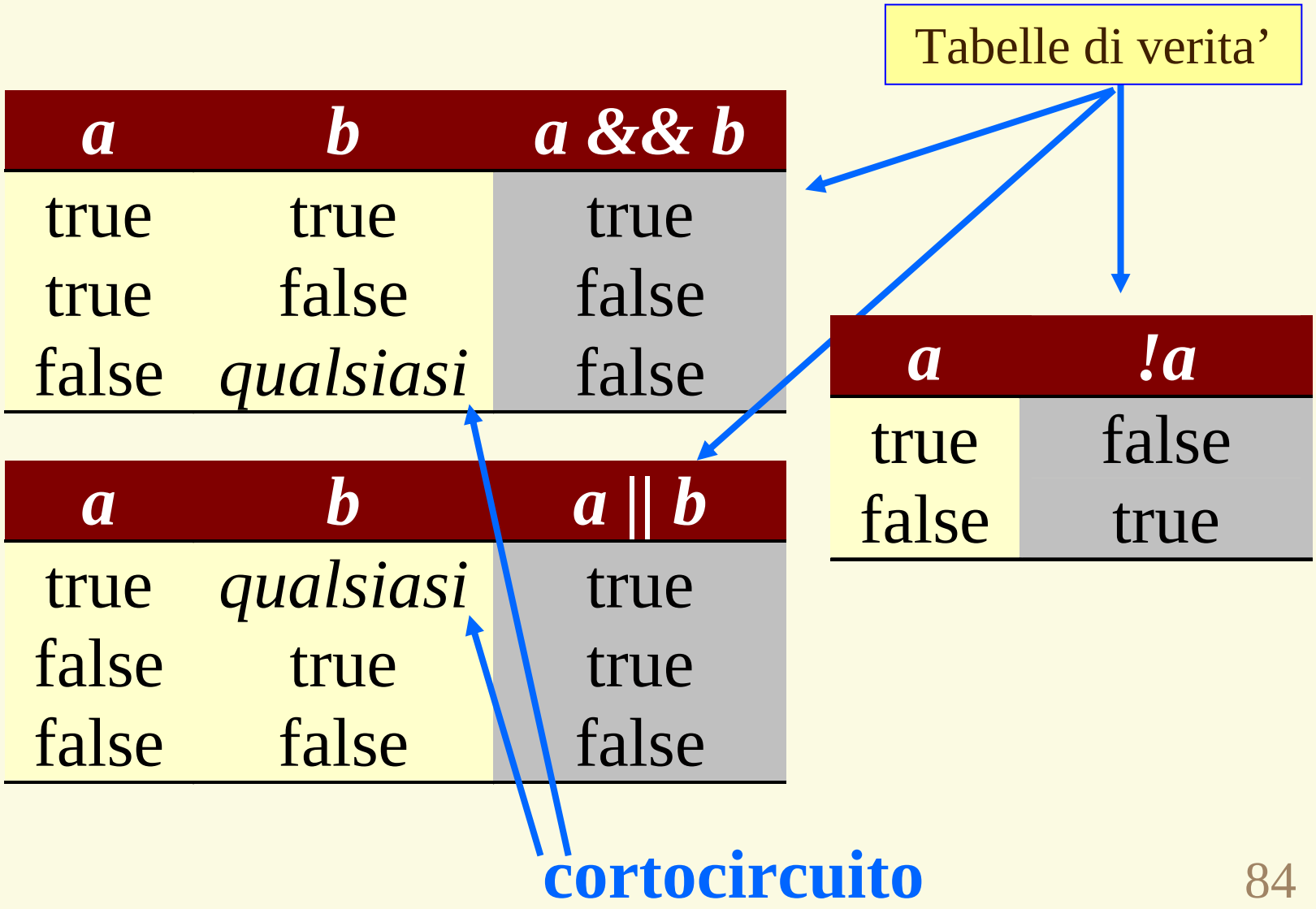
```
while ((x > 10 && x < 20) || x > 30)
```

- 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**

Gli operatori booleani o logici



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

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

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
```

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]
```

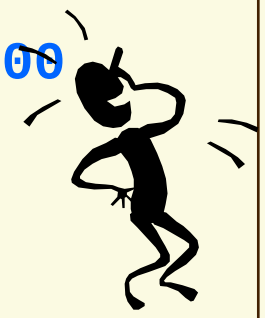
```
boolean a = !(x < 0) && !(x > 10) // x ∈ [0,10]
```

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

Decisioni

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

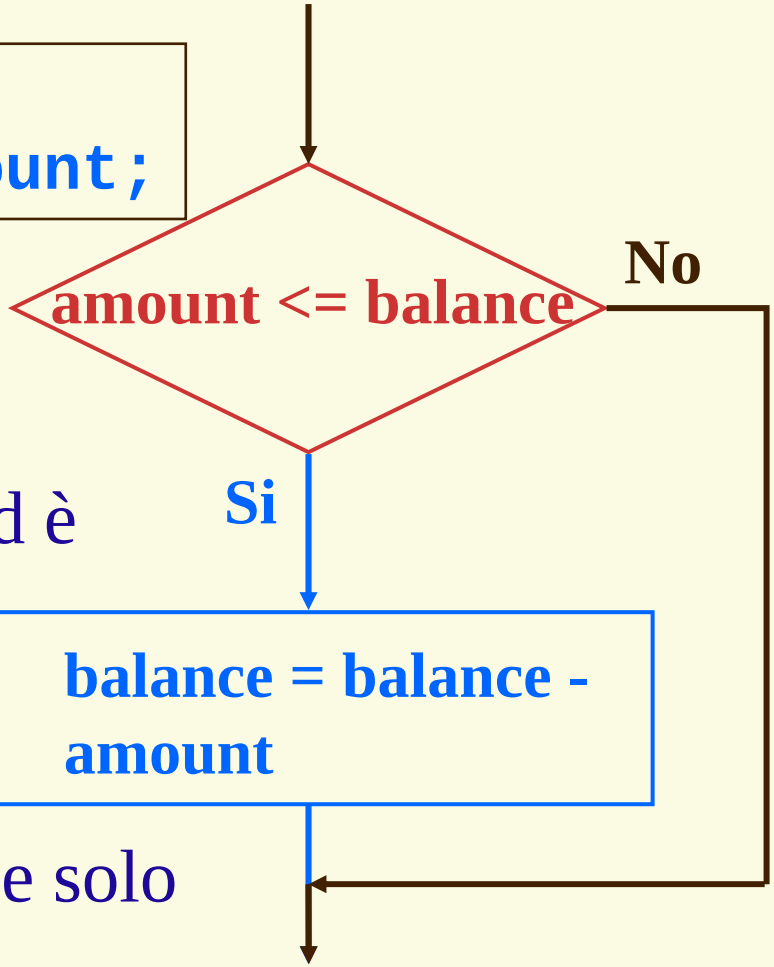
- Il programma precedente consente di prelevare tutto il denaro che si vuole
  - il saldo **`balance`** può diventare negativo

```
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

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

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")

La clausola else

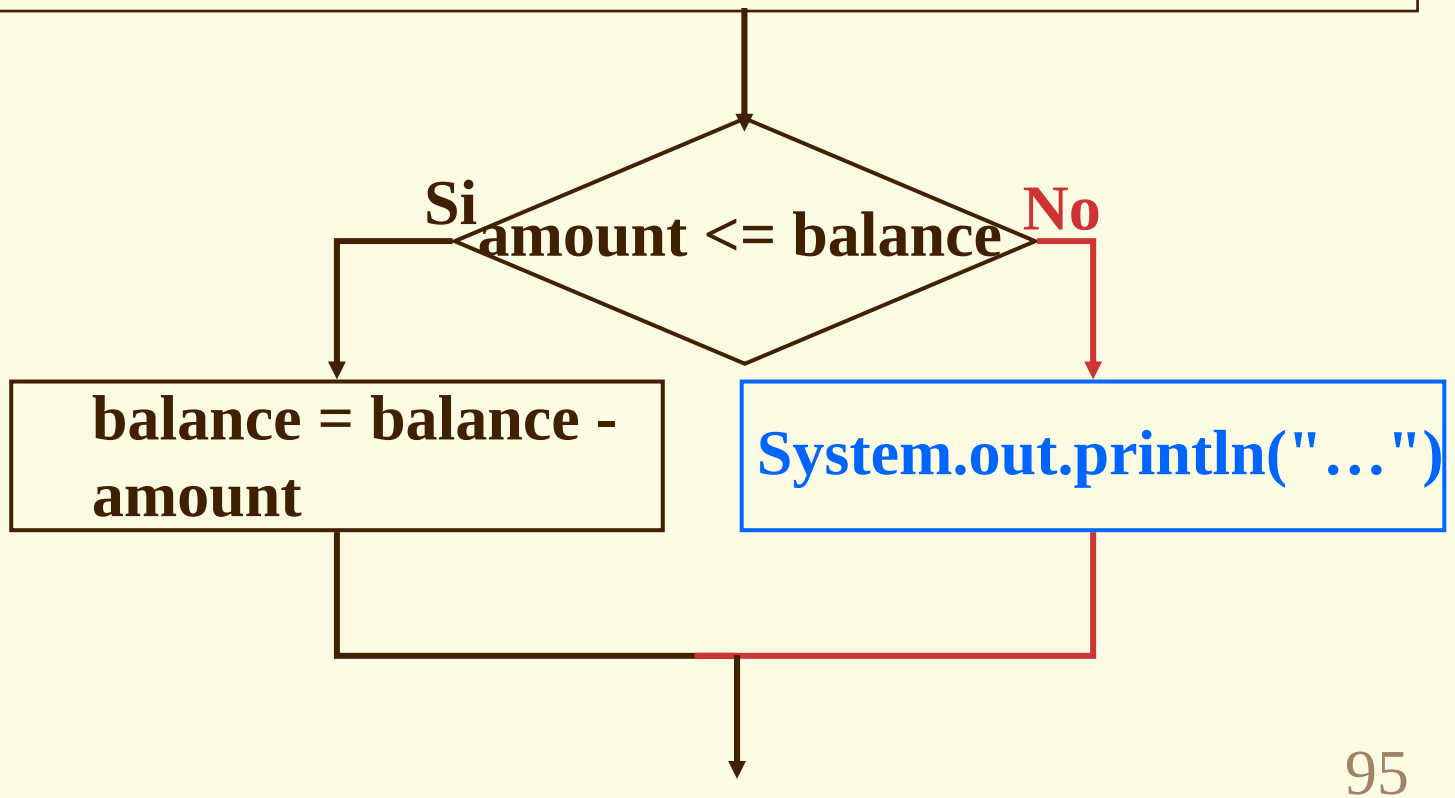
- Per realizzare un'***alternativa*** si utilizza la clausola **else** dell'enunciato **if**

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

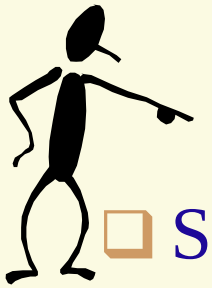
- **Vantaggio**: ora c'è ***una sola verifica***
  - se la verifica ha successo viene eseguito il ***primo*** corpo dell'enunciato **if/else**
  - ***altrimenti*** viene eseguito il ***secondo*** corpo
- Non è un costrutto sintattico ***necessario*** ma è utile

La clausola else

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



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

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");
```

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**

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**

Diramazioni annidate

- Soluzione dell'equazione di secondo grado

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

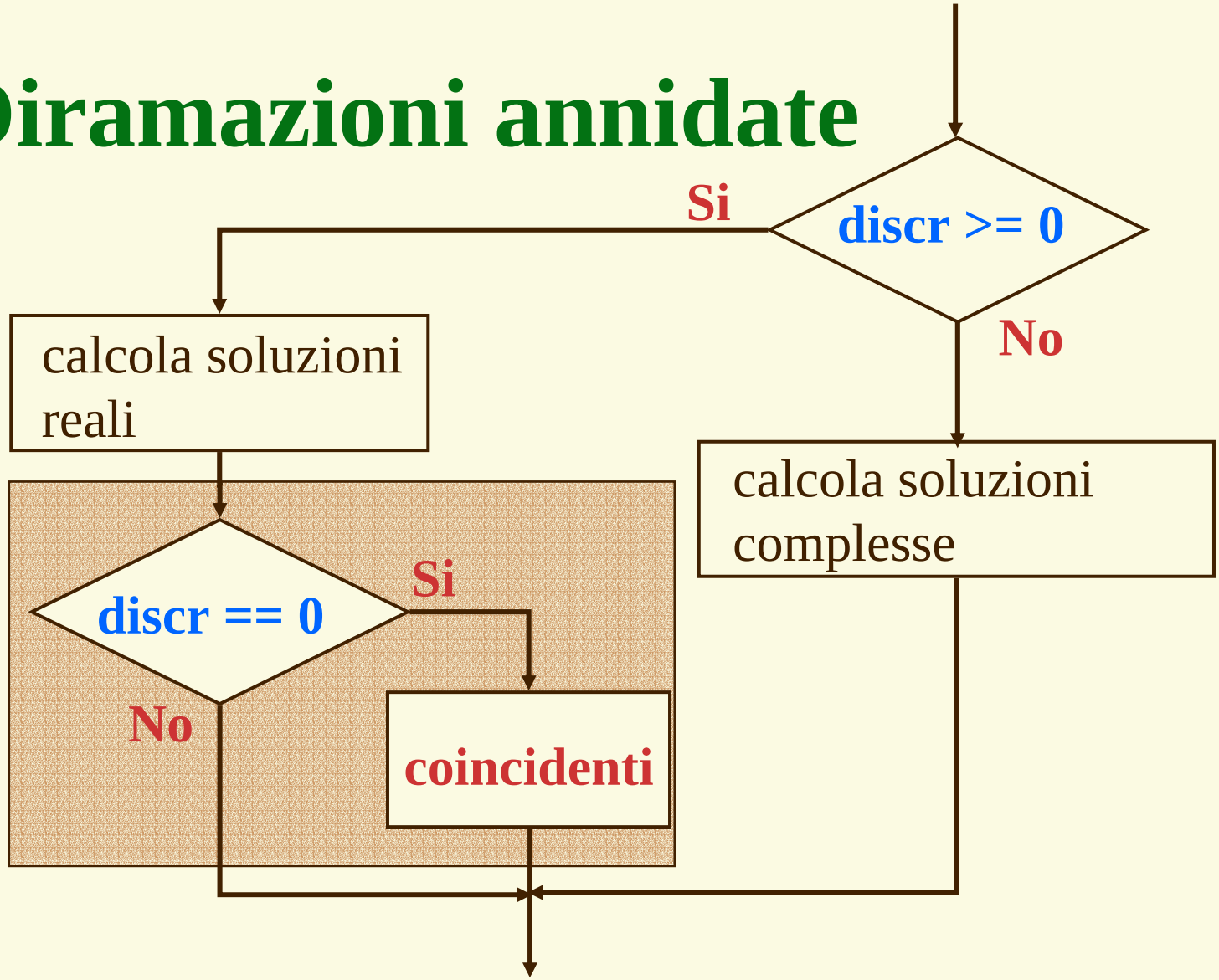
- Per calcolare le due soluzioni bisogna prima calcolare il valore del discriminante $b^2 - 4ac$
- Se il discriminante è nullo vogliamo anche segnalare che le due soluzioni sono coincidenti anche se la formula da usare è sempre la prima

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**

Diramazioni annidate



Lezione XII
Ve 14-Ott-2005

Confronti

Confronto fra numeri in virgola mobile

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?");
```

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

$|x - y| \leq \varepsilon \cdot \mathbf{max}(|x|, |y|)$ 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)))
{…}
```

Confronto di stringhe

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!
```

Ordinamento lessicografico

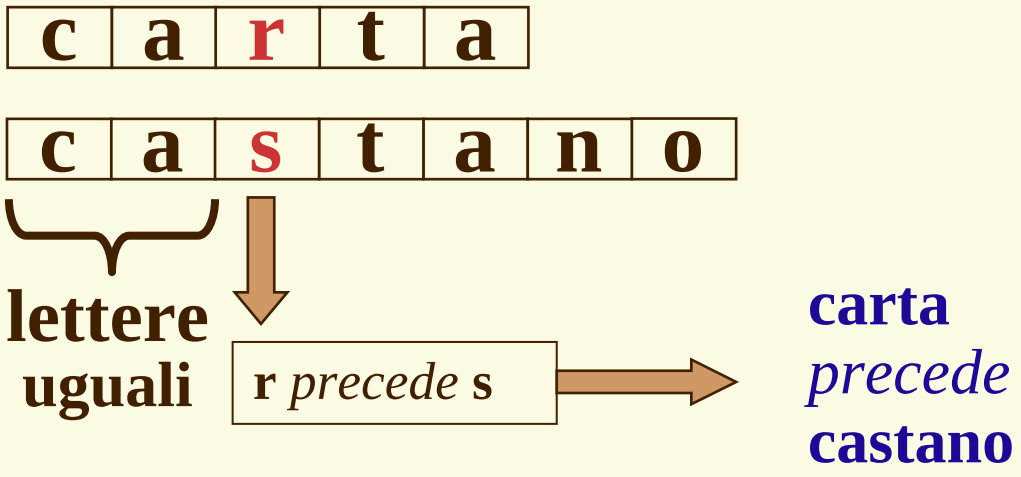
- Se due stringhe sono diverse è possibile conoscere la relazione che intercorre tra loro secondo l'***ordinamento lessicografico*** simile al comune ordinamento alfabetico
- Il confronto lessicografico tra stringhe si esegue con il metodo **compareTo()**

```
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***

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

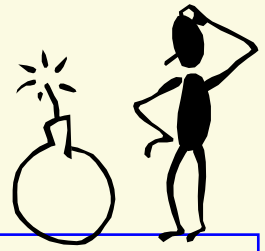


Confronto lessicografico

- 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**

Il problema dell'`else` sospeso

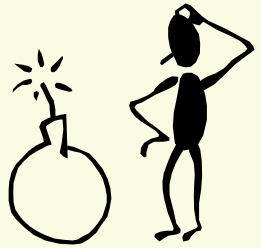
Il problema dell'else sospeso



```
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***

Il problema dell'else sospeso

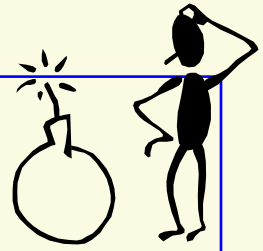


- L'esempio precedente svolge in realtà la funzione evidenziata dai rientri seguenti

```
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...

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

Ciclo for

Ciclo for

- Molti cicli hanno la forma

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

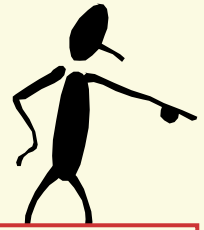
- Per comodità esiste il ciclo **for *equivalente***

```
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
}
```

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
```

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"
```

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);
```

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"

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 “;” !!!
```

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

Verificare la fine di un intervallo

- Non usate mai le seguenti espressioni 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 */
{
…
}
```

Verificare la fine di un intervallo

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

Questa e' 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!!!
{
…
}
```

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 ***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, perche’ fa parte dell’insieme dei possibili dati da acquisire
- Saremo costretti ad acquisire i dati come stringhe, e non come numeri interi

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
}
```

Il problema del “ciclo e mezzo”

- Per uscire dal ciclo e mezzo si puo’, in alternativa, usare un’istruzione 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 e’ bene, in generale, usare enunciati con effetti collaterali, perche’ rendono il codice difficile da leggere
- In questo caso la soluzione e’ pero’ molto attraente

Esercizio

- Scrivere una classe eseguibile che invii a standard output i numeri multipli del numero intero p compresi nell'intervallo intero [m, n]
- Algoritmo
  1. porre i = m
  2 finche' i e' minore o uguale a n 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, m, n
- Classe EnumeratoreMultipli

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 numeri di multipli e’ multiplo di N inseriamo una nuova riga
- Classe EnumeratoreMultipliAcapo

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' non otteniami il numero di cifre volute

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

- Classe EnumeratoreMultipliInColonna

Esercizio

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

Esercizio: classe Punto

- Scrivere la classe Punto che rappresenta 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 Punto
- L'interfaccia pubblica della classe e' qui.